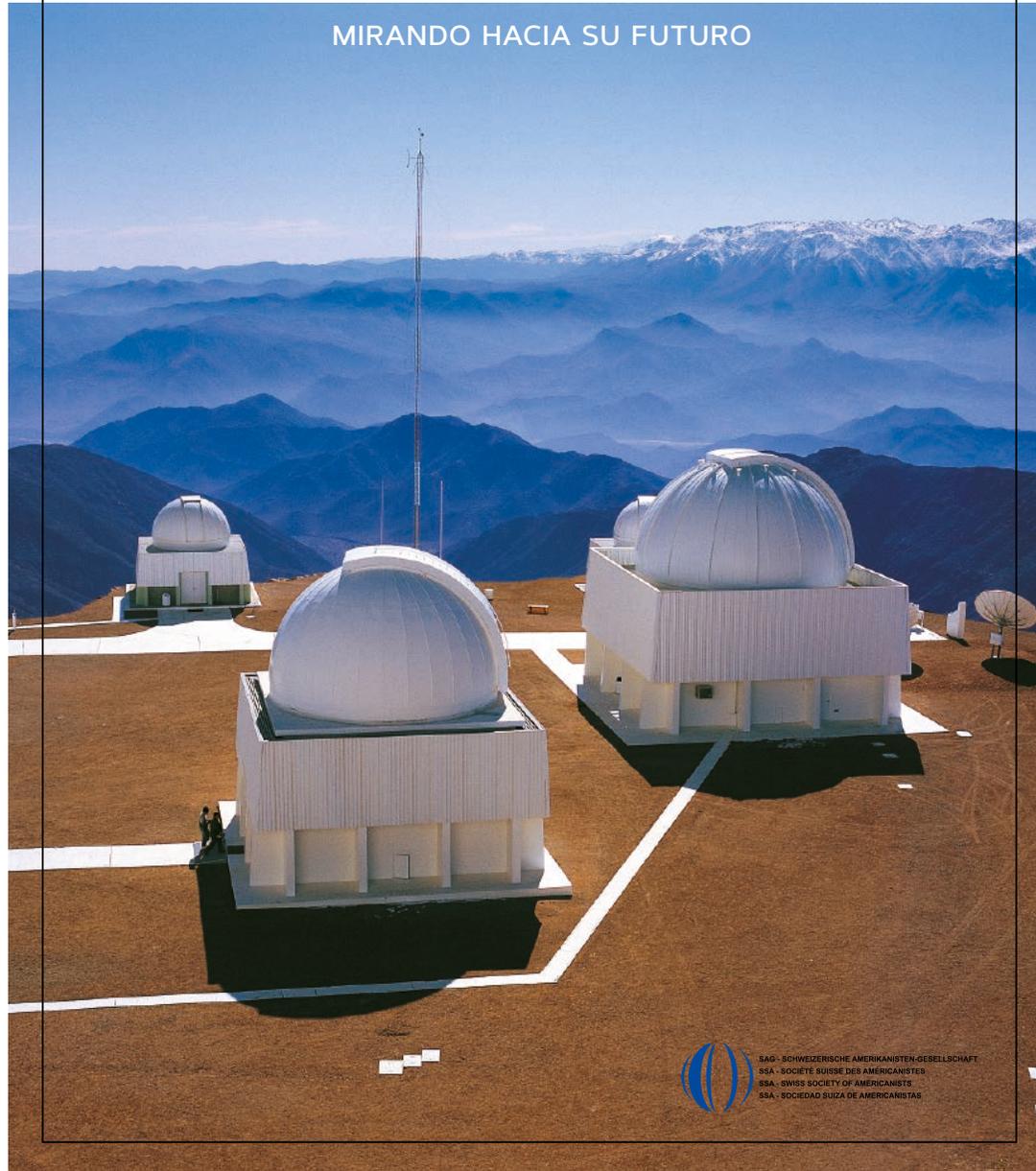


# CHILE★

MIRANDO HACIA SU FUTURO



PUTRE  
**ARICA**  
VALLE DE AZAPA  
CAMARONES  
CUYA COLCHANE  
PISAGUATARAPACÁ  
HUARA MAMINA  
**IQUIQUE**  
POZO ALMONTE  
LA TIRANA PICA  
PAMPA DEL TAMARUGAL  
GUATACONDO OLLAGUE  
QUILLAGUA GEISER  
TOCOPILLA DEL TATIO  
MARIÁ CHUQUICAMATA  
ELENA **CALAMA**  
MEJILLONES SAN PEDRO DE ATACAMA  
**ANTOFAGASTA**  
PUERTO MINA ESCONDIDA  
COLOSO  
CALETA DESIERTO DE  
EL COBRE ATACAMA  
TALTAL AZUFRERA  
ESMERALDA LA POLVORA  
PAN DE AZÚCAR EL SALVADOR  
POTRERILLOS  
**CHAÑARAL**  
DIEGO DE ALMAGRO  
PORTOFINO CACHYUYO  
CALDERA INCA DE ORO  
**COPIAPO**  
CARRIZAL BAJO TIERRA AMARILLA  
HUASCO TOTORALILLO  
**VALLENAR**  
ALTO DEL CARMEN  
FREIRINA LAGUNA  
DOMEYKO GRANDE  
PUNTA CHOROS  
LA HIGUERA  
**LA SERENA**  
COQUIMBO VICUÑA  
ANDACOLLO MONTE GRANDE  
PISCO ELQUI  
**OVALLE**  
PUNTAQUI MONTE  
COMBARBALÁ  
**ILLAPEL**  
SALAMANCA  
LA LIGUA CABILDO  
QUILLOTA SAN FELIPE  
LOS ANDES  
VIÑA DEL MAR QUILPUÉ  
VALPARAISO COLINA  
**SANTIAGO**  
SAN ANTONIO SAN JOSÉ DE MAIPO  
MELIPILLA TALAGANTE  
**RANCAGUA**  
PICHILEMU RENGÓ  
SAN FERNANDO  
HUALAÑE  
**CURICO**  
LICANTÉN CUMPEO  
CUREPTO  
CONSTITUCIÓN  
**TALCA**  
CHANCO LINARES  
CAUQUENES LONGAVÍ  
QUIRHUE PARRAL  
TOMÉ CHILLAN  
**CONCEPCION**



---

# CHILE MIRANDO HACIA SU FUTURO

CAMBIOS PROFUNDOS POR VENIR

---

**LA REVISTA,  
BOLETÍN N°77, 2016-17**

SOCIÉTÉ SUISSE DES AMÉRICANISTES  
SOCIÉTÉ SUISSE DES AMÉRICANISTES  
SCHWEIZERISCHE AMERIKANISTEN GESELLSCHAFT

**EDITORES DE ESTE NÚMERO:**

CLAUDE AUROI  
C. RODRIGO SÁEZ MUÑOZ

**CORRECTOR DE ESTILO Y COORDINACIÓN DE EDICIÓN:**

NICOLÁS OCARANZA

**COMITÉ EDITORIAL PERMANENTE:**

CLAUDE AUROI, STÉFANIA DI IULIO, STEPHAN RIST

**FOTOGRAFÍA DE PORTADA:**

"CERRO TOLOLO" DE NORBERTO SEEBACH

**IMAGEN DE CONTRAPORTADA:**

MARIBEL ABURTO  
[HTTPS://CREATIVA.CO.NZ/](https://creativa.co.nz/)

**DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:**

CRISTINA TAPIA ROBLES

**IMÁGENES:**

MARIO TORAL  
NORBERTO SEEBACH

**GRAFISMO:**

RAFAEL LÓPEZ GIRAL

IMPRESO EN GRAFIKA

PUBLICADO CON EL APOYO FINANCIERO DE LA ACADEMIA SUIZA DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES  
PUBLIÉ AVEC LE SOUTIEN DE L'ACADÉMIE SUISSE DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES (ASSH)  
VERÖFFENTLICHT MIT UNTERSTÜTZUNG DER SCHWEIZERISCHEN AKADEMIE DER GEISTES UND  
SOZIALWISSENSCHAFTEN (SAGW)

SIÈGE ET BIBLIOTHÈQUE DE LA SSA-SAG :  
MUSÉE D'ETHNOGRAPHIE DE GENÈVE (MEG)  
65-67, BOULEVARD CARL-VOGT,  
CH-1205, GENÈVE (SUISSE)

SOCIÉTÉ SUISSE DES AMÉRICANISTES  
CASE POSTALE 410  
1211 GENEVE 12

SEPTIEMBRE 2017

COPYRIGHT: 2017 BY SOCIÉTÉ SUISSE DES AMÉRICANISTES  
ISSN 0582 - 1592  
ISBN 978-956-365-057-0  
[WWW.SAG.SSA.CH](http://WWW.SAG.SSA.CH)



SAG - SCHWEIZERISCHE AMERIKANISTEN-GESELLSCHAFT  
SSA - SOCIÉTÉ SUISSE DES AMÉRICANISTES  
SSA - SWISS SOCIETY OF AMERICANISTS  
SSA - SOCIEDAD SUIZA DE AMERICANISTAS



# CHILE MIRANDO HACIA SU FUTURO

CAMBIOS PROFUNDOS POR VENIR

LA REVISTA, BOLETÍN N° 77, 2016-17  
SOCIEDAD SUIZA DE AMERICANISTAS

EDITORES DE ESTE NÚMERO  
CLAUDE AUROI Y C. RODRIGO SÁEZ MUÑOZ



# ÍNDICE

BOLETÍN NO 77, 2016-17

Agradecemos: a los autores por su paciencia y gran labor, a Nicolás Ocaranza por su revisión de estilo y trabajo de coordinación, a Mario Toral y a la Corporación Metro de Santiago por permitirnos utilizar las imágenes del Mural de la Estación Universidad de Chile, a Norberto Seebach por su trabajo de digitalización y por permitirnos utilizar sus fotografías de Chile, a la Fundación Neruda por autorizarnos incluir el poema "Entrada a la Madera" y una fotografía de Neruda, a la Fundación Gonzalo Rojas por permitirnos publicar una fotografía de Gonzalo y a la ASSH por su apoyo.

Claude Auroi  
Profesor Emérito del Graduate Institute of International and Development Studies,  
Geneva (IHEID).

C. Rodrigo Sáez Muñoz  
Dr. en Historia y Política Internacional de IHEID; Miembro, Sociedad Suiza de Americanistas; Investigador Asociado, Fondation Pierre du Bois.

Co-editores de Chile Mirando Hacia Su Futuro



Schweizerische Akademie der Geistes- und Sozialwissenschaften  
Académie suisse des sciences humaines et sociales  
Accademia svizzera di scienze morali e sociali  
Academia svizra da ciencias morales e sociais  
Swiss Academy of Humanities and Social Sciences



06 INTRODUCCIÓN  
**"The past is never dead. It's not even past." William Faulkner**

10 LA CONSTITUCIÓN Y SUS FANTASMAS  
Sofía Correa Sutil

20 LA CRISIS DE LA "DEMOCRACIA DE LOS ACUERDOS" (2011-2016)  
Alberto Mayol

43 CHILE Y SUS ESTUDIANTES EN 2011. UN JAQUE A LA POLÍTICA, PERO  
¿EN CUÁL PERSPECTIVA?  
Claude Auroi

63 LAS RELACIONES CHILE-ESTADOS UNIDOS EN LOS AÑOS 1980 COMO BASE DEL  
PRESENTE: LA ECONOMÍA DE LIBRE MERCADO ES EL HILO CONDUCTOR  
Diego Avaria



### Identidades y Cultura

76 ¿ES CHILE "COLONIAL"?  
Alfredo Jocelyn-Holt

86 ACERCA DE LA ETNICIDAD, SUS USOS Y DISTINCIONES TERRITORIALES EN CHILE  
José Bengoa

105 FUNDAMENTO POÉTICO DE CHILE (ALGUNOS VISLUMBRES)  
Cristián Warnken



### Chile y su Territorio

114 EL TERRITORIO CHILENO, UN ESPACIO EN (DE)FORMACIÓN: EL DIFÍCIL BALANCE  
ENTRE ESTADO UNITARIO Y UNA NECESARIA AUTONOMÍA REGIONAL  
Federico Arenas

124 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL Y SALUD PÚBLICA  
Andrei N. Tchernitchin

144 LOS COMPROMISOS DE CHILE EN ENERGÍA DESPUÉS DEL COP21:  
FUENTES DE ENERGÍA, ACUERDOS INTERNACIONALES, DESARROLLO ECONÓMICO Y  
PREOCUPACIONES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO  
C. Rodrigo Sáez Muñoz



### Capital Humano: Formación, Eficiencia e Innovación

168 EL SISTEMA EDUCACIONAL NEOLIBERAL Y EL FUTURO DE LA EDUCACIÓN ESCOLAR  
PÚBLICA CHILENA  
Oscar Corvalán Vásquez

182 INNOVACIÓN PARA EL FUTURO DEL PAÍS  
Juan Asenjo

192 RECUPERACIÓN DE LA SOLIDARIDAD EN LA PREVISIÓN DE SALUD. UN SUEÑO POSIBLE  
Antonio Infante



### Chile en el Mundo

204 LA INSERCIÓN ECONÓMICA INTERNACIONAL DE CHILE Y SUS DESAFÍOS  
Dorotea López G. y Felipe Muñoz N.

220 EL DÉFICIT ESTRATÉGICO DE LA DIPLOMACIA CHILENA  
José Rodríguez Elizondo

232 "ENTRADA A LA MADERA"  
Pablo Neruda



## Introducción - Chile Mirando Hacia Su Futuro

### ¿Hacia qué futuro?

Chile ya (re)vive bajo un régimen democrático desde hace más de 25 años. Es tiempo de preguntarnos cuál es la evolución actual de este país y cómo vislumbra su porvenir.

Es cierto que las heridas profundas de los años sombríos están todavía presentes y que ellas todavía pesan e inhiben la vida cotidiana y política. Pero la paz social también ha vuelto, al lado de un crecimiento que desde los años 1990 ha sido notable.

A partir de 1990 los partidos de centro-izquierda y de derecha de la Alianza han gobernado alternativamente, siendo la "Concertación de Partidos por la Democracia" la coalición que se ha quedado más tiempo en el poder. En varios casos, como en el acceso a la educación, los derechos humanos y sociales, este conglomerado de centro-izquierda ha logrado avances significativos.

Aunque haya heredado un modelo económico neoliberal que no era ideológicamente suyo, la Concertación no lo ha modificado profundamente, sino que ha tratado de suavizarlo socialmente. ¿Cuáles han sido las consecuencias de este modelo? ¿Es viable en el largo plazo?

Finalmente, en el concierto internacional de las naciones, Chile juega a menudo un papel particular, se alinea poco con los grandes conjuntos latinoamericanos vinculantes –como el Mercosur– y mira más hacia perspectivas multilaterales abiertas. ¿Será esto una constante en el futuro?

En este volumen, investigadores y especialistas, en su mayoría chilenos, intentan dar respuesta a las grandes preguntas cruciales para el futuro de Chile, examinando su desarrollo institucional, social, económico y ambiental.

## Introduction - Le Chili regarde vers l'avenir

### Vers quel futur?

Le Chili (re)vit sous un régime démocratique depuis près de vingt-cinq ans. Il est temps de se demander comment ce pays évolue et comment il voit son avenir.

Il est certain que des cicatrices profondes des années sombres restent présentes et elles pèsent certainement encore et inhibent la vie quotidienne et politique. Mais la paix sociale est aussi revenue, avec une croissance économique qui depuis les années quatre-vingt-dix a été remarquable.

Depuis 1990 les partis de centre-gauche et de droite ont gouverné en alternance, la « Concertation des partis pour la démocratie » ayant occupé le plus longtemps le pouvoir. Dans plusieurs domaines comme les droits humains et sociaux et l'éducation cette conjonction de centre-gauche a réalisé des avancées certaines.

Bien qu'ayant hérité d'un modèle économique néolibéral qui n'était pas idéologiquement le sien, la Concertation ne l'a pas profondément modifié, mais a cherché à l'infléchir socialement. Quelles en ont été les conséquences et est-il viable à long terme ?

Enfin, dans le concert international des nations, le Chili joue souvent un jeu original, peu aligné sur les grandes coalitions contraignantes d'Amérique du sud – comme le Mercosur – et plus tourné vers les perspectives multilatérales ouvertes. Sera-ce là une constante aussi dans le futur ?

Une de chercheurs et spécialistes dans leur domaine, chiliens dans leur majorité, tentent ici de répondre aux questions cruciales pour l'avenir du Chili, en examinant leur développement institutionnel, social, économique et environnemental.

## Introduction - Chile Looks to its Future

### Towards which future?

Chile has revived under a democratic regime for more than 25 years. It is time to ask ourselves what is the current evolution of the country and how do we discern its future.

It is clear that the deep wounds of the gloomy years are still present and they weigh on and inhibit current life and politics. But social peace also returned, alongside notable growth since the 1990's.

Beginning in 1990 the center-left and the right wing "Alianza" have governed alternately; the "Concertación of the parties for democracy" has been in power most of the time. In various fields such as access to education and human and civil rights, this center-left grouping has made significant advances.

Although it inherited a neoliberal economic model that was ideologically not its own, the *Concertación* has not altered it significantly, even though it has tried to soften it on a social level. What are the consequences of this model and is it viable in the long term?

Finally, in the international concert of nations, Chile often plays a particular role, participating little in large Latin-American associations such as Mercosur and looking more towards open multilateral perspectives. Will that be a constant in the future as well?

In this volume, researchers and specialists, mainly from Chile, attempt to give responses to the great crucial questions about the future of Chile, its institutional, social, economic and environmental development.

Claude Auroi  
C. Rodrigo Sáez Muñoz

# LOS COMPROMISOS DE CHILE EN ENERGÍA DESPUÉS DEL COP21:

FUENTES DE ENERGÍA, ACUERDOS INTERNACIONALES, DESARROLLO ECONÓMICO Y PREOCUPACIONES SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

## C. RODRIGO SÁEZ MUÑOZ

Historiador y Politólogo Internacional.  
PhD Graduate Institute -Geneva (IHEID).  
Investigador Asociado, Fondation Pierre du Bois.  
Rodrigo.Saez@me.com



Detalle,  
"Explosión de Gas Grisú",  
MARIO TORAL

### RESUMEN

Este ensayo trata del sector productor de energía de Chile, el mayor emisor de CO2 del país y el sector más apto para una política nacional estratégica. Chile es muy vulnerable a los efectos del cambio climático, pero su economía de tamaño medio tiene demandas de energía que continúan aumentando rápidamente. Para hacer frente a estos retos, Chile se comprometió con el COP21 a reducir su huella de CO2 modificando su dependencia de los combustibles fósiles y aumentando su vínculo con las energías renovables no convencionales (ERN), en particular la energía eólica y solar. El análisis incluye la actual mezcla energética de Chile, sus recursos energéticos renovables sin explotar, y su progreso en el cumplimiento de sus compromisos con el COP21 para llegar a una combinación de energía más limpia a corto y mediano plazo dentro de las restricciones económicas.

### RÉSUMÉ

Cet article traite de la production d'énergie au Chili, le plus grand émetteur de CO2 dans le pays et le secteur le plus approprié pour un secteur de la politique nationale stratégique. Le Chili est très vulnérable aux effets du changement climatique, mais son économie a des demandes moyennes d'énergie en augmentation continue et rapide. Pour relever ces défis, le Chili s'est engagé à la COP21 à réduire son empreinte de CO2 en modifiant sa dépendance aux combustibles fossiles et en augmentant son lien avec l'énergie non-conventionnelle renouvelable (NCRE), en particulier l'énergie éolienne et solaire. L'analyse comprend la combinaison actuelle d'énergie du Chili, de ses ressources encore inexploitées d'énergie renouvelable et des progrès réalisés dans le respect des engagements à la COP21 pour atteindre un mix énergétique plus propre dans le court et moyen terme en tenant compte des contraintes économiques.

### ABSTRACT

This essay deals with Chile's energy producing sector, the country's largest CO2 emitter and the sector most amenable to a strategic national policy. Chile is highly vulnerable to the effects of climate change, but its mid-sized economy has power demands that continue to increase rapidly. In order to meet these dual challenges, Chile made commitments to COP21 to reduce its CO2 footprint by modifying its dependence on fossil fuels and increasing its reliance on non-conventional renewable energy (NCRE) sources, particularly wind and solar energy. The analysis includes Chile's current energy mix, its untapped renewable energy resources, and its progress in meeting its COP21 commitments to arrive at a cleaner energy combination in the short to medium term within economic constraints.

## I CHILE Y SUS COMPROMISOS CON EL COP21



Chile, país relativamente pequeño con una población cercana a los 18 millones de habitantes, es responsable de solo el 0,25% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>. Si bien la contribución potencial del país a la reducción de estas emisiones mundiales es insignificante, el impacto del cambio climático causado es y será muy perjudicial para el bienestar de Chile. Existen múltiples sectores que consumen energía y producen emisiones de CO<sub>2</sub>: transporte, construcción, uso de energía en el hogar, oficinas e industrias. El sector de producción de energía es el mayor generador de emisiones de CO<sub>2</sub>. Todos estos sectores deben ser abordados para disminuir la huella de CO<sub>2</sub> de Chile. Sin embargo, en este ensayo me centraré únicamente en el sector de la producción de energía, porque es el mayor emisor de CO<sub>2</sub> y porque su naturaleza centralizada la convierte potencialmente en el blanco más sensible para una estrategia nacional.

Chile tiene una costa larga (4270 km) y sus ríos cortos y rápidos dependen del derretimiento de la nieve y de los glaciares. Estos factores geográficos hacen que el país andino sea altamente vulnerable al cambio climático. Tales cambios tendrán un efecto cada vez mayor en la economía del país. Por ejemplo, el sector agrícola económico, que incluye las tierras áridas y semiáridas irrigadas en el norte y centro donde se producen frutas y vinos de alto valor y el sur lluvioso que produce cereales y otros productos esenciales, susceptibles a las consecuencias negativas del cambio climático. Las mismas vulnerabilidades se mantienen en otros importantes sectores económicos de Chile como la silvicultura, la pesca marítima y la acuicultura. La minería, la actividad económica más importante de Chile, no está directamente amenazada por el cambio climático, pero este sector depende de la estabilidad de los mercados internacionales.

En Chile, los mayores impulsores de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI; en particular el CO<sub>2</sub>) han sido, y siguen siendo, la generación de energía, el transporte y la minería. El consumo de energía de Chile, abastecido por fuentes de combustibles fósiles (el carbón, el petróleo y el gas natural), energía hidroeléctrica y fuentes renovables no convencionales, continúa creciendo, duplicándose aproximadamente cada década (Sáez Muñoz, 2014: 229). "Entre 1990 y el 2010 las emisiones del sector energético se duplicaron, pasando de una cantidad de alrededor de 34 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> a 68 millones de toneladas, siendo el sector energético responsable de casi el 75% de las emisiones en Chile para el 2010" (Ministerio de Energía, 2016: 31-32). Debido a que las tasas de crecimiento de la población y las tasas de crecimiento económico influyen en el consumo de energía, las relaciones entre estos factores y las emisiones de GEI se examinan en la sección siguiente.

En el documento de la *Contribución Nacional Tentativa de Chile* (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015 (COP21), presentado el 29 de septiembre de 2015, Chile propuso reducir sus emisiones de CO<sub>2</sub> para el año 2030 en un 30% respecto a los niveles del 2007 (Gobierno de Chile INDC, 2015). Además, si aportes monetarios internacionales están disponibles, Chile se comprometió a reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> entre un 35% y un 45% dentro del plazo. Chile mide su contribución en términos de "intensidad de emisiones (toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por Producto Interno Bruto (PIB) en millones de CLP \$2011)" (Gobierno de Chile INDC, 2015: 9), y es uno de los pocos países que divide las actividades del sector de Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (UTCUTS) de otras fuentes de emisión, mejorando así la claridad de sus propuestas de la INDC. Como parte de la planificación de UTCUTS "Chile se compromete al manejo sustentable y recuperación de



Vista exterior de la sala de negociaciones del COP21 en el sitio del centro de exposiciones de Bourget.



"Santiago de Chile", NORBERTO SEEBACH

100.000 hectáreas de bosque, principalmente nativo, que representará capturas y reducción de GEI en alrededor de 600.000 toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente anuales, a partir del 2030" (Ibidem). Sin embargo, los compromisos globales de Chile vienen con varias advertencias, incluyendo la asunción de tasas de crecimiento económico similares a la de la década anterior del país (promedio anual del 4,45% de 2005-2015, excluyendo 2008-2009, según datos del Banco Mundial). Adicionalmente, los componentes de este compromiso están sujetos a la aprobación de los cambios a la Ley de Recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal (Ley 20.283).

La trayectoria de Chile para cumplir con sus compromisos se basa en los indicadores proporcionados por el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (1990-2010), los análisis y recomendaciones de mitigación proporcionados por el proyecto *Mitigation Action Plans and Scenarios* (MAPS Chile) y los aportes de varios ministerios y audiencias públicas. La estrategia chilena para enfrentar los desafíos del cambio climático tiene cinco pilares: 1) mitigación (reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>); 2) adaptación (por ejemplo, manejo del agua y silvicultura, evaluaciones periódicas del sector); 3) desarrollo y fortalecimiento de capacidades; 4) desarrollo tecnológico y transferencia; 5) financiamiento. La fase de comentarios públicos del Plan de Acción de Chile se ha completado. El documento del Plan de Acción cubrirá el período comprendido entre los años 2017 y 2022.

Una crítica a los compromisos de Chile con el COP21 fue proporcionada por Climate Action Tracker (2016: 13-14). Este análisis señala que el objetivo de Chile de reducir en un 30% las emisiones de GEI de los niveles entre los años 2007 y 2030 equivale, de hecho, a un aumento de 222% con respecto a los niveles de 1990 (o un 75% sobre los niveles del año 2010 si se excluyen las emisiones de UTCUTS). El objetivo de Chile es una reducción del 35-45% de las emisiones de GEI de los niveles de 2007 para el año 2030, si el apoyo financiero internacional ocurre, equivaldría a un aumento del 154-198% respecto a los niveles de 1990 (o un 38-62% aumento sobre los niveles de 2010 si se excluyen las emisiones de UTCUTS). Climate Action Tracker calificó estos objetivos como "inadecuados" porque si todos los países asumieran los mismos compromisos, el calentamiento global excedería 3-4°C. Aunque estas propuestas de Chile fueron calificadas como "inadecuadas", el país cumpliría su compromiso de reducción del 30% del INDC para el año 2030. En las secciones siguientes analizo las necesidades energéticas de Chile, las opciones de fuentes de energía, los requerimientos de infraestructura y las consideraciones sociales que afectan la planificación energética a largo plazo. Estos factores estarán relacionados con los esfuerzos que Chile ha hecho y está realizando para incentivar nuevos programas para mejorar sus compromisos con el COP21 más allá de la meta relativamente baja que se ha fijado.

## II LOS CONDUCTORES DE LA DEMANDA DE ENERGÍA

### CRECIMIENTO POBLACIONAL / URBANIZACIÓN

El crecimiento de la población es un factor importante en la demanda y en el consumo de energía. La tasa de crecimiento de la población chilena es solo alrededor del 0,82%. Aunque la tasa actual de migración neta de 0,34 (por mil) no es lo suficientemente grande como para tener un impacto significativo hoy en día, las tendencias apuntan a que Chile se convierta en un polo migratorio, atrayendo a personas de la región y de más allá. Se espera que la población actual 17,8 millones crezca hasta cerca de 19,5 millones para el año 2030. Esto sugiere que el modesto crecimiento de la población en Chile no tendrá un impacto importante en el consumo de energía. Sin embargo, la alta tasa de urbanización es un factor que complica. Hoy en día, el 89% de la población de Chile se considera "urbana" y la ONU proyecta que esta cifra alcanzará alrededor del 94% en 2050. En términos del uso público y privado, las densas poblaciones urbanas tienen mayores probabilidades de ser consumidores de energía más intensos que las comunidades rurales dispersas. Transporte, requisitos del lugar de trabajo y uso doméstico de aparatos eléctricos son los principales sectores de consumo. Además, las poblaciones urbanas son más capaces de organizarse políticamente, que las comunidades rurales dispersas, por ello exigen que sus necesidades energéticas sean satisfechas.

### CRECIMIENTO ECONÓMICO

El crecimiento económico de Chile, medido por la Renta Nacional Bruta (RNB), ha sido continuo y fuerte en los últimos 25 años. La RNB fue de US\$2.260 en 1990 y US\$14.100 en 2015 (Banco Mundial). Este crecimiento económico continuo ha sido más rápido que el crecimiento poblacional de Chile y se ha asociado con niveles crecientes de urbanización. Sin embargo, Chile es el país con la distribución más desigual de riqueza en la OCDE, con un coeficiente GINI de 50,45 estimación del año 2013 (World Bank, 2016). También es el país latinoamericano con mayores costos de energía. Esto tiene un impacto negativo considerable en la competitividad del sector industrial-minero de Chile y en los hogares de bajos ingresos.

¿Por qué los costos de energía son tan altos en Chile? Chile es un importador neto de combustibles fósiles para alimentar su infraestructura de generación eléctrica. Hasta el año 2014, el precio global de los hidrocarburos era alto. Aunque los precios mundiales de los combustibles han disminuido significativamente en los últimos años, los contratos de energía de alto costo siguen vigentes y mantendrán los precios elevados hasta el 2021 (Ministro de Energía Máximo Pacheco "Las cuentas de la luz van a bajar en un 20% a partir de 2021" citado en Barrientos Dörner, 2016), cuando los nuevos contratos

deberían comenzar a reducir los precios. La historia de la estrategia de importación de combustibles en Chile es instructiva. En los años 1990, Chile tomó la decisión estratégica de depender del gas natural argentino importado para sus necesidades energéticas. Después de construir una extensa red de gasoductos y plantas, Chile comenzó a recibir importaciones de gas de Argentina en 1997, de acuerdo con un tratado de "Protocolo de Integración de Gas". En virtud de este tratado, Chile recibió un tercio de sus necesidades energéticas. Sin embargo, a partir del año 2002, la crisis financiera de Argentina llevó a su gobierno a congelar los precios de la energía para los consumidores. Esto condujo a reducciones en la inversión y en la producción del sector energético. Bajo una presión política para satisfacer las necesidades internas, el gas argentino dejó de fluir a Chile en el 2004, coincidiendo con un fuerte aumento en el costo de los hidrocarburos en los mercados internacionales. A pesar de las grandes reservas de gas, Argentina no pudo satisfacer sus propias necesidades energéticas en el año 2016. Hoy en día, los mismos gasoductos construidos en los años 90 se están utilizando para permitir a Chile reexportar gas natural licuado (GNL) a Argentina. En retrospectiva, la planificación fue mala al depender de una fuente externa de combustible (con una débil negociación de multas) y renunciar a invertir en la energía hidroeléctrica chilena. Por lo tanto, un importante factor que contribuyó al alto costo de la energía en Chile fue la necesidad de adoptar un enfoque costoso y "sucio" (dependiente del carbón y diésel), en lugar de desarrollar un plan estratégico de energía. El Ministerio de Energía de Chile está ahora comprometido en la planificación a largo plazo para un futuro energético seguro, más limpio y menos costoso.

El Ministerio de Energía ha ideado un plan de licitación de contratos destinados a aumentar la competencia y a reducir los costos del suministro de energía. El objetivo de este plan es incrementar la participación de las energías renovables no convencionales (ERN) en la matriz energética nacional. El proceso de solicitud de concesión se simplificó e incorporó objetivos anuales para los generadores. Otra modificación importante fue la incorporación de "bloques de tiempo" en la última subasta energética de Chile. Esta modificación abrió la puerta a tecnologías como la energía eólica y solar, permitiéndoles competir con fuentes de energía tradicionales (por ejemplo, grandes hidroeléctricas y carbón) mediante la licitación de bloques de tiempo específicos para suministrar energía: 23:00 a 7:59, 8:00 a 17:59 y el bloque máximo de consumo de 18:00 a 22:59.

En julio del 2016, Chile subastó contratos por 12.430GWh por año durante veinte años. Este proceso de licitación atrajo a 84 empresas chilenas e internacionales. El precio promedio de las licitaciones ganadoras fue de US\$47,60 MWh. Este fue el precio más bajo desde que el proceso de licitación fue instituido hace una década; y fue un 60% y 34% inferior respecto a las ofertas medias de los años 2013 y 2015, respectivamente. El gobierno espera que, como resultado de la licitación del 2016, las facturas de electricidad disminuirán un 20% a partir de 2021.

Las críticas importantes del proceso de licitación son la falta de financiación clara de algunos de los proyectos más ambiciosos, proyecciones excesivamente optimistas para la rentabilidad a largo plazo y multas bajas por incumplimiento. La próxima subasta de energía en octubre del 2017 será de 4.200GWh anuales, comenzando en el 2023 por un período de 20 años para alimentar el Sistema Interconectado Central (SIC) y el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING). Las nuevas características de esta subasta implican que 3.540GWh/año se destinarán a segmentos de bloques de tiempo o de 24 horas, 660GWh/año se destinarán a bloques de trimestre o bloques de todo el año y el proceso de selección de ofertas se dividirá en dos fases. Las garantías de rendimiento financiero se han duplicado con el fin de abordar una de las críticas mencionadas anteriormente.

### MINERÍA

La minería, el sector más importante de la economía chilena, representó el 11,2% del PIB total de Chile y el 55% de sus exportaciones en el año 2014 (D'Abreo, 2016: 6-7). La llamada "Gran Minería", cuyo foco principal es la producción de cobre, domina la actividad minera de Chile y hace un uso intensivo de los recursos energéticos. Según el Instituto Nacional de Estadísticas de Chile, el crecimiento total de la demanda de energía de la industria del cobre aumentó 223,9% entre 1991 y 2010 (INE, 2011: 4). Para satisfacer las necesidades del rápido crecimiento de la actividad minera, se construyeron plantas de combustibles fósiles productoras de energía (por ejemplo, Olivos 116 MW de gas en el 2008; Nuevas Ventanas 267 MW de carbón en el 2009; y Andina 165MW de carbón en el 2010). Sin embargo, el súper ciclo de la demanda de productos básicos (incluida la demanda de cobre) comenzó a llegar a su fin en el año 2014. El precio de una libra de cobre bajó de valores máximos de alrededor de US\$4,50 en febrero del 2011 a mínimos de alrededor de US\$2,04 en agosto del 2016. Se anticipa una gradual recuperación.

El fin del súper ciclo de la demanda de cobre se suma a una serie de problemas que enfrentan las actividades mineras de Chile. Los altos costos de la energía y la incertidumbre de las capacidades actuales y futuras para generarla presentan al sector minero importantes impedimentos estructurales a su competitividad y a la viabilidad de sus futuros proyectos. Entre el 2005 y el 2015, los costos de megavatio por hora (MWh) de Chile para la minería del cobre se duplicaron "cerca US \$100 por megavatio-hora, según el Consejo Minero con sede en Santiago, un precio que casi duplica el de su vecino Perú" (Dube, 2015: B8), que hace que la energía minera de cobre de Chile sea "la más cara de la región y una de las más altas de todos los países mineros. Esta es una gran desventaja para el sector minero chileno, dado que la energía representa aproximadamente el 18% del costo de producción en efectivo" (D'Abreo, 2016: 10). Otro motivo de preocupación para la industria minera es el hecho de que en los últimos años, los proyectos generadores han sido retirados o aplazados después de haber sido aprobados

inicialmente. Entre estos proyectos se encuentran: Punta Alcalde, una central termoeléctrica de 750 MW de carbón (ENDESA); Central Castilla, una planta termoeléctrica de carbón de 2.100 MW (MPX y E.ON); y la más emblemática, HydroAysén, una planta hidroeléctrica ubicada en la Patagonia y programada para generar 2.750 MW (ENDESA y COLBÚN). El proyecto HydroAysén habría generado del 15 al 20% de las necesidades energéticas de la nación. El aplazamiento o paralización de nuevos proyectos de generación de energía y la desaceleración económica nacional tendrán inevitablemente consecuencias para el consumo de energía en el sector minero de Chile, pero su severidad aún no se ha determinado.

Una respuesta a los retos energéticos que enfrenta la Gran Minería ha sido la incorporación de energía renovable en sus proyectos de infraestructura. El principal factor motivador para la adopción de estas fuentes de energía por parte del sector minero chileno no son las preocupaciones ambientales, sino la necesidad de seguridad energética y de precios competitivos (Dube, 2015: B8). Avanzando, esta consideración crecerá en importancia. Diego Hernández, entonces Vicepresidente de la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), señala: "El envejecimiento de las minas provoca un incremento en la dureza de los materiales y la caída de las leyes del mineral genera la necesidad de un mayor procesamiento de la roca para obtener la misma cantidad de producto ... [por lo cual la] ... energía es un insumo estratégico que va aumentando su demanda en un 53% en los últimos años" (Staff, 2016: 3). Según Slattery (2016) "algunas minas están pagando más de 100 dólares por megavatio hora en sus contratos más caros, mientras que los productores eólicos han ofrecido 24 horas de energía con precios tan bajos como \$38 en la red pública de Chile". Estos importantes diferenciales de costos están motivando al sector minero a considerar la renegociación de contratos a largo plazo. Ilustrativo de la relación en evolución entre la minería y las ERNC es la sustitución de calderas industriales de producción de energía en una de las minas de CODELCO en el Desierto de Atacama la que una vez consumió 67.000 barriles de diésel por año con 3.000 paneles solares (Dube, 2015: B8).

## III OPCIONES DE FUENTES DE ENERGÍA

### 3.1 FUENTES DE ENERGÍA CONVENCIONALES.

#### ENERGÍA HIDRÁULICA

La energía hidroeléctrica en Chile ha desempeñado tradicionalmente un papel importante, aunque no siempre dominante, en la producción de energía (en 2004 ésta representó el 78% de la generación de energía, pero más recientemente ha representado solo el 30%). La geografía y los recursos hídricos de Chile hacen de la energía hidroeléctrica una excelente fuente de energía, con una

huella de carbono limpia, en contraste con otras fuentes de energías convencionales como el carbón o el GNL. El costo económico de la energía hidroeléctrica también es relativamente estable porque depende del ciclo natural del agua, más que de los combustibles fósiles importados. Las plantas hidroeléctricas son capaces de pasar de cero a la máxima producción en la red eléctrica rápidamente, haciéndolas ideales para proporcionar energía de respaldo esencial. A pesar de sus muchas ventajas, la energía hidroeléctrica tiene varios inconvenientes. Las desventajas de la gran hidroeléctrica incluyen las perturbaciones ambientales y de la comunidad, plazos largos desde la iniciación del proyecto hasta la finalización, altos costos financieros iniciales y, dependiendo del diseño, la producción de metano en los embalses inundados puede exceder el ahorro de CO<sub>2</sub>. En Chile, ya se han desarrollado la mayoría de las mejores ubicaciones cerca de los puntos de consumo (por ejemplo, operaciones mineras y centros urbanos más grandes). Las nuevas grandes centrales hidroeléctricas a menudo requieren largas líneas de transmisión que son costosas de construir y tienen efectos no deseados en el medio ambiente y en las comunidades locales. El cambio climático ya está teniendo un impacto en los patrones de lluvia en Chile, socavando la seguridad a largo plazo del agua para las represas hidroeléctricas.

El potencial de la gran hidroeléctrica para aumentar su papel como una fuente significativa de generación de energía existe porque hay enormes recursos subdesarrollados y sin explotar, particularmente en el extremo sur de Chile. Estos recursos sin explotar podrían permitir la entrada de capacidad "limpia" a la matriz de energía. Chile tiene un potencial estimado de 21.279 MW (Rudnick et. al.; citado en Nasirov y Silva, 2014: 29). En la actualidad tiene una capacidad instalada de hidro embalse en la red SIC de 19,3%. La hidro pasada contribuye 16,1% de electricidad en la red SIC (Comisión Nacional de Energía, 2017). La oposición a la expansión agresiva de grandes proyectos hidro embalses ha florecido en la última década. Emblema de esta oposición es HydroAysén, un proyecto de \$3,2 mil millones de dólares que se espera genere 18.430GWh al año y que representa el 28% del consumo de Chile en el año 2012 (Nasirov y Silva, 2014: 29). A pesar de recibir la aprobación del gobierno en el 2008, la oposición de activistas ambientales locales, nacionales e internacionales terminó con el rechazo del proyecto por el Comité de Ministros de la Presidenta Bachelet en junio del 2014. Los activistas locales de derechos y ambientalistas de Chile, después de luchar una década en contra de HydroAysén, lograron utilizar efectivamente los procesos judiciales y los medios sociales para informar a la opinión pública y organizar manifestaciones de masas en oposición a proyectos que no alcanzaron a construir un consenso profundo entre los afectados. Es interesante que la suspensión del Proyecto HydroAysén probablemente no resultará en una escasez de energía que algunos pronosticaban, gracias a la expansión vigorosa de las ERNC. En las palabras de Herman Chadwick, Presidente de Enel Chile: "Estaba este cuco de que si no había HydroAysén no había energía en

Chile, pero ya el 58% de su generación ha sido suplido por fuentes solares o eólicas. Entonces, uno dice que hay que mirarlo bien" (Vargas, 2017: B2). La gran hidroeléctrica es costosa y requiere largo tiempo para planificar y ejecutar, ahora incumbe a las corporaciones mirar más allá del apoyo político otorgado por cualquier administración, incorporar un amplio consenso tanto a nivel local como nacional y considerar atentamente las opciones de ERNC menos invasivas de un entorno único como la Patagonia de Chile.

#### CARBÓN Y DIÉSEL

El carbón bituminoso es el único combustible fósil abundante encontrado en Chile, y es un elemento importante de la seguridad energética del país. Sin embargo, debido al alto costo de extracción, Chile debe importar la mayor parte del carbón que utiliza para la generación térmica. Según el Ministerio de Energía, en el año 2015 Chile importó 9873 millones de toneladas métricas de carbón, principalmente de Colombia (41,6%), Estados Unidos (33,4%) y Australia (20,7%). Las plantas térmicas alimentadas con carbón emiten altos niveles de CO<sub>2</sub>, son extremadamente perjudiciales para el medio ambiente y un peligro probado para la salud de las comunidades que viven cerca de las plantas generadoras (el plomo, otros metales pesados tóxicos y arsénico liberados como subproductos). Como resultado, las plantas de carbón son el foco de fuerte oposición de los grupos ambientalistas y de las comunidades locales que no quieren que se construyan dentro de sus distritos.

La rápida expansión de las centrales termoeléctricas alimentadas con carbón en Chile fue el resultado directo del repentino fin de los suministros argentinos de GNL en el 2004/2005. La respuesta del estado chileno bajo el Presidente Lagos y la primera administración de la Presidenta Bachelet fue conceder apresuradamente la aprobación de proyectos termoeléctricos, muchos de éstos eran accionados por carbón y diésel. Entre el 2005 y el 2015 la parte de la matriz eléctrica alimentada por carbón casi se duplicó, alcanzando el 18% en el año 2015 (Valencia, 2016: C6).

El futuro de la generación de energía de carbón en Chile es incierto. Desde el año 2010, veintidós proyectos de carbón diseñados para generar 6.880MW fueron cancelados. Se trata de un cambio drástico respecto a las expectativas del 2012, cuando el carbón fue visto como un elemento importante de la futura generación de energía chilena. En el 2016, la estación de carbón de Cochrane se conectó con 532MW. Es uno de los pocos proyectos de centrales a carbón que queda y la conclusión de algunos otros proyectos previamente aprobados es incierta.

En agosto del 2007, el carbón y el diésel representaron el 58% de la potencia en el SIC. En ese año, el 22% de la energía generada en Chile fue producida a partir del combustible diésel, el cual casi todo fue importado. El diésel fue introducido masivamente en el 2005/06 como otra solución rápida por la pérdida de gas natural argentino. En el año 2016, el diésel sigue siendo una fuente

importante de energía en Chile (3099 MW, lo que equivale alrededor del 14% de toda la energía generada) debido a que las plantas de legado siguen activas. Sin embargo, dado su impacto medioambiental altamente negativo y los costos relativamente altos y variables, la participación del diésel en el aporte de electricidad a las redes SIC y SING debería disminuir en el corto y mediano plazo. Su papel puede ser asumido por el gas natural licuado (GNL) y la geotérmica, que son menos perjudiciales para el medio ambiente.

#### GAS NATURAL LICUADO (GNL)

El Gas Natural Licuado (GNL) es una opción mucho más limpia que otros hidrocarburos que Chile puede emplear para satisfacer sus demandas energéticas. El GNL, no renovable, puede servir como transición a las energías renovables. Chile ya había construido, en los años noventa, una extensa red de gasoductos para el transporte de gas natural argentino, que posteriormente quedó indisponible. Esta red ha sido adaptada para recibir las importaciones de GNL de otros proveedores internacionales, porque Chile no posee reservas significativas de gas natural. La Comisión Nacional de Energía de Chile informó que en el 2016 los principales exportadores de GNL a Chile fueron Trinidad y Tobago (52%) y Estados Unidos (31%). Aunque los precios internacionales del GNL son actualmente bajos, no hay garantías de que entre ahora y el año 2025 los precios no aumenten significativamente, lo que supone una cuestión importante de fiabilidad y previsibilidad de los precios. GNL ingresa al sistema en Chile y se re-gasifica en el terminal de GNL Quinteros (operativo desde el 2009 y

atendiendo al centro y sur de Chile); GNL también ingresa al norte de Chile en el terminal de GNL de Mejillones (operativo desde el 2010). En junio del 2013, se aprobó otro proyecto de GNL (Penco Lirquén). El GNL aportó considerablemente a la generación de electricidad en las redes SIC (en el centro y sur de Chile 16,9%) y SING (en el norte de Chile 36,9%) en el año 2016 (Comisión Nacional de Energía, 2017).

#### 3.2 FUENTES DE ENERGÍA RENOVABLE NO CONVENCIONALES (ERNC)

Las fuentes de energía renovable no convencionales (ERNC) en Chile, teóricamente, tienen la capacidad de generar energía más que suficiente para satisfacer todas las demandas actuales, las futuras previstas e incluso si las fuentes de ERNC, con tecnologías establecidas en otros países y con un tremendo potencial en Chile (por ejemplo, la energía geotérmica) quedan fuera de la ecuación. En el año 2012, las ERNC operacionales representaron solo el 4,9% de la producción total de energía de Chile. En 2016, la ERNC aportó alrededor del 15% de la producción total de energía de Chile y la producción de ERNC creció a razón de unos 1000MW por año. Además, los costos de los ERNC se están volviendo muy competitivos y los aumentos de costos son más controlables y predecibles que los de la energía producida a partir de combustibles fósiles (Kunstmann, 2014; Román et al., 2015; Watts, 2015; Comisión Nacional de Energía, 2017).

Un importante impulso para trasladar la producción de energía de las fuentes de energía convencionales hacia

"Géiseres Tatío", NORBERTO SEEBACH



las fuentes de ERNC llegó en abril del 2008, cuando el gobierno nacional aprobó la Ley 20.257 de Energías Renovables No Convencionales. Esta ley obligaba a las ERNC a constituir al menos el 5% para el año 2014 (ya sea de sus propias plantas generadoras o compradas a terceros). A partir de 2015, esta ley requiere incrementos anuales de 0,5% hasta que las contribuciones de la ERNC a la red de transmisión constituyan, en el 2024, al menos el 10% de la electricidad total vendida. En octubre de 2013, la ley fue enmendada y ahora requiere que las empresas eléctricas que generen 200MW, o más en capacidad operativa total, deben generar 20% de su producción eléctrica en el año 2025 de las ERNC (Ley 20.698) (Gobierno de Chile INDC, 2015: 5). El incumplimiento de estas metas resultará en multas significativas (International Energy Agency, 2016). En esta sección se analizan las fuentes de ERNC de Chile: eólica, solar, centrales hidroeléctricas de paso (menos de 20MW), biomasa y geotérmica.

#### ENERGÍA EÓLICA

Con su costa larga, las altas cumbres de la cordillera de los Andes y sus valles transversales, Chile es un excelente candidato para el desarrollo de la energía eólica como una fuente importante de energía eléctrica. Sin embargo, el desarrollo de esta fuente de energía ha sido relativamente lento en Chile. Por ejemplo, entre el 2001 y el 2007 había meramente 20MW de capacidad instalada eólica. Entre los años 2008 y 2011 se agregaron otros 185MW de capacidad eólica instalada, generados a partir de 3 o 4 parques eólicos a escala comercial (Bernabei, 2016: 42). Desde 2012, se ha registrado un notable incremento del interés en la inversión en más parques eólicos, con proyectos de 3.250MW con aprobación medioambiental entre el 2012 y el 2013. Solo 385MW de este total estaban en operación o en construcción a fines del 2013 (Ibidem). En el año 2016, la energía eólica suministró alrededor del 6% de la electricidad del país (Comisión Nacional de Energía, 2017), muy por debajo del nivel alcanzado por otros países de la OCDE como Alemania, Dinamarca, Estados Unidos y China. Hay varios factores que han retrasado la rápida expansión de la energía eólica en Chile. Para el año 2014 el gobierno nacional no había indicado un objetivo específico para la instalación de energía eólica (Kunstmann, 2014). Se necesita una cantidad de tiempo considerable para obtener datos fiables sobre los patrones y las velocidades del viento antes de poder determinar la viabilidad comercial de la ubicación de parques eólicos a escala comercial; Chile tiene una escasez de promotores de proyectos y funcionarios públicos con la experiencia necesaria para mover diligentemente los proyectos a través del proceso de aprobación (Ibidem). Las zonas de Chile con patrones de viento satisfactorios se localizan frecuentemente lejos de los sitios urbanos con importantes requerimientos de energía eléctrica. Además, el escepticismo y las expectativas de los propietarios de los terrenos, donde se ubicarían los aerogeneradores,

deben ser considerados de antemano, aunque tal ubicación puede ser compatible con el pastoreo de ganado y algunas actividades agrícolas.

A pesar de estos problemas, Chile ha avanzado con vigor en los proyectos de energía eólica en los últimos años. Por ejemplo, entre los años 2014 y 2016 la capacidad eólica en construcción aumentó de 168MW a alrededor de 400MW (Ortiz, 2016). Se prevé un mayor desarrollo de la energía eólica hasta un nivel en el que se convertirá en un principal contribuidor de ERNC en Chile en el año 2030 (Carvalho et. al., 2014: 1, 3, 4, 10 y 11). Aunque puede tardar hasta 7,5 años para que un proyecto eólico a escala comercial se convierta en operacional (1,5 años para instalar el parque eólico y 3-6 años para completar la infraestructura de transmisión), la tecnología eólica se considera actualmente la más madura de las fuentes de ERNC, ya que una vez que se obtienen datos confiables sobre los patrones de viento y el emplazamiento adecuado de las turbinas eólicas, hay menos incertidumbre sobre la evolución de los costos de inversión en comparación a otras fuentes de ERNC (Araneda et. al., 2010: 1-5; Carvalho et. al., 2014: 11). Las políticas gubernamentales también están evolucionando para impulsar el desarrollo de la energía eólica. Por ejemplo, los proyectos de pequeña escala no tienen que pagar tarifas de transmisión, mientras que los proyectos eólicos a escala comercial solo se cobran proporcionalmente a su producción. Se da preferencia a la energía eólica para la conexión a la red, con modificaciones de la "red inteligente" que se hacen debido a la naturaleza intermitente de la energía eólica. El Ministerio de Energía y CORFO están proporcionando cierta cofinanciación de estudios y desarrollo de la energía eólica (Araneda, et. al., 2010: 1-5; Kunstmann, 2014). Adicionalmente, el Ministerio de Energía ha implementado un proceso de licitación más competitivo para la adjudicación de contratos de energía eléctrica, permitiendo la entrada de una amplia variedad de actores independientes.

Por supuesto, la capacidad de energía eólica no se distribuye uniformemente a lo largo de Chile. En el año 2015, de los 902MW de capacidad instalada, 610MW provenían de la Región de Coquimbo, con sus vientos costeros y transversales. Estos parques eólicos, ubicados en el llamado "Norte Chico", están conectados a la red SIC. Otros 200MW también están conectados a la red SIC, desde otras localidades del centro y sur de Chile. En 2015, hubo 90MW de energía eólica conectados a la red SING, procedentes de la Región de Antofagasta, con su ciclo matutino de fuertes vientos costeros inducidos térmicamente. Esta energía eólica se utiliza principalmente para operaciones mineras. Ese mismo año, 2MW de energía eólica fueron generados desde la zona sur del país (Región de Aysén), que cuenta con fuertes vientos en el Océano Pacífico. También en 2015, los expertos constataron el potencial de Chile para instalar eventualmente 5-8GW de energía eólica (Sauma, 2016: B10; Carvalho et. al., 2014: 11; Kunstmann, 2014). Ese año

se inició la construcción de un parque eólico a escala comercial en el Desierto de Atacama (norte de Chile) que consta de 56 aerogeneradores. Este parque eólico está programado para entrar en operación en el 2017 con una capacidad de 185MW (Ortiz, 2016). Adicionalmente, a través del proceso de licitación competitiva recientemente implementado por el Ministerio de Energía, se adjudicó a Mainstream Chile Corp. un contrato de veinte años para siete nuevos parques eólicos a escala comercial para iniciar operaciones en varias partes de Chile en el año 2021.

#### ENERGÍA SOLAR

La radiación solar absorbida por la Tierra en un año es 1400 veces mayor que todo el uso humano de la energía. Esta radiación puede producir veinticinco veces más energía que todas las reservas de carbón del mundo (Román et. al., 2015). Chile es uno de los países mejor posicionados en el mundo para hacer uso de la energía solar. Las ventajas de la radiación solar en Chile son 30-40% superiores que las mejores de Europa y 15-20% mejores que las mejores del mundo (Ibidem). Estas ventajas de la radiación solar son más evidentes en el Desierto de Atacama, en el norte del país, zona que se está convirtiendo en un centro líder de energía solar debido a su muy alta radiación solar directa, entre las más intensas del planeta (Watts, 2015; Seebach, 2015). El Desierto de Atacama se encuentra entre 18°S y 25°S latitud, confirmando poca variación estacional. Su meseta intermedia está emplazada entre 2000-4000 metros sobre el nivel del mar, por lo que hay una masa de aire reducida, lo que conduce a una menor absorción, difusión y dispersión de la radiación solar. El área es extremadamente seca y el 90% de los días son totalmente claros (Román et. al., 2015). Sin embargo, el Desierto de Atacama no es la única zona en Chile que tiene una capacidad significativa para utilizar la energía solar. Se proyecta que la producción de energía solar podría llegar a 1,7-3,6 GW, en el 2030 (Carvalho et. al., 2014: 1, 3 y 10). Esta tendencia se ve favorecida por la disminución de los costos de los módulos solares y la mayor apertura del proceso de licitación de contratos, lo que reduce los costos y fomenta los avances tecnológicos. Desde 2013 Chile se ha movido con eficacia para aprovechar la radiación solar a sus necesidades energéticas.

Existen dos tipos de producción de energía solar en uso en Chile: plantas fotovoltaicas y plantas solares concentradas. Las plantas fotovoltaicas captan la radiación solar en los paneles. Esto se considera una tecnología madura en Chile, con precios competitivos en comparación a otras fuentes de energía, incluyendo los combustibles fósiles (atribuido a Marcelo Matus del Centro de Investigación de Energía Solar - SERC Chile citado en Maldonado, 2015: 31). En 2013 las plantas fotovoltaicas en Chile estaban produciendo solo 6MW de energía, pero para el 2014 había aumentado dramáticamente a 452MW (datos del Informe Anual de ERNC de febrero de 2015 citado en Bachra et. al., 2015: 27). En junio del 2016 se informó que un total de 1665,19 MW de energía estaban siendo

producidos por plantas fotovoltaicas operativas: 1.269,01 MW conectados a la red SIC y 396,18 MW a la red SING (Comisión Nacional de Energía, 2017). Si bien esta producción no se acerca a la de algunos países que lideran el campo de la producción de energía fotovoltaica (por ejemplo, Alemania 35GW, China 18,3GW e Italia 17,6GW) la trayectoria de Chile es alentadora (Ibidem). Hay al menos 300MW adicionales que han recibido la aprobación medioambiental (Román et. al., 2015). Las adaptaciones de la red se requieren para acomodar la producción adicional de las plantas fotovoltaicas, que proporcionan un patrón intermitente de producción. Una de las grandes plantas fotovoltaicas de Chile es Amanecer Solar Cap (SunEdison), construida en menos de un año e inaugurada en el 2014 con una capacidad de 101MW. La planta tiene un acuerdo para vender energía al grupo minero y siderúrgico CAP, al que aporta el 15% de las necesidades energéticas del grupo. La planta está ubicada en el norte de Chile, al sur del Desierto de Atacama (Román et. al., 2015; Maldonado, 2015: 38-41). La planta PV Salvador es otro gran proyecto fotovoltaico. Fue inaugurado en el 2015 y tiene una capacidad de 70MW. Esta planta se encuentra en la Región de Atacama y vende su producción de energía directamente al mercado spot. Curiosamente, la planta utiliza una tecnología robótica de limpieza de paneles solares que debería aumentar la producción anual de energía en un 15% y reducir el uso de agua en un 75% en comparación con las tecnologías convencionales de limpieza (Ibidem). El Romero, ubicado en el Valle de Vallenar del Desierto de Atacama, es la mayor planta de energía solar fotovoltaica de América Latina y se encuentra entre las diez más grandes del mundo: tiene un potencial de generación máximo de 246MW y debería estar totalmente en línea en el 2017.

El segundo tipo de planta solar es la Planta de Concentración Solar (CSP). Una gran planta de este tipo está programada para comenzar a funcionar en el 2017. Está siendo construida por la empresa española Abengoa en el Desierto de Atacama y será el generador ERNC más importante para esta región. El Atacama 1 CSP será la planta termosolar más grande del mundo que utiliza una torre única enorme. Generará 110MW de energía termosolar, transmitida a través de la red SING (Maldonado, 2015: 28). Un receptor solar de 2000 toneladas se encuentra en la parte superior de la torre CSP de 250 metros. El receptor calienta una piscina de 50.000 toneladas de sal localmente minada y fundida a 565°C durante el día, con 10.600 espejos helioestatos que reflejan la luz del sol hasta la torre. El diseño permite 18 horas de almacenamiento de sal fundida, de manera que las turbinas continúan siendo conducidas durante la noche (Watts, 2015; Román et. al., 2015) y solo son necesarios 50 empleados de mantenimiento. El costo (US\$120MWh) se proyecta para estar a la par con el gas y se espera que disminuya aún más. La inversión es atractiva, ya que este proyecto implica un contrato de veinte años con precios fijos, garantizando buenos beneficios a largo plazo. Otros dos proyectos CSP ya han recibido la

aprobación medioambiental (Watts, 2015; Román et. al., 2015). El proyecto CSP de Abengoa es el primero de su tipo en América Latina, pero las recientes dificultades financieras de la empresa presentan un reto al proyecto (Watts, 2015). Otros desafíos provienen de la ubicación de la planta CSP en el desierto, donde la escasez de agua, vientos fuertes y cambiantes, tormentas de arena ocasionales, ambientes salinos en algunas localidades y gotas de ácido de las operaciones mineras pueden afectar el proyecto. El problema de la escasez de agua se puede tratar mediante dos opciones: el uso de torres de condensación enfriada por aire (pero esto reduce la potencia de salida en un 7-10%) o el uso de "co-generación solar" en el que el calor residual del ciclo termodinámico se utiliza en el proceso minero. El calor del proceso para las plantas de extracción electrolítica de la minería puede ser proporcionado por la energía térmica CSP (0,35-2MW). Cabe señalar que el plan original de Abengoa también incluyó la instalación de 392.000 paneles fotovoltaicos para producir 100MW transmitidos a través de la red SING. La consideración de la viabilidad de esta parte del plan descansa en la situación financiera de la empresa (Maldonado, 2015: 28; Román et. al., 2015). El perfil actual de CSP en Chile es OMM en operación, 110MW en construcción y 760MW con aprobación de la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) y se puede comparar con los tres líderes mundiales en CSP: España 2.300MW, EEUU. 882MW y Emiratos Árabes Unidos 100MW en funcionamiento (datos del Informe Anual de ERNC de febrero del 2015 citado en Bachra et. al., 2015: 27; Sauma, 2016: B10).

Hay mucho espacio para el optimismo con respecto al desarrollo de la energía solar en Chile debido a la geo-

grafía favorable del país y a la luz solar intensa, especialmente en el norte. El potencial de generación solar de Chile está teóricamente en el rango de 1000GW y la demanda interna de 20GW es una fracción muy pequeña de este potencial. Alrededor de un tercio de los proyectos energéticos en construcción en Chile son solares (Watts, 2015). Existe una asociación natural que podría formarse entre el sector minero de Chile (que representa el 30-40% de la demanda de energía eléctrica del país y que probablemente representará aproximadamente el 60% de la nueva demanda de energía eléctrica en el futuro) y la energía solar (concentrada en el norte de Chile, la zona de mayor actividad minera). La alianza debe hacer a la minería más sustentable y ofrecer incentivos y oportunidades para las innovaciones tecnológicas que reducen los costos de generación de energía solar (Román et. al., 2015). Los costos de generación de energía solar (\$/MWh en base a los precios de contratos a largo plazo) disminuyeron alrededor de dos tercios entre el 2000 y el 2014 y son competitivos con el petróleo y el GNL, cuyos costos no disminuyeron sustancialmente durante el mismo período (The Economist, 2015).

#### MINICENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE PASO

Las minicentrales hidroeléctricas de paso se clasifican como fuentes de ERNC. Chile hace un uso limitado de esta fuente de energía potencial. Por ejemplo, en el año 2015 la capacidad operativa de las minicentrales hidroeléctricas de paso fue de 368MW; 57MW estaban en construcción; 337MW fueron aprobadas por la RCA y 215MW estaban siendo evaluadas (datos del Informe Anual de ERNC de febrero de 2015 citado en Bachra et.



Planta de Concentración Solar de Abengoa, en el Desierto de Atacama con una torre de 250 metros y 10600 espejos heliostatos (Gentileza de Empresa Abengoa, España).

al., 2015: 27). Las centrales hidroeléctricas de paso son ventajosas en varios aspectos. Son menos invasivas para el medio ambiente, causan menos conflictos por cuestiones ambientales y diversifican las entradas en la red de energía. Un inconveniente es que el costo de generar 1MW de energía de una pequeña planta hidroeléctrica es sustancialmente mayor que el de las grandes centrales hidroeléctricas. Por lo tanto, los pequeños proyectos hidroeléctricos de paso pueden requerir apoyo gubernamental u otro tipo de apoyo (Maldonado, 2015: 18). La Hidromaule Company (filial de la empresa italiana Sorigente) ofrece ejemplos de centrales hidroeléctricas de paso. Hidromaule desarrolló tres proyectos hidroeléctricos de paso en la región del Maule: Lircay (operativa en el 2008), Mariposas (operativa en el 2011) y Providencia (operativa en el 2013). Estas centrales hidroeléctricas de paso utilizan canales de riego existentes, minimizando así los impactos negativos sobre el medio ambiente. Los proyectos son el resultado de acuerdos entre Hidromaule y la Asociación de Canalistas de Maule. Esta Asociación recibe un pago anual para cubrir parte de los costos de operación y mantenimiento. Los tres pequeños proyectos hidroeléctricos de paso proporcionan un total de 41MW de potencia, que se transmiten a través de la red SIC. En el transcurso de un año, las plantas aportan 230GWh de energía y contribuyen a la reducción de emisiones de casi 111 toneladas de CO2 equivalente/año (Weber, 2016: 58-59).

Existen ejemplos de propuestas para añadir nuevas centrales hidroeléctricas de paso. CODELCO busca ofertas para la construcción y operación de una pequeña planta en un canal de un relave ubicado en su división El Teniente. Tal minicentral sería capaz de generar 3MW de potencia (Maldonado, 2015: 27). La Comisión Nacional de Riego identificó unos 100 puntos en los cuales se podrían construir centrales de paso en las regiones de La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, en la parte sur de Chile. La Comisión ha estado debatiendo estas propuestas con el Ministerio de Energía (Ibidem: 18).

A partir de 2015, las minicentrales hidroeléctricas de paso representaron el 17,3% de la capacidad total de MW de ERNC. Sin embargo, si se considera no solo la capacidad instalada, sino también los proyectos en construcción y los proyectos que habían recibido la aprobación de la RCA en el 2015, la contribución de las minicentrales hidroeléctricas de paso a la generación de ERNC disminuye al 2,3-4,2%. Esto se debe principalmente a las nuevas inversiones sustanciales en energía eólica y solar (datos del Informe Anual de ERNC de febrero de 2015 citado en Bachra et. al., 2015: 27; Comisión Nacional de Energía, 2017).

#### BIOMASA

La energía proveniente de la biomasa/biogás en Chile surge como un subproducto de la industria maderera, de la agricultura y de las industrias de residuos. Se prevé que las fuentes de biomasa contribuyan con aproximadamente un 3,2% de la generación de energía de ERNC

(incluida la capacidad operativa actual del MW, más los proyectos en construcción y los proyectos aprobados por la RCA a partir del 2015) (datos del Informe Anual de ERNC de febrero de 2015 citado en Bachra et. al., 2015: 27). En 2016, la capacidad operativa derivada de la biomasa es de 470,16 MW, equivalente alrededor del 3% de la red SIC. La opción biomasa/biogás es ventajosa porque permite aprovechar un recurso abundante derivado de actividades económicas ya existentes. Un ejemplo importante son las astillas de madera, un subproducto de la gran industria forestal y papelera de Chile. Hasta hace unos años las virutas de madera se consideraban que imponían un costo de eliminación, pero ahora estas virutas se utilizan extensamente en el lugar para poner en funcionamiento secadores para la madera/pulpa así como para otras necesidades de energía. Un reto para los operadores que deseen utilizar este modelo de biomasa de generación de energía surge de la dificultad de obtener cantidades suficientes de virutas de madera y aserrín dentro de un radio limitado. Otra dificultad es que, más allá de este radio, los costos de transporte se vuelven prohibitivos.

Aunque la biomasa forestal representa el 20% del recurso nacional de energía primaria, su uso se ha limitado principalmente al consumo en los hogares. Existen algunos intentos pilotos de introducir la biomasa en el mercado generador mediante la sustitución parcial de la biomasa por el carbón en instalaciones de co-combustión. Un proyecto piloto de la Universidad de Concepción indicó que tal programa de co-combustión resultó en reducciones notorias de SO2 y NOx en sus ensayos (cercana al 20% y 27% respectivamente). Empresas como Power GDF Suez han sido capaces de quemar una combinación de 10% de biomasa junto al carbón en algunas de sus plantas generadoras. Sin embargo, dicha co-combustión no califica como ERNC según la Ley 20.257. Además, algunas centrales eléctricas existentes pueden tener problemas para implementar la co-combustión debido a su diseño. Por último, habría que obtener permisos ambientales para una alternativa de co-combustión (Maldonado, 2015: 23).

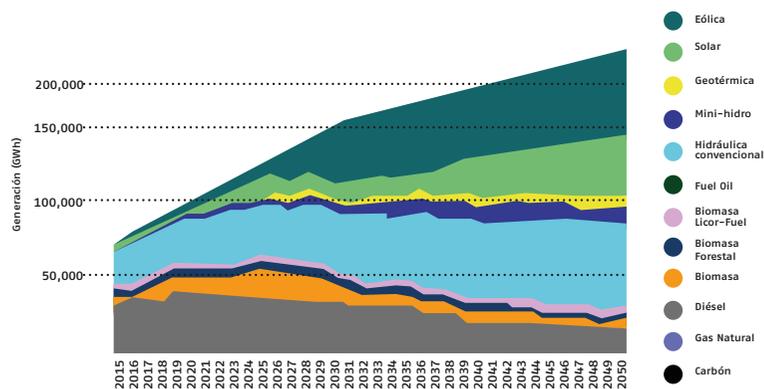
#### GEOTÉRMICA

Chile tiene la capacidad potencial para producir 1,5-3,3GW de energía de fuentes geotérmicas (Reed, 2013: 2; Carvalho et. al., 2014: 10). La estimación menos conservadora es equivalente a casi la mitad del aumento de la capacidad energética necesaria para el año 2020 según las predicciones del gobierno (Reed, 2013: 2). La energía geotérmica tiene varias ventajas, entre ellas: a) bajas emisiones de CO2, óxido nitroso y gases que contienen azufre, en comparación con las plantas de combustibles fósiles; b) en contraste con las grandes centrales hidroeléctricas, las plantas geotérmicas tienen menos efectos irreversibles sobre los ecosistemas vulnerables; c) la energía geotérmica se produce en

todas las horas, en contraste con la energía eólica y solar; d) no se ve afectada por las sequías como en la energía hidroeléctrica, y no está sujeta a fluctuaciones de precios como los combustibles fósiles (Ibídem). Sin embargo, a pesar de estas ventajas hay un desarrollo lento de la energía geotérmica en Chile. Esto se debe a varios factores. En primer lugar, la geotérmica es una tecnología que requiere gran inversión, particularmente en las primeras etapas de la perforación exploratoria (Bernabei, 2016: 43). Un segundo factor es el largo tiempo necesario para alcanzar la etapa de producción. En el caso de la energía geotérmica se requieren hasta trece años. Esto contrasta con otras fuentes ERNC como la eólica (5-7 años) o solar (1-2 años). Las tecnologías eólica y solar también tienen las ventajas de "primer motor", puesto ya que se han establecido redes de desarrolladores y proveedores de servicios y enlaces a líneas de transmisión (Reed, 2013: 4). Además, Chile carece de una sofisticada plataforma de perforación -necesaria para la energía geotérmica- y debe importar el equipo y la experiencia necesaria para operarla, a un costo mucho mayor. Por último, existen graves obstáculos para el desarrollo geotérmico con respecto a la falta de un claro compromiso político y la oposición de comunidades indígenas, am-

bientalistas y otras comunidades afectadas (Reed, 2013: 4-5). Sin embargo, si Chile pudiera encontrar formas de resolver estas preocupaciones, la geotérmica tendría costos competitivos a largo plazo. Por ejemplo, el apoyo al desarrollo de la energía geotérmica podría venir en forma de seguro para las fases de perforación, facilidades fiscales para acelerar la apreciación y/o la exención del IVA en la tecnología y/o las subvenciones del gobierno o agencias internacionales (Bernabei, 2016: 43; Reed, 2013: 5-6). Además, antes de considerar la autorización de concesiones deben realizarse consultas sistemáticas previas a la exploración con las comunidades afectadas. Estas consultas deben tener en cuenta a las comunidades indígenas (Convenio 169 OIT adoptado en Ginebra en 1989, ratificado por Chile en el 2008 citado en Sáez Muñoz, 2014: 255-256), la protección de los acuíferos, los efectos ambientales y la preservación del patrimonio cultural. Cuando estas preocupaciones son ignoradas, dan lugar a una intensa oposición, como fue el caso de un intento mal considerado y fallido de desarrollar "El Tatio Geotérmica del Norte".

Otros países, como Nueva Zelanda, Islandia y las Filipinas, han encontrado formas de fomentar y desarrollar el uso de la energía geotérmica en una escala significativa.



Proyección de generación de energía en Chile entre los años 2015 y 2050, demostrando el aumento en importancia de las ERNC (Comité Consultivo de Energía: 73).<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Para esta proyección se realizaron simulaciones de escenarios de generación a futuro, considerando los lineamientos estratégicos propuestos por el grupo de trabajo "Energía Sustentable", bajo distintos supuestos. Para ello, se utilizó como base la información del proyecto MAPS Chile e información de costos y precios, validada en el marco de la Mesa de ERNC de Energía 2050. Para las proyecciones se utilizaron diferentes combinaciones de nivel de costos inversión en ERNC y precios de combustibles fósiles.

Esto no ha ocurrido aún en Chile, pero hay un par de proyectos que han sido aprobados: Cerro Pabellón (Enel Green Power) y Tolhuaca (Mighty River Power), con una capacidad combinada de solo 120MW. Cerro Pabellón se ubica a 4.500 metros sobre el nivel del mar, es la primera planta geotérmica en América del Sur. Cerro Pabellón proporciona electricidad a alrededor de 165.000 hogares en áreas remotas y con una población vulnerable. El proyecto Tolhuaca está programado para iniciar la producción de energía entre los años 2017 y 2019. Se han autorizado algunas concesiones adicionales para exploración y explotación geotérmica y será interesante ver si Chile se compromete a un desarrollo más robusto de sus abundantes recursos geotérmicos en el futuro (Reed, 2013: 3).

### 3.3 OTRAS ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS NO UTILIZADAS EN CHILE.

La generación de energía nuclear a escala comercial no está en uso en Chile. El país cuenta con dos pequeños reactores de investigación nuclear, diseñados para producir radiología para uso médico, agrícola e industrial, y ambos reactores están bajo la autoridad de la Comisión Chilena de Energía Nuclear. A pesar de la operación de la Comisión desde 1965, el país carece de experiencia en energía nuclear en términos de personal calificado, equipos e infraestructura física. No existe un organismo regulador independiente, ni un marco jurídico que establezca los principios de seguridad nuclear, radiológica y física, ni una definición clara de las funciones y responsabilidades del estado y de los operadores (Comité de Energía Nuclear de Potencia, 2015: 21). Dados los largos procesos que involucran el desarrollo de los niveles operativos de la producción de energía nuclear (quince años o más), la falta de infraestructura de transmisión adecuada para hacer frente a las centrales nucleares lo suficientemente grandes para producir energía económicamente, los altos niveles de rechazo social de la energía nuclear y la voluntad del poder judicial de intervenir, sería difícil encontrar actores privados dispuestos a asumir los riesgos de tal empresa comercial sin establecer garantías amplias que probablemente serían políticamente inviables. Por ejemplo, es improbable que el público, sensibilizado por la tragedia de la central nuclear de Fukushima después del terremoto del 2011 en Japón, reaccione positivamente a cualquier propuesta para iniciar la generación de energía nuclear en Chile, un país altamente sísmico. El documento "Energía 2050: Política Energética de Chile" descarta la energía nuclear a corto plazo, pero no cierra completamente la puerta a una evaluación más profunda.

La energía marítima eólica y la energía marítima de la ola tienen el potencial de convertirse en fuentes alternativas de energía importantes, especialmente dada la ola extremadamente larga de Chile y las condiciones favorables que presentan áreas como el extremo sur del

país. El extremo sur de la infraestructura eléctrica continental de Chile no está conectado al sistema de transmisión SIC. Hay una gran distancia desde las potenciales áreas de generación de energía del sur hasta los centros de consumo en el Valle Central de Santiago y las grandes operaciones mineras con fuertes demandas en el norte. Además, se tendría que importar el equipo y los conocimientos técnicos necesarios de los Países Bajos o Estados Unidos, lo que aumentaría considerablemente el costo de la investigación, planificación, iniciación y mantenimiento de las explotaciones marítimas eólica y de la ola y la necesidad de otorgar subvenciones importantes por parte del gobierno. Un estudio realizado en el año 2014 por el Laboratorio de Análisis de la Biosfera (LAB) de la Universidad de Chile analizó los campos eólicos de la costa de Chile. El análisis se basó en datos recopilados por satélites de NASA entre 1999 y 2009 para determinar el potencial energético de la costa. El director de LAB, Cristian Mattar, afirmó que "en promedio, el norte tiene un potencial equivalente a 225W por metro cuadrado, el área central 657W por metro cuadrado y el sur de 745W por metro cuadrado" (Offshore Wind Power, 2014).

## IV TRANSMISIÓN E INTERCONEXIÓN

En el mercado chileno de la electricidad privatizada, la transmisión es financiada por la inversión privada. La parte de transmisión del mercado eléctrico se reconoce como una actividad monopólica que funciona bajo regulaciones gubernamentales que establecen requisitos de inversión, fijan tarifas para el acceso y garantizan el acceso de terceros. En 2015, el Sistema Interconectado Central (SIC) tenía una capacidad instalada de 15.099MW y en la década de 1999-2008 experimentó un crecimiento de la carga promedio del 5,1%. La demanda era del 92,2% de la población total. La proporción de clientes regulados/no regulados fue del 55%/45% respectivamente, y la proporción de los contribuidores térmicos/hidroeléctricos/otros fue de 51%/42%/7%. En el año 2016, el SIC tenía una capacidad de generación instalada (96%) y en prueba (4%) de 17.584MW, compuesta por hidro embalse (19,3%), GN (16,9%), hidro pasada (16,1%), mini hidro pasada (2,5%), diésel (15,1%), carbón (13,4%), solar (7,2%), eólica (6,8%) y biomasa (2,7%). Transelec, la mayor compañía de transmisión en Chile, posee el 50% de la capacidad del SIC. En 2015, el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) tenía una capacidad instalada de 4.607MW y en la década de 1999-2008 experimentó un crecimiento de la carga promedio del 7,2%. La demanda llegó a un 85% en las empresas mineras y en un 6,3% en la escasa población del norte. La proporción de clientes regulados/no regulados fue del 10%/ 90% y la energía térmica contribuyó al 100% de la carga (de los cuales 49% eran carbón, 42% gas natural y 9% petróleo).

En el año 2016, el SING tenía una capacidad instalada (97%) y en prueba (3%) de 5.246MW compuesto por carbón (46,1%), GNL (36,9%), solar (7,5%), diésel (7,4%) y eólica (1,7%). Estos datos indican que para el año 2016 la Ley 20.257 ya estaba afectando positivamente la contribución de las ERNC a la red. La red SING es propiedad de varias empresas, cada una con una participación del 10-20% en la capacidad de transmisión. Las redes eléctricas SIC y SING constituyen el 99,2% de la transmisión en Chile, con otras dos en el sur del país que constituyen el resto. Uno de estos pequeños sistemas es Aysén (62MW de capacidad instalada, con demanda de alrededor del 0,6% de la población). El otro sistema de transmisión pequeño es Magallanes (102MW, con demanda de alrededor del 0,96% de la población). Ninguno de los cuatro sistemas de transmisión están conectados entre sí (Bachra et. al., 2015: 8 y 15 cita una cifra del Ministerio de Energía y del Centro de Despacho Económico de Carga, Sistema Interconectado, 2015; Comisión Nacional de Energía, 2017).

El SIC, el SING y las redes eléctricas más pequeñas se desarrollaron para acomodar la generación convencional (por ejemplo, térmica y gran hidroeléctrica). No obstante, para acomodar las entradas de energía intermitentes e impredecibles de las fuentes de ERNC a las redes, es necesario ampliar las líneas de transmisión, incorporando simultáneamente tecnologías y prácticas "más inteligentes". Estos enfoques "más inteligentes" incluyen "regímenes especiales de protección, sistemas coordinados de vigilancia y control, técnicas avanzadas de evaluación dinámica de la seguridad y gestión de la demanda" (Araneda et. al., 2010: 3). Las medidas necesarias para acomodar las entradas de ERNC a las redes tendrán un impacto en el financiamiento de las operaciones de la línea de transmisión. Por ejemplo, las conexiones de los parques eólicos requieren grandes y costosas expansiones y/o modernizaciones de las líneas de transmisión, aunque la naturaleza intermitente de estas aportaciones puede significar que, particularmente en los períodos de baja velocidad del viento, constituyan una muy pequeña contribución al sistema, con bajas tarifas. Es evidente que la planificación a largo plazo de la expansión y mejora de la transmisión debe permitir soluciones viables para los participantes en el mercado de la energía, al mismo tiempo que se minimizan los costos para los usuarios (Araneda et. al., 2010: 3-4).

Los gobiernos y las empresas chilenas han reconocido durante muchos años la necesidad de interconectar los sistemas de transmisión SIC y SING. En enero de 2014, la Ley 20.726 modificó la Ley General de Servicios Eléctricos, con el fin de promover la interconexión de los sistemas eléctricos independientes. Aunque se propusieron varias opciones, en diciembre del 2014 GDF Suez (a través de su filial E-CL) ganó la subasta energética y comenzó a construir la Transmisora Eléctrica



"Ojos del Salado", NORBERTO SEEBACH

del Norte (TEN) para conectar la ciudad de Mejillones (extremo sur del SING) con la ciudad de Copiapó (extremo norte de SIC) por una nueva línea de transmisión de 600km. La empresa también ganó, como parte de la misma subasta, los derechos para construir una central térmica de 375MW (GNL) y un puerto asociado. El proyecto de línea de transmisión se inició con una fecha operacional prevista para el segundo semestre de 2017. A mediados de noviembre de 2016, casi el 68% de la construcción de la línea de transmisión estaba completa. GDF Suez proyecta que el costo del proyecto será de aproximadamente \$1 billón de dólares.

## CONCLUSIONES

La geografía de Chile (que posee extensas zonas costeras bajas, paisajes áridos y semiáridos, y zonas propensas a la desertificación) y la naturaleza parte relevante de su economía (es decir agricultura de riego de alto valor y bosques en zonas lluviosas) y numerosa población urbana, lo vuelve altamente susceptible al cambio climático y requerirá que el país realice extensas inversiones en tecnologías de adaptación y mitigación. A pesar de que el ambiente, la economía y la sociedad de Chile se verán profundamente afectados por el cambio climático, es un país tan pequeño que, independientemente de las políticas y medidas que adopte, sus acciones no afectarán el curso del cambio climático mundial. Por lo tanto, incumbe al estado, y a los ciudadanos chilenos en general, implementar políticas que mitiguen los efectos del cambio climático dentro de las fronteras del país.

Estas políticas podrían servir como ejemplo de mejores prácticas tanto a nivel regional como global.

En el año 2010, el CO2 constituyó el 77% de los GEI en Chile (International Energy Agency, 2016). El sector generador de energía fue responsable de producir la mayor parte de las emisiones de CO2. Otros sectores responsables de las emisiones de CO2 son el transporte, la minería, y la fabricación/construcción. Los GEI también emanan de la agricultura y de los residuos. Sin embargo, el sector generador de energía es el único que se discute en este ensayo porque es considerado el más apto para la planificación estratégica y las decisiones debido a la magnitud de su impacto, su número relativamente limitado de puntos de emisión y su capacidad de respuesta a las señales del mercado. Estos factores proporcionan a Chile herramientas para modificar paradigmáticamente la diversidad de fuentes de las que se genera energía.

Una forma en la que Chile puede planificar de manera efectiva y estratégica para abordar las emisiones de CO2 del sector generador de energía es considerar las recomendaciones de organizaciones internacionales como la OCDE, el Banco Mundial, el FMI y la CEPAL, así como las mejores prácticas instituidas en otros países. Entre las recomendaciones más interesantes hechas o apoyadas por las organizaciones internacionales está el impuesto al CO2. En septiembre de 2014, Chile aprobó una ley de impuesto sobre el CO2 que entrará en vigencia en 2018. Este impuesto sobre el carbono se evaluará en plantas térmicas con una capacidad instalada de 50MW o más (las centrales eléctricas de biomasa están exentas) y se cobrará una tasa de US\$5 por tonelada de CO2 emitido. El objetivo del impuesto es incentivar a los productores de energía a alejarse de las fuentes de energía "sucias". Un impuesto sobre el carbono es una opción política promovida por el Banco Mundial, el FMI y la OCDE y que ya ha sido instituido por numerosos países, entre ellos Dinamarca, Estonia, Finlandia, Francia, Islandia, Irlanda, Letonia, Países Bajos, Polonia, Portugal, Suecia, Suiza y el Reino Unido. Chile es el primer país de Sudamérica en introducir un programa de impuestos sobre el carbono. Es probable que el impuesto al carbono de Chile de US\$5 por tonelada métrica de CO2 emitida sea demasiado bajo para proporcionar un incentivo económico para alejarse de los recursos de combustibles fósiles y el impuesto debe ser aumentado gradualmente. Un informe de la OECD/ECLAC señala que un impuesto sobre el carbono "debe ser igual a la tasa marginal de daños causados por cada unidad de emisiones. Los valores estimados [elegidos por Chile] son contenciosos, pero los valores comúnmente aceptados en los países miembros de la OCDE son significativamente más altos" (OECD/ECLAC, 2016: 185).

Ejemplo de mejores prácticas con otros países es la alianza chilena-suiza que ya tiene varios años de colaboración. Dos acuerdos fueron firmados por la ministra suiza del Medio Ambiente, Transporte, Energía y

Comunicaciones, Doris Leuthard, y los ministros chilenos del Medio Ambiente, Pablo Badener, y de Energía, Máximo Pacheco. En los acuerdos, Chile aporta su potencial al desarrollo de su riqueza en ERNC y Suiza contribuye con su tecnología de punta, innovación, experiencia y administración en materia energética y del medio ambiente (cambio climático, biodiversidad, higiene del aire, economía verde y residuos). Además, Suiza está trabajando con tres comunidades chilenas (Coyhaique, Temuco y Vitacura) en la concepción de "comunidades/ciudades energéticas" implementando proyectos pilotos de energía limpia y eficiente con la participación activa de los vecinos. En una escuela de Coyhaique el uso eficiente de biomasa resultó en ahorros de costos de calefacción (50%), aumento de la temperatura en las aulas durante el invierno y reducción de la contaminación. La Embajada Suiza aportó financieramente, junto con el apoyo de profesionales y empresas de ese país (Aravena, 2015: 15-16; Iglesias, 2015: 10-11; Jara, 2015: 12-14). Chile, con sus leyes y aspiraciones sobre energías renovables, con recomendaciones de organizaciones internacionales y ejemplos de mejores prácticas de otros países, debe proseguir con el plan de acción para completar sus compromisos con el COP21.

Debido a la complejidad del sector energético y a los impactos multifacéticos que tiene sobre la economía y la sociedad, Chile optó por un plan de acción altamente inclusivo para abordar el cambio climático. El concepto del modelo es crear un amplio y profundo consenso sobre el camino a seguir, con el objeto de considerar tanto los intereses nacionales como los sectoriales (Dufey, 2015: 10-11). Un desafío planteado por el enfoque de Chile para poder conciliar los intereses a veces conflictivos, entre las prioridades nacionales y las prioridades sectoriales económicas, deben de existir mecanismos para coordinar estos intereses y no distribuir la responsabilidad de tomar decisiones efectivas e informadas a través de muchos líderes institucionales (OECD/ECLAC, 2016: 181). La cuestión de la autoridad que se distribuye excesivamente se manifiesta, en la forma en que se organiza la gestión de los recursos hídricos en Chile. Estos recursos hídricos son gestionados por 15 agencias diferentes, lo que hace de Chile el miembro de la OCDE con el sistema de gestión del agua más disperso (Sáez Muñoz, 2014: 271-273). Un sistema similarmente fragmentado para el manejo de la energía no sería efectivo.

Los aspectos de los compromisos tomados por Chile en el COP21 dependen de que el país mantenga un crecimiento del PIB superior al 4%. La INDC de Chile señala que, en relación a su objetivo de intensidad del carbono, este "compromiso asume una tasa de crecimiento de la economía similar a la trayectoria de crecimiento que ha experimentado el país en la última década, excepto en los años más críticos de la crisis financiera internacional 2008-2009" (Gobierno de Chile INDC, 2015: 9). Sin embargo, la INDC de Chile no menciona los cambios en las medidas y metas que se harían si el país no alcanzara

su tasa de crecimiento promedio anterior de más del 4%. Desde la presentación de su INDC, el 29 de septiembre de 2015 (para la Conferencia del COP21 de París), la tasa de crecimiento del PIB de Chile cayó a 2,3% en 2015 y a 1,7% en 2016. La "OECD Environmental Performance Review: Chile 2016" sugirió que en su próxima INDC Chile debía aclarar las consecuencias de no cumplir con el crecimiento del PIB y/o no recibir financiamiento internacional (OECD/ECLAC, 2016: 180).

En el año 2012, las discusiones sobre las energías renovables condujeron inevitablemente a intensas críticas basadas en cuestiones de altos costos iniciales que serían traspasados a los usuarios finalmente y a la falta de confiabilidad y productividad de las tecnologías renovables para las necesidades de Chile. Sin embargo, las tecnologías renovables han madurado, sus costos han disminuido, su eficiencia ha aumentado y modificaciones útiles han sido hechas al proceso de licitación de contratos, incluyendo la incorporación de bloques de tiempo. Otro factor que debería ayudar a las ERNC es la inminente interconexión entre las redes SIC y SING (que se espera estén operativas durante el segundo semestre del 2017) y las "tecnologías inteligentes de gestión" que permitan a las redes incorporar aportes intermitentes de fuentes de ERNC. Esto dejaría aisladas solo a las pequeñas redes eléctricas de Aysén y Magallanes, regiones que son ricas en fuentes potenciales de entrada de ERNC (es decir, geotérmica, energía eólica e hidroeléctrica en alta mar). Todos estos factores han reducido considerablemente las preocupaciones sobre la idoneidad de las energías renovables para las necesidades energéticas de Chile. En "Energía 2050: Política Energética de Chile", se plantea desarrollar aún más la energía solar, eólica, geotérmica e hidroeléctrica (aunque todavía no se han incorporado otras ERNC potencialmente prometedoras como la energía marítima eólica y marítima de la ola) y se propone la reducción significativa de la dependencia de combustibles fósiles como el carbón y el diésel (Ministerio de Energía, 2016). El hecho de que la Gran Minería haya comenzado a incorporar las ERNC, motivada por consideraciones financieras (precios competitivos, confiabilidad, proyecciones a largo plazo), es un buen augurio para las ERNC. El GNL, una fuente de energía de combustibles fósiles más limpia que el carbón o el diésel puede servir como transición a las energías renovables. Pero en el mediano y largo plazo la energía geotérmica será una mejor opción de respaldo y diversificación de la entrada a la red en la planificación para el año 2050. El Gobierno de Chile ha sido razonablemente proactivo en sus esfuerzos por informar y educar al público sobre la importancia de ser partícipe de las medidas para combatir el cambio climático. Se ha logrado a través de publicaciones gubernamentales (en línea e impresas), paneles de expertos de la cinta azul del gobierno, debates televisivos y entrevistas con académicos y políticos, cobertura de foros internacionales sobre el cambio climático y reuniones a nivel comunitario.



"Central Geotérmica, Cerro Pabellón", (Gentileza de ENEL Green Power).

Hay una oposición bien documentada de las comunidades contra el establecimiento de centrales térmicas convencionales dentro de sus localidades, e incluso más allá de sus propios vecindarios. La población en general en Chile no percibe el cambio climático como una proyección teórica de la comunidad científica o como eventos aislados en lugares lejanos, sino como tendencias que ya son observables en su vida diaria (sequías prolongadas, aluviones, incendios forestales, derretimiento de glaciares, días más calurosos).

Una necesidad urgente para Chile es el desarrollo del capital humano, tanto en regiones como en las grandes ciudades, del conocimiento especializado dirigido a combatir el cambio climático a través de la expansión y la innovación en energía sostenible. Esta necesidad de expansión del capital humano no solo incluye a científicos, ingenieros y técnicos altamente capacitados con experiencia en temas energéticos y ambientales, sino también a profesionales que pueden evaluar, administrar y revisar proyectos energéticos de forma objetiva, sin tener en cuenta las conexiones políticas y con un

punto de vista estratégico. La capacitación de estos profesionales debe ser un proceso continuo, que mantenga a estos funcionarios al corriente de los avances científicos y tecnológicos.

Para alcanzar los objetivos del COP 21 a escala mundial, los procesos industriales y sus componentes tendrán que evolucionar considerablemente y reducir sus huellas de CO<sub>2</sub>. Una forma de avanzar hacia este objetivo es hacer de las fuentes ERNC los principales insumos energéticos en los procesos de producción industrial (incluyendo la producción de productos primarios como minerales, notoriamente conocidos por sus altas huellas de CO<sub>2</sub>). Chile tiene una vital ventaja competitiva debido a la alta intensidad de la radiación solar en su norte y el mayor número de días despejados y libres de nubes de la Tierra. El país podría proporcionar energía limpia y sustentable de bajo costo y abrir la oportunidad para que Chile se convierta en un exportador de energía limpia. Una segunda ventaja competitiva de Chile es que posee las mayores instalaciones y depósitos de producción de sal de litio en el mundo, con sus extraordinarias

propiedades de almacenamiento de energía. Ambas ventajas coinciden con la ubicación de las operaciones mineras de cobre de Chile, la más grande del mundo. Según Eduardo Bitrán, Vicepresidente Ejecutivo de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), esta confluencia de ventajas competitivas debería posicionar a Chile como el proveedor líder de "cobre verde", lo que permitiría a una serie de industrias mundiales reducir significativamente sus huellas de CO2 (Weissman, 2017). Una mayor expansión en la generación de energía limpia y barata permitiría a Chile no solo aumentar sus exportaciones de mineral de cobre, sino también desarrollar procesos que agreguen valor a la exportación. El limitado valor agregado a la producción de cobre, después de su extracción, ha sido un problema crónico en términos económicos para Chile y ha hecho que el país dependa excesivamente del precio cambiante de la materia prima. Grandes aumentos en la inversión financiera pública y privada e importantes nuevas inversiones en educación e investigación son necesarias para que Chile logre los beneficios ambientales de la energía limpia al igual que los enormes beneficios económicos que sus ventajas competitivas geográficas y geológicas le confieren. La política energética de Chile debe ser una política estratégica de Estado.

## BIBLIOGRAFÍA

ARANEDA, JUAN C., SEBASTIAN MOCARQUER, RODRIGO MORENO AND HUGH RUDNICK.

2010. "Challenges on integrating renewables into the Chilean grid". *Power System Technology. (POWERCON), IEEE 2010 International Conference on Power System Technology*, pp. 1-5. Hangzhou, China: 24-28 de octubre.

ARAVENA, NIEVES.

2015. "Escuela de Coyhaique innova con tecnología suiza para reducir emisiones contaminantes". *El Mercurio*, 1 de noviembre.

BACHRA, SIMERAN, MIEKA BUCKLEY-PEARSON, NINA DA NOBREGA GARCIA AND MEG MCQUILLAN.

2015. *Market Information Report: Chile*. Ontario: MaRS Market Insights, Advanced Energy Centre, July.

BARRIENTOS DÖRNER, MARCOS.

2016. "Revolución eléctrica: sin vuelta atrás". *El Mercurio*, 30 de septiembre. Edición online.

BERNABEI, SALVATORE.

2016. "Enel Green Power", en Cory D'Abreo, *Chile 2016 Mining Report*. Santiago: Banchile Inversiones.

CARVALLO, JUAN P., PATRICIA HIDALGO-GONZÁLEZ AND DANIEL M. KAMMEN.

2014. *Envisioning a sustainable Chile: Five findings about the future of the Chilean electricity and energy system*. Berkeley: Natural Resources Defense Council (NRDC) Report - UC Berkeley, October.

CLIMATE ACTION TRACKER.

2016. *Climate Action Tracker: Chile*, 2 November. Edición online.

COMITÉ CONSULTIVO DE ENERGÍA.

2015. *Hoja de ruta 2050*. Septiembre. Edición online.

COMITÉ DE ENERGÍA NUCLEAR DE POTENCIA.

2015. *Generación núcleo-eléctrica en Chile: Hacia una decisión racional. Estudio de Comisión de Energía Nuclear Chilena, Ministerio de Energía*. Santiago: Gobierno de Chile.

COMISIÓN NACIONAL DE ENERGÍA (CNE).

2017. *Capacidad instalada. Energía abierta*. Santiago: Gobierno de Chile. Edición online.

D'ABREO, CORY (ED.).

2016. *Chile 2016 Mining Report*. Santiago: Banchile Inversiones.

DUBE, RYAN.

2015. "Chile mines turn to renewable energy: Power-hungry operations save nearly \$20 per megawatt hour using the sun and wind". *Wall Street Journal*, 11 August. Online edición. Reimpreso como "La minera recurre a la energía renovable en Chile". *El Mercurio*, 13 de agosto: B8.

DUFÉY, ANNIE.

2015. "La transición energética de Chile: La hoja de ruta de energía 2050". *Puentes* 16 (9): 10-15. Edición online.

**THE ECONOMIST.**

2015. "Renewable energy not a toy". *The Economist*, 11 April. Edición online.

**GOBIERNO DE CHILE.**

2015. *Contribución Nacional Tentativa de Chile (INDC) para el Acuerdo Climático París 2015*. Santiago: Gobierno de Chile, septiembre.

**IGLESIAS, JUAN PAULO.**

2015. "Ministra del Medio Ambiente y Energía de Suiza: 'En Chile hay un gran potencial para aumentar las energías renovables'". *La Tercera*, 31 de octubre. Edición online.

**INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICAS DE CHILE (INE).**

2011. *Análisis del comportamiento del consumo eléctrico y la actividad minera*. Santiago: INE, diciembre.

**INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA).**

2016. *Non-conventional Renewable Energy Law (Law 20.257). Policies and Measures: Chile*. 13 September. Edición online.

**JARA, MARIEL.**

2015. "Chile gana atractivo en energías renovables". *Swissinfo*, 2 de noviembre.

**KUNSTMANN, ARTURO.**

2014. "Renewable energy and its sources in Chile". *Renewables International. The Magazine*, 23 October. Edición online.

**MALDONADO, DANIELA (ED.).**

2015. "El futuro del carbón". *Electricidad: La Revista Energética de Chile*, marzo.

**MINISTERIO DE ENERGÍA.**

2016. *Energía 2050. Política Energética de Chile*. Santiago: Gobierno de Chile.

**MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE (OFICINA DE CAMBIO CLIMÁTICO).**

2014. *Chile's National Greenhouse Gas Inventory, 1990-2010*. Santiago: Gobierno de Chile.

**NASIROV, SHAHRIYAR AND CARLOS SILVA.**

2014. "Diversification of Chilean energy matrix: recent developments and challenges". *IAEE Forum*, pp. 27-31.

**OECD/ECLAC.**

2016. *Environmental Performance Reviews: Chile 2016*. OECD Publishing. Paris.

**OFFSHORE WIND POWER.**

2014. "Chile evaluates offshore wind potential". *Offshore Wind Power Projects & Companies*. (Newsletter), 12 August. Edición online.

**ORTIZ, FABIOLA.**

2016. "Wind power plant in Atacama Desert fills Chile's clean-energy sails". *Global Energy News (Thomson Reuters Foundation)*, 5 July. Edición online.

**REED, ANDREW.**

2013. *Energía geotérmica: Aprovechando la potencia de la tierra para impulsar el futuro energético de Chile*. Berkeley: Natural Resources Defense Council (NRDC) Study, UC Berkeley.

**ROMÁN, ROBERTO, JANNIK HAAS AND GUSTAVO DÍAZ.**

2015. "XXth vs. XXI Century" [Lecture]. *Workshop on Bifacial photovoltaics implemented at the Atacama Desert solar platform*. Antofagasta: Universidad de Antofagasta. 12 January.

**SÁEZ MUÑOZ, C. RODRIGO.**

2014. *Privatized Water Rights and Services in Chile 1981-2011*. Geneva: PhD Thesis, Graduate Institute - Geneva.

**SAUMA, ENZO.**

2016. "La energía renovable en Chile y en el mundo". *El Mercurio [Economía y Negocios]*, 14 de septiembre.

**SEEBACH, CLAUDIO.**

2015. "Oportunidades de inversión en un mercado eléctrico dinámico y competitivo". *Foro Empresarial Chile-Italia*. Santiago, 23 octubre.

**SLATTERY, GRAHAM.**

2016. "Exclusive: Chile copper firms try to rejig contracts to tap renewable energy". *Reuters*, 7 December. Edición online.

**STAFF (COMENTARIO DE DIEGO HERNÁNDEZ).**

2017. "¿Por qué las energías renovables cobran sentido en la minería chilena?". *Energy and Mines*, marzo. Edición online.

**VALENCIA, MANUEL.**

2016. "OCDE critica aumento de centrales a carbón y pide impuesto para erradicar ese combustible". *El Mercurio*, 22 de julio.

**VARGAS, HERNÁN.**

2017. "Presidente de Enel Chile, Herman Chadwick: 'Sería un error garrafal invertir en proyectos tradicionales de generación'". *El Mercurio*, 26 de abril: B2.

**WATTS, JONATHAN.**

2015. "Desert tower raises Chile's solar power ambition to new heights". *The Guardian*, 22 December. Edición online.

**WEBER, CARL.**

2016. *Hydromaule: Leading the way in mini hydro. Chile 2016 Mining Report*. Santiago: Banchile Inversiones.

**WEISSMAN, IVÁN.**

2017. "Eduardo Bitrán, el hombre que apuesta al litio para revolucionar la economía, dar un salto en productividad y de paso llevarse puesto a Julio Ponce". *El Mostrador*, 24 de abril. Edición online.

**WORLD BANK.**

2016. *GINI index (World Bank estimate)*. Edición online.

**COMITÉ SSA 2015-2018**

**Président**

Claude Auroi

**Vice-présidents**

Sabine Kradolfer

Aline Helg

Yvette Sánchez

**Secrétaire générale**

Maria Liliana Soler-Gómez Lutzelschwab

**Trésorier**

Marc Florentin

**Membres**

Alexander Brust

Stefania di Iulio

Stephan Rist

Yasmina Tippenhauer

Leonid Velarde

Yanina Welp

**Webmaster**

Ronald Maldonado Rodriguez



SAG - SCHWEIZERISCHE AMERIKANISTEN-GESELLSCHAFT  
SSA - SOCIÉTÉ SUISSE DES AMÉRICANISTES  
SSA - SWISS SOCIETY OF AMERICANISTS  
SSA - SOCIEDAD SUIZA DE AMERICANISTAS

CONCEPCION  
SAN ROSENDO ANTUCO  
LOTA LOS ANGELES  
LEBU ANGOL MULCHEN  
PUREN VICTORIA  
TRAIGUÉN CURACAUTIN  
TIRÚA GALVARINO LAUTARO  
TEMUCO VILCÚN  
CARAHUE CURARREHUE  
NUEVA VILLARRICA PUCÓN  
TOLTÉN  
LONCOCHE RIÑIHUE  
LANCO PANGUIPULLI  
VALDIVIA  
CORRAL PALLACU FUTRONO  
LAGO  
LA UNION RIO BUENO RANCO  
OSORNO ENTRE  
RÍO NEGRO PUERTO OCTAY  
PURRANQUE FRUTILLAR  
FRESIA PUERTO VARAS  
PUERTO CHAMIZA COCHIMÓ  
MONTT LOS BUALOS  
PUELO  
HORNOPIREN  
CALETA CHILOE  
EL MARZANO  
PICHANGCO  
FIBROS LONGO  
CALETA GONZALO  
CHAITÉN  
EL AMARILLO  
FUTALEUFÚ  
PUERTO CARDENAS  
VILLA RIO PIEDRA  
VANGUARDIA PALENA  
LA JUNTA LAGO VERDE  
PUYUHUAPI  
PUERTO LA TAPERA  
CISNES  
MAÑIHUALES  
PUERTO AYSÉN  
COIHAIQUE  
PUERTO BALMaceda  
GUADAL  
PUERTO CHILE  
BERTRAN CHICO  
COCHARANE  
TORTEL PUERTO  
CAMPOS DE YUNGAY  
HIELO SUR  
VILLA O'HIGGINS  
CANDELARIO MANCILLA  
PUERTO EDEN  
PUNTA BANDERA  
EL CALAFATE  
ESTANCIA VICTORINA  
PEHOE  
CERRO CASTILLO  
RIO TURBIO  
PUERTO  
NATALES  
VILLA TEHUELCHES PUNTA DELGADA  
CERRO  
SOMBRERO  
PUNTA  
ARENAS PORVENIR  
FUERTE BULNES ONAISIN  
CAMERÓN  
PAMPA  
GUANACOS  
PUERTO  
WILLIAMS



SAG - SCHWEIZERISCHE AMERIKANISTEN-GESELLSCHAFT  
SSA - SOCIÉTÉ SUISSE DES AMERICANISTES  
SSA - SWISS SOCIETY OF AMERICANISTS  
SSA - SOCIEDAD SUIZA DE AMERICANISTAS

