



**DESAFÍOS EN AGUA Y ENERGÍA EN REGIONES MINERAS DESERTICAS**

*“Recomendaciones y líneas de discusión para la promoción y difusión del uso de energías renovables no convencionales y diversificación de la matriz hídrica de la Región de Antofagasta”*

**AUTORES**

INSTITUTO DE POLÍTICAS PÚBLICAS:

Cristian Rodríguez

CEITSAZA:

María Angélica Veas

CENTRO DE ESTUDIOS EN DERECHO DE RECURSOS NATURALES:

Cristian Del Piano

CENTRO CAMBIO GLOBAL:

Sebastián Vicuña

Guillermo Donoso

CENTRO DE DESARROLLO URBANO SUSTENTABLE:

Jonathan Barton

**PROPIEDAD INTELECTUAL N.º DE REGISTRO:** 249.966

**ISBN:** 978-956-8662-21-9

**DISEÑO:** Rocío Santander / Mercedes Lincoñir H., Ediciones Revista *Mensaje*

**IMPRESIÓN:** GraficAndes

# DESAFÍOS EN AGUA Y ENERGÍA EN REGIONES MINERAS DESÉRTICAS

“RECOMENDACIONES Y LÍNEAS DE DISCUSION PARA  
LA PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DEL USO DE ENERGÍAS  
RENOVABLES NO CONVENCIONALES Y DIVERSIFICACIÓN  
DE LA MATRIZ HÍDRICA DE LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA”





# ÍNDICE

<b>I. RESUMEN</b>	<b>11</b>
<b>II. INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>III. SUSTENTABILIDAD COMO BASE DEL DESARROLLO REGIONAL</b>	<b>17</b>
<b>Capítulo 1. Relaciones entre sustentabilidad, minería y desarrollo regional</b>	<b>19</b>
¿Cómo entendemos la sustentabilidad?	19
¿Qué entendemos por desarrollo regional?	22
Sustentabilidad y minería	26
Innovaciones en agua y energía	27
La responsabilidad social como herramienta	29
<b>Capítulo 2. Buenas prácticas y minería</b>	<b>31</b>
Prácticas en Responsabilidad Social	31
Conclusión: Hacia una nueva etapa en el desarrollo regional de Antofagasta	36
<b>IV. AGUA Y ENERGÍA</b>	<b>39</b>
<b>Capítulo 3. Fuentes Hídricas No Convencionales</b>	<b>39</b>
Diagnóstico de la oferta y demanda de agua a nivel regional	40
Proyectos con Uso de Fuentes Hídricas No Convencionales (FHNC)	49
Desafíos y Problemáticas	53
Líneas de Discusión y Propuestas	59
Conclusiones	61
<b>Capítulo 4. Energías Renovables No Convencionales</b>	<b>63</b>
Diagnóstico de la oferta y demanda de electricidad a nivel regional	63
Descripción de las tecnologías y proyectos ERNC en la Región de Antofagasta	72
Medidas, instrumentos de fomento e incentivos para las ERNC	74
Desafíos y problemáticas asociadas al desarrollo de ERNC	75
Líneas de discusión y propuestas que surgen en los paneles	79
Conclusiones	86

<b>V. GOBERNABILIDAD Y GOBERNANZA</b>	<b>89</b>
<b>Capítulo 5. Institucionalidad y Gobernanza en el Recurso Hídrico y Energético</b>	<b>89</b>
Institucionalidad aplicable a los proyectos ERNC y FHNC	90
Normativa aplicable a proyectos ERNC y FHNC	98
Conclusiones	109
<b>Capítulo 6. Gobernanza para la sustentabilidad en el uso y generación de energía y recursos hídricos</b>	<b>111</b>
Gobernanza Multinivel en Agua y Fuentes Hídricas No Convencionales	111
Comunidad y Actores: Gobernanza regional del agua y la energía desde las percepciones	124
Conclusiones	136
<b>Capítulo 7. Paneles multiactores como metodología en la discusión de recursos hídricos y energéticos</b>	<b>139</b>
Introducción	139
Desarrollo regional sustentable desde la perspectiva de la gobernanza	140
Metodologías en los diálogos multiactores	143
Paneles multiactores y cooperación estratégica: experiencia en el caso de la Región de Antofagasta	146
Conclusión	151
<b>VI. CONSIDERACIONES FINALES</b>	<b>155</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>161</b>

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1:	Efectos del crecimiento verde	27
Figura IV.1:	Cuencas hidrográficas, Región de Antofagasta	41
Figura IV.2:	Distribución composición química aguas, Región de Antofagasta	44
Figura IV.3:	Concentración de As, SiO <sub>2</sub> , B y Li en aguas del Río Loa y Río Salado	45
Figura IV.4:	Consumos de agua de la Región de Antofagasta por sector económico (demanda de agua fresca continental y agua de mar)	46
Figura IV.5:	Balance hídrico actual y futuro para la Región de Antofagasta	48
Figura IV.6:	Proyectos que utilizan agua de mar en la Región de Antofagasta	49
Figura IV.7:	Ubicación espacial de proyectos del sector minero y sanitario que utilizan agua de mar en la Región de Antofagasta – Proyección año 2020	51
Figura IV.8:	Ubicación espacial principales proyectos termoeléctricos que utilizan agua de mar en la Región de Antofagasta – Proyección año 2020	52
Figura IV.9:	Ubicación de centrales de generación eléctrica en Región de Antofagasta	66
Figura IV.10:	Proyección futura de generación de electricidad por distintas fuentes en la Región de Antofagasta	68
Figura IV.11:	Consumo de electricidad actual y futuro en la Región de Antofagasta	70
Figura IV.12:	Consumo Unitario Minería del cobre [MWh/TMF] y CPR [MWh/Habitante]	71
Figura V.1:	Organigrama del Ministerio de Energía	92
Figura V.2:	Diagnóstico institucional del agua	96
Figura V.3:	Modelos de gobernanza del agua en América Latina	112
Figura V.4:	Número de autoridades que participan en la formulación de políticas públicas del agua a nivel del gobierno central	114
Figura V.5:	Categorías tentativas en Chile y América Latina	115
Figura V.6:	Principales obstáculos para una buena gobernanza a nivel central	116
Figura V.7:	Obstáculos para la formación de capacidad y la coordinación a nivel territorial	119
Figura V.8:	Tipología de Stakeholders	144
Figura V.9:	Matriz de Principales actores y stakeholders sector Agua y Energía	149
Figura V.10:	Clasificación de los stakeholders que intervienen en ERNC y FHNC en la Región de Antofagasta	150

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1:	Resumen de las principales iniciativas desarrolladas por empresas en el mundo	34
Tabla IV.1:	Disponibilidad per cápita – Región Antofagasta	41
Tabla IV.2:	Principales sectores acuíferos de la Región de Antofagasta	42
Tabla IV.3:	Derechos otorgados Región de Antofagasta	43
Tabla IV.4:	Proyectos que utilizan agua de mar en la Región de Antofagasta	50
Tabla IV.5:	Consumos unitarios de agua fresca por tonelada de mineral tratado	53
Tabla IV.6:	Comparación costos instalación y operación tecnologías de desalación	55
Tabla IV.7:	Comparación costos instalación y operación tecnologías de Reuso de Agua	57
Tabla IV.8:	Potencial de generación de electricidad en la Región	64
Tabla IV.9:	Capacidad instalada y en construcción de tecnologías de generación eléctrica en la Región de Antofagasta	65
Tabla IV.10:	Comparación capacidad instalada (incluida en construcción) y potencial al año 2020 en la Región de Antofagasta	67
Tabla IV.11:	Proyección futura de generación de electricidad categorías de fuentes en la Región de Antofagasta	68
Tabla IV.12:	Centrales aprobadas y no construidas para el año 2013 en la Región de Antofagasta	69
Tabla IV.13:	Comparación capacidad instalada y generación para distintas tecnologías en la Región de Antofagasta	72
Tabla IV.14:	Resumen de proyectos aprobados SING	73
Tabla IV.15:	Listado de proyectos construidos en la Región de Antofagasta años 2010-2013	74
Tabla IV.16:	Resumen de Tecnologías de ERNC y Convencionales	76
Tabla V.1:	Principales entidades que interviene en las políticas del agua en Chile	115
Tabla V.2:	Formatos metodológicos en el diálogo multiactor	145



# DESAFÍOS EN AGUA Y ENERGÍA EN REGIONES MINERAS DESÉRTICAS

.....

“RECOMENDACIONES Y LÍNEAS DE DISCUSION PARA  
LA PROMOCIÓN Y DIFUSIÓN DEL USO DE ENERGÍAS  
RENOVABLES NO CONVENCIONALES Y DIVERSIFICACIÓN  
DE LA MATRIZ HÍDRICA DE LA REGIÓN DE ANTOFAGASTA”



## I. RESUMEN

El agua y la energía en la Macro Zona Norte y, en particular, en la Región de Antofagasta son el objeto de la investigación que aborda el presente estudio, denominado “Recomendaciones y líneas de discusión para la promoción y difusión del uso de energías renovables no convencionales y diversificación de la matriz hídrica de la Región de Antofagasta”.

La investigación, en su primera parte, propone una actualización diagnóstica de la línea de base regional de ambos sectores clave, desde donde emerge un claro panorama del estado de agotamiento de las fuentes hídricas convencionales, pese a los esfuerzos robustos del sector privado en la dirección de sustituirlas por fuentes no convencionales derivadas de agua de mar y desalación. En el ámbito energético, la Región describe la extrema carbonización de su actual matriz energética y sus tendencias de más lento desarrollo, a pesar de disponer de abundancia de Fuentes Renovables No Convencionales.

Ambos sectores, con sus tendencias y problemáticas y recomendaciones, son abordados desde el rol del mercado, la arquitectura y el funcionamiento institucional, así como desde la escala nacional a la regional, considerando el papel de las buenas prácticas de Responsabilidad Social desarrolladas en los sectores de Agua y Energía por parte del sector privado. En particular, se aborda el papel de las capacidades regionales para intervenir en ámbitos críticos del desarrollo regional.

En ambos sectores el estudio describe y analiza la actual institucionalidad, examinando sus avances, déficits y vacíos tanto a escala regional como nacional, con el objetivo de regular, fiscalizar y orientar un desarrollo armónico de ambos sectores respecto de la sociedad, el medio ambiente y el interés estratégico más específico del territorio. Un aspecto original fue describir el papel de las capacidades de los actores regionales, para lo cual se trabajó con un conjunto de percepciones obtenidas en paneles de discusión que incorporaron a actores clave de ambos sectores.

La investigación se desarrolló desde fines del año 2013 y durante el 2014. Su elaboración estuvo a cargo de un equipo académico interdisciplinario asociado a diversos centros de investigación, dirigidos y coordinados por el Instituto de Políticas Públicas de la Universidad Católica del Norte.

La investigación es fruto del apoyo de la Universidad Católica del Norte; en particular, de la Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo tecnológico. Su financiamiento corresponde al Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R), del Gobierno Regional y Consejo Regional de Antofagasta.



## II. INTRODUCCIÓN

El agua y la energía para la Zona Macro Norte de Chile y, en particular, para la Región de Antofagasta, son dos componentes clave para comprender las posibilidades de sustentar en el tiempo el desarrollo de esta parte del país. La disponibilidad de recursos, las posibilidades de sustitución de las actuales fuentes tradicionales por nuevas fuentes no convencionales, las problemáticas económicas, ambientales y sociales del pasado, y las nuevas problemáticas que se configuran en el presente, son parte de los desafíos que se requiere abordar. La comprensión de aquellos retos no es posible si no se incorporan las posibilidades y limitaciones que imponen los actuales marcos institucionales y de gobernanza en el ámbito nacional como en el regional.

La Región de Antofagasta se ha transformado, a través de varias décadas, en uno de los principales pilares del crecimiento económico de Chile, siendo impulsada por el dinamismo de la industria minera. La producción y las exportaciones se han elevado de manera significativa; el principal indicador económico (PIB) se ha triplicado de la mano de su principal industria. Sin embargo, la disminución y el agotamiento de los recursos hídricos, junto con la extrema carbonización de la matriz energética, generan un panorama de riesgos e incertidumbres sobre la sustentabilidad del actual modelo de desarrollo.

En el contexto regional, ambas problemáticas se entrelazan en sus trayectorias. Tal como lo describe el diagnóstico del estudio, la disponibilidad de recursos hídricos se encuentra en una franja crítica del umbral ecológico, afectando a las comunidades, los equilibrios ecológicos y la continuidad de la actividad económica. Frente a este panorama, la industria ha realizado importantes inversiones orientadas a sustituir fuentes hídricas convencionales por fuentes no convencionales que incorporan agua de mar y la desalación en la actividad productiva, en una tendencia que se perfila como robusta e incremental en el tiempo. Sin embargo, en el ámbito energético regional, a pesar de la abundancia de fuentes no convencionales, no se ha experimentado idéntica tendencia y las fuentes fósiles continúan dominando, manteniéndose diversas incertidumbres respecto de su sustitución por fuentes renovables.

Frente a este panorama, en el diagnóstico emerge el papel de los mercados y las instituciones como parte de las variables explicativas del escenario regional. La actual situación de escasez y agotamiento de los recursos hídricos se ha debido, por una parte, a la extrema fragmentación de derechos individuales en un escenario de escasa información, donde cada actor maximiza su interés

por sobre el interés común. Se trata de una situación asociada a una institucionalidad con escasa capacidad para coordinar, fiscalizar y regular. Idéntico panorama se da en el ámbito energético, mercado dominado por escasos actores por el lado de la oferta y la demanda, y en donde los incentivos económicos predominan por sobre el interés estratégico regional. Es un tema vinculado con la disponibilidad de abundantes fuentes no convencionales, en donde el ámbito institucional regional carece de instancias formales e informales para intervenir sobre trayectorias alternativas.

En el actual escenario, el papel de las institucionalidades público-privadas referidas a abordar ambos desafíos tiene un papel clave para armonizar en el mediano plazo las necesidades de crecimiento económico con la inclusión de variables no consideradas, como son las dimensiones sociales, ambientales y de interés estratégico regional. Al respecto, surgen numerosas interrogantes, tales como si la nueva institucionalidad hídrica permitirá resolver la fragmentación público-privada dominante en el sector, si se avanzará sobre la gestión integrada del recurso o si serán resueltas las nuevas problemáticas asociadas a la sustitución y devolución de derechos sobre recursos agotados. En el ámbito energético, el estudio interroga acerca de si serán suficientes los actuales incentivos normativos y económicos para acelerar el lento avance de la incorporación de fuentes energéticas no renovables abundantes en el norte de Chile. También, cuestiona respecto de cuáles serán los marcos institucionales necesarios para incorporar el interés regional en este escenario. Son algunas de las preguntas, conclusiones y recomendaciones preliminares respecto de las cuales se debe tratar de avanzar.

Ambos escenarios, con sus tendencias, problemáticas e incertidumbres, generan desafíos sobre la sustentabilidad de largo plazo para las comunidades, sus ecosistemas y el propio crecimiento económico. De ahí que cobre relevancia extraer lecciones de la experiencia regional mediante un enfoque comparado que incorpore una diversidad de nuevas prácticas nacionales e internacionales en los ámbitos del agua y la energía. Los nuevos enfoques de Responsabilidad Social Empresarial y el papel de la gobernanza cobran un importante significado para abordar los desafíos de problemáticas críticas del desarrollo territorial en el actual momento.

El proyecto “Recomendaciones y Líneas de Acción para la Promoción de la Energía Renovable No Convencional y la Diversificación de las Fuentes Hídricas No Convencionales de la Región de Antofagasta” es una iniciativa desarrollada durante el periodo 2013-2014, con el objetivo de elaborar una línea de base que integre la situación regional de los sectores hídricos y energéticos, para así identificar las principales tendencias y problemas, y proponer preliminarmente recomendaciones que deberían precisarse en adelante.

La iniciativa reunió a un conjunto de centros de investigación académica regionales y nacionales. El objetivo es abordar ambas problemáticas desde perspectivas vinculadas a sus actuales trayectorias y tendencias futuras, el funcionamiento de los mercados, el rol de la institucionalidad, el papel de la responsabilidad social empresarial y, finalmente, el papel de la gobernanza, entendida esta como la capacidad de los actores regionales para abordar y resolver problemáticas de interés estratégico en su territorio.

La metodología de trabajo incorporó el levantamiento de datos e información de diversas fuentes, tanto cuantitativas como de información cualitativa sobre temas como la normativa, los programas y las políticas en ambos sectores. Toda ella fue obtenida desde fuentes públicas, privadas y académicas. El material fue ordenado, clasificado, analizado e interpretado por un equipo multidisciplinario de expertos. La investigación avanzó por etapas e incorporó la realización de paneles de expertos o informantes clave de ambos ámbitos. Contó con la participación de actores privados y públicos, académicos y representantes de la comunidad, con el objetivo de confrontar el trabajo académico con las percepciones de quienes participan en ambos sectores. La selección de una diversidad de integrantes tuvo por objetivo incorporar una dimensión que enriqueciera las conclusiones e incorporara una variable de contraste que evitara sesgos.

En el desarrollo del estudio y trabajo de campo con informantes clave, participó un equipo de expertos de diversos centros universitarios. La dirección y coordinación correspondió al Instituto de Políticas Públicas de la Universidad Católica del Norte, con la valiosa participación del Centro de Investigación Tecnológica del Agua en el Desierto (CEITZASA) y el Centro de Estudios en Derechos de Recursos Naturales (CEDRENA), de la misma universidad, además del Centro de Cambio Global (CCG) y el Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), ambos de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

La investigación fue posible gracias al apoyo de la Universidad Católica del Norte, en particular de su Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Tecnológico. El financiamiento del estudio correspondió al Fondo de Innovación para la Competitividad Regional (FIC-R), aprobado por el Gobierno Regional y el Consejo Regional de Antofagasta, a quienes se agradece su compromiso con iniciativas impulsadas por institutos y centros regionales en asociación con centros académicos nacionales.

Finalmente, además de la valiosa participación de los expertos y —sus centros, junto con el agradecimiento por el apoyo brindado por la Universidad Católica del Norte y el Gobierno Regional de Antofagasta, debemos subrayar la importancia estratégica de continuar apoyando iniciativas, en diversos campos del conocimiento, que permitan fortalecer la asociación de los académicos con los mundos privado y público, así como con la comunidad en los diagnósticos y las soluciones de problemáticas complejas desde un enfoque descentralizado que apunta al robustecimiento de las capacidades regionales.





## III. SUSTENTABILIDAD COMO BASE DEL DESARROLLO REGIONAL

La crisis ambiental es un fenómeno que ha surgido con gran fuerza dentro del contexto de crecimiento actual, a tal punto que las regulaciones y esfuerzos puestos en la materia han tendido a incrementarse permanentemente. Esta dinámica se describe incluso como el signo de una nueva era histórica (Leff, 2007). Dado el contexto regional, la demanda por recursos naturales es una interrogante central; se trata de una materia que define el desarrollo en sus distintas escalas dentro de la región (Lardé, 2008), afectando incluso el desarrollo nacional. En este contexto, surge la necesidad de una gestión que implique la integración de factores ambientales, sociales, económicos, territoriales y políticos.

Actualmente se plantea una crisis del modelo de pensamiento económico que por años ha predominado dentro de la empresa, requiriéndose ahora cambios significativos que favorezcan la sustentabilidad (Leff, 2007). Además, tanto en el sector público como en el privado la concepción de gestión traía consigo una propuesta metodológica cortoplacista (Barton, 2009), pese a que en las actividades características de la región —como la minería— la planificación naturalmente debiese apuntar una transformación sostenible, que contemple de manera adecuada los inevitables cambios que se generarán en el territorio y el enfoque productivo.

La Región de Antofagasta se describe como un territorio de amplia diversidad de recursos, los cuales ofrecen un gran abanico de servicios ambientales. Por esto es fundamental la integración entre las actividades económicas y la preservación de la naturaleza (MMSD, 2002), posicionándose este ítem como el principal desafío que tiene la sociedad actual. En este sentido, se cuestiona que, año tras año, aumentan los niveles de consumo, visualizándose un predominante uso de recursos físicos, en correspondencia con un enfoque de desarrollo que, en algunos casos, se contradice con un paradigma de desarrollo sustentable (Rodríguez et al., 2014).

Las actividades humanas tienen creciente incidencia en los sistemas ambientales, causando desequilibrios y escenarios de vulnerabilidad. La construcción de la sociedad es insostenible en el modo como se ha verificado hasta ahora (OCDE, 2011; Heinberg, 2010), ya que implica riesgos ambientales y sociales con consecuencias negativas en el crecimiento y el desarrollo. Actualmente, es posible visualizar estrategias, programas, planes y propuestas que plantean un enfoque de sustentabilidad vinculado a temáticas relacionadas con el cambio climático, la degradación ambiental y el uso ineficiente de recursos (OCDE, 2011).

En el caso particular de la Región, es necesario considerar los impactos asociados a la actividad minera y los desafíos referidos a la meta de desarrollo sustentable de la industria (COCHILCO, 2013). Por otra parte, los elementos minerales son esenciales para el desarrollo de las sociedades y las economías modernas (MMSD, 2002), por lo cual resulta evidente la necesidad de lograr un equilibrio entre las actividades extractivas y el entorno, proceso que históricamente no ha sido considerado, pues no se han desarrollado adecuadamente las áreas ambiental y social (Polo, 2006).

A escala regional, según la Estrategia Regional de Desarrollo 2009-2020, se reconocen, promueven y fortalecen los factores de participación, género, integración, patrimonio, identidad, desarrollo social, cuidado medioambiental y sustentabilidad. Se considera, además, que la Región posee potencialidades en la explotación de recursos minerales, lo cual constituye su eje de desarrollo (ERD, 2010). En este sentido, se destacan la industria extractiva y la sustentabilidad como componentes críticos en su futuro. Así, las concepciones de sustentabilidad y desarrollo sustentable se han posicionado como conceptos fundamentales para la organización y el desarrollo territorial en sus diversas escalas, variables desarrolladas con mayor énfasis a lo largo del capítulo.

Tras introducir el tema de la articulación entre la sustentabilidad, la minería y el desarrollo regional como pilar del progreso, abordamos el paradigma actual y la transición hacia nuevos esquemas de pensamiento y gestión que favorezcan la sustentabilidad como proceso consolidado (Barton, 2009). Este nuevo esquema de planteamiento se destaca en diversos instrumentos desarrollados por el Estado, como la Estrategia Nacional de Crecimiento Verde y el Plan de Acción de Eficiencia Energética 2020, entre otros. Se plantean como componentes esenciales para avanzar hacia un futuro más equilibrado y sustentable.

## CAPÍTULO 1

### RELACIONES ENTRE SUSTENTABILIDAD, MINERÍA Y DESARROLLO REGIONAL

#### ¿Cómo entendemos la sustentabilidad?

Hasta la actualidad, el progresivo e ininterrumpido empleo de recursos naturales ha sido un proceso requerido para el crecimiento permanente, según este es planteado por los modelos económicos contemporáneos. Un efecto de lo anterior es que nos hemos sumergido en una crisis de carácter multidimensional (ecológico, social y económico), congruente con nuestra manera mecanicista, simplificada y fragmentada de concebir y percibir el mundo (Leff, 2007). El planteamiento neoliberal del modelo económico impulsó la extracción de recursos naturales y el crecimiento de la industria y, con ello, las estrategias de mercado se posicionaron como el estándar de desarrollo para el país y la región, afectando la disponibilidad, calidad y proyección de los recursos naturales (Rodríguez, 2013; MMA 2013).

Dado este contexto, resulta fundamental contextualizar la conceptualización del desarrollo como eje del progreso humano y su derivación hacia nuevos componentes que integran conceptos de equilibrio antrópico-natural, respeto medioambiental y calidad de vida. Tal como se describe el problema de forma multidimensional, se plantean los objetivos.

Durante el siglo XX, el desarrollo era entendido como un proceso de transformaciones económicas para la generación de beneficios vía mecanismos de empleo e ingresos, los cuales comúnmente traen impactos ambientales para alcanzar los objetivos sociales planteados (Rodríguez, 2013), tales como importantes mejoras en la calidad de vida (MMA, 2013). Pero los constantes impactos negativos sobre los ecosistemas afectan los equilibrios y la disponibilidad de los recursos naturales, y aumentan la vulnerabilidad de la calidad de vida de las personas, arrastrándolas hacia un complejo escenario de crisis ambiental. La contaminación del aire, la pérdida de biodiversidad, el cambio climático y la generación de residuos son problemáticas cuya causa directa radica en las actividades humanas (MMA, 2013), a tal nivel que se está volviendo una prioridad internalizar estos escenarios.

Desde mediados del siglo pasado, ha aumentado la preocupación sobre estas materias y se comenzó a cuestionar los lineamientos del desarrollo humano, lo cual está descrito en libros como *La Ética de la Tierra* (1949) de Aldo Leopold, *Primavera Silenciosa* (1963) de Rachel Carson, y *Los Límites al Crecimiento* (1972) del Club de Roma, dirigido por Donella Meadows. Pero ya en 1987 con el *Informe Bruntland*, conocido también como “Nuestro Futuro Común”, se cuestiona el modelo económico vigente y se replantea la concepción de medioambiente, crecimiento y desarrollo (Barton, 2009) y, además, se visualizan déficits sociales (Harris, 2000), como necesidades básicas insatisfechas,

desigualdad y pobreza. Tras este Informe, fue posible la consolidación de la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de Río de Janeiro en 1992, así como otras dos conferencias —en Johannesburgo en 2002 y nuevamente en Río de Janeiro en 2012—, impulsando y ampliando el debate respecto al desarrollo sustentable, la economía verde y sus proyecciones.

Este nuevo componente de sustentabilidad requiere de nuevas políticas públicas (Rodríguez, 2012) ya que el marco normativo y la estrategia de libre mercado del país hacen vigente un permanente crecimiento económico que no considera de forma consistente sus externalidades. En este sentido, dada la naturaleza minera de la Región de Antofagasta, esta se posiciona adquiriendo un rol protagónico en las variables de crecimiento económico local y nacional, y en lo referido a los impactos territoriales. Considerando la importante concentración en ella de la mayor parte de la actividad minera del país, se espera la generación de un significativo número de externalidades ambientales y sociales.

La esencia del concepto “sustentabilidad” tiene un enfoque bastante claro y concordante entre diversos autores pero, aun así, la noción de “desarrollo sustentable” se encuentra en permanente discusión. Una razón para ello es que este último es un concepto complejo, con multidimensionalidad de problemas en los que se combinan elementos como la eficiencia y la equidad (Ciegis, 2009). En este sentido, ha sido común la generación de indicadores que perciban los impactos que los asentamientos humanos generan sobre el territorio, siendo éstos muy variables, según sean los estilos de vida y la demanda por servicios.

Dicho lo anterior, el concepto de sustentabilidad se asocia a equidad y armonía de todos los elementos que conforman un sistema determinado; el concepto fluctúa en el tiempo, dependiendo de las necesidades y los cambios requeridos por el sistema. Considerando el desarrollo antrópico, el concepto puede ser descrito como el “buen habitar humano” a lo largo del tiempo, un esfuerzo continuo por la armónica co-evolución de los objetivos ambientales, económicos y socio-culturales (Donatiello, 2001; Ciegis, 2009).

La sustentabilidad responde a una elección ética (Piga, 2014) que se vincula con la integración, la inclusión y la consonancia de sectores económicos y sociales en un proceso en diversas escalas, donde los actores vinculados buscan interpretar, simbolizar y transformar su entorno para vivir mejor sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para hacerlo también. De esta forma, la sustentabilidad se plantea como un propósito del desarrollo humano que requiere cumplir una serie de normas básicas o axiomas (Heinberg, 2010), los cuales son consistentes con la línea del pensamiento neomalthusiano expuesto en base a la superpoblación y los límites del crecimiento:

- › Cualquier sociedad que continúe consumiendo recursos críticos de forma insustentable colapsará<sup>(1)</sup>.

---

<sup>1</sup> Basado en los planteamientos de Joseph Tainter (1988) con “The collapse of Complex Societies” y Jared Diamond (2005) con “Collapse: How Societies Choose to Fail or Succeed”.

- › El crecimiento poblacional y/o el crecimiento en sus tasas de consumo de recursos no pueden ser sostenidos<sup>(2)</sup>.
- › Para ser sustentable, el uso de recursos renovables debe avanzar en una tasa igual o menor a la tasa natural de reposición<sup>(3)</sup>.
- › El consumo de recursos no renovables debe ir en declinación, y la tasa de declinación debe ser mayor o igual a la tasa de agotamiento<sup>(4)</sup>.
- › La sustentabilidad requiere que las sustancias de las actividades humanas que sean introducidas en el medioambiente se reduzcan al mínimo y sean inofensivas a las funciones ecosistémicas.

Por su parte, el análisis del desarrollo sustentable implica asumir que no está basado sólo en los componentes económico, social y ambiental, sino que busca ser un sistema integrado (Ciegis, 2009) sobre el cual recaen las aspiraciones de encontrar formas más equilibradas y armónicas de la relación del hombre con la naturaleza (Sandia, 2009; Gastó, 2010). Además, se plantea desde la articulación del territorio y el hombre, dando como resultado la construcción de un paisaje cultural determinado. Esta articulación es la mezcla de la construcción multidimensional a partir de la naturaleza, resultante de un tipo de interacción antrópica desarrollada con un propósito determinado (Gazapo, 2010).

De este modo, la amplia y potente riqueza de recursos naturales que define a la Región de Antofagasta se encuentra en constantes y profundos procesos de transformación que derivan en nuevos paisajes y nuevos contextos de desarrollo territorial (Induambiente, 2014; GORE, 2008). Así, el desarrollo sustentable plantea un equilibrio entre las diversas interacciones entre el hombre y su territorio, regulando las actividades extractivas e impulsando el desarrollo local con autonomía.

La Región de Antofagasta se caracteriza por un mar abundante de recursos, potentes paisajes costeros, desiertos y cordilleras, contando incluso con San Pedro de Atacama, que es uno de los principales destinos turísticos del país. También posee los cielos más despejados del mundo, que son ideales para hacer astronomía y por último, importantes reservas mineras de cobre, oro, plata, molibdeno, litio y otros (Induambiente, 2014a), que han definido el rumbo del desarrollo regional y nacional.

El problema se plantea al evaluar la vulnerabilidad ambiental producto de los procesos antrópicos asociados al crecimiento y desarrollo regional tales como la minería, la industria y otros servicios. Muchas de estas actividades traen consigo fuertes impactos ambientales, como contaminación atmosférica, edáfica e hídrica con metales pesados y otros contaminantes (Induambiente, 2014a).

2 Considerado según la primera ley de la sustentabilidad de Bartlett's "Laws of Sustainability".

3 Planteado por economistas y ecólogos como las bases de la "forestería sostenible" y "máximo rendimiento sustentable".

4 Axioma que incorpora la séptima y octava ley de Bartlett's "Laws of Sustainability" y, además, forma parte de las bases del Oil Depletion Protocol, el cual fue expuesto por primera vez en 1996 por Colin Campbell.

La actual administración del Estado ha concretado algunas medidas ambientales que dan indicios claros acerca de la preocupación ambiental nacional, la cual también se proyecta en el contexto regional. Incluso se ha concretado el nombramiento de un delegado presidencial para los recursos hídricos, levantando esta temática como una preocupación de primera prioridad. Por otra parte, la energía se suma como otro pilar de desarrollo, impulsando la reducción de sus costos y una generación limpia, como la ERNC. Además, se considera una mayor integración de la protección de nuestros recursos naturales en el proyecto de ley que busca crear el Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas (Induambiente, 2014b). La articulación de los factores mencionados resulta clave para acercarnos hacia un desarrollo más acorde con la sustentabilidad.

Agua y energía se constituyen como los motores básicos del desarrollo (Al Gobaisi, 2000). De este modo, la sustentabilidad se vincula directamente a la gestión adecuada de estos recursos. El diálogo entre dos conceptos se contextualiza en el desarrollo sustentable, el cual —como concepto y orientación— genera importantes desafíos (Rodríguez, 2013). Así, la sustentabilidad regional apunta hacia el desarrollo de una identidad única, con un funcionamiento organizado, integrado y específico a nivel ecosistémico, sociocultural y socioecológico (Ciegis, 2009; Sandía, 2009; Gastó, 2010). Se trata de una postura que, a pesar de las limitaciones socio-ecológicas de la economía global aplicada a las condiciones locales (Rodríguez, 2013), requiere ser considerada e integrada de forma adecuada en el modelo de desarrollo regional.

### **¿Qué entendemos por desarrollo regional?**

Según la Estrategia de Desarrollo Regional de Antofagasta, la planificación es un método para intervenir la realidad (GORE, 2008). De este modo, se hacen indispensables las configuraciones territoriales en pos de un mejoramiento del espacio, en donde participen diversos actores regionales, desde autoridades a diversas escalas y los habitantes de cada uno de los territorios. En este proceso, los cambios sociales, políticos, económicos y culturales se vinculan directamente con la construcción del territorio, por lo que se hace necesaria una planificación en diversas escalas, con un tratamiento integral, vinculado al desarrollo sustentable de la región.

Se entiende por desarrollo regional el conjunto de los procesos políticos, sociales y económicos conducidos por los actores regionales, articulados en función de prioridades definidas por ellos mismos (Thayer, 2011). Aludiendo a lo anterior, los procesos políticos, sociales y culturales dentro de un contexto histórico conducen a comprender los intereses y necesidades que en conjunto como región deben resolverse, rompiendo las condicionantes que impiden la articulación de los diversos actores para un desarrollo endógeno beneficioso para todos.

La planificación del desarrollo regional, además de la participación de los actores locales, debe ser una tarea del Estado como facilitador y sistematizador de este proceso, el cual asume los resultados de la discusión para generar instrumentos de planificación a diferentes escalas. Los Instrumentos de Planificación Territorial (IPT), constituyen un sistema que tiene la capacidad de ordenar y organizar el espacio a diferentes escalas. Estos instrumentos responden a una lógica

jerárquica, en donde las disposiciones del instrumento de mayor nivel, propias de su ámbito de acción, tienen primacía y son obligatorias para los de menor nivel (GORE, 2014); igualmente, cada una de las escalas tiene su propia área de acción. La planificación del territorio entonces debe construirse coherentemente con el espacio físico, pues no siempre la organización de los espacios urbanos y rurales se condice en el papel con la realidad. Por ello, la relevancia del rol que cumplen los diversos actores para la gestión de estas herramientas, los cuales se constituyen en configuradores espaciales, ya que todos estos distintos niveles de planificación deben ser correspondidos de modo consecuente e integrador en las diversas escalas espaciales, teniendo en mente siempre una imagen futura de sociedad.

En la Región de Antofagasta los instrumentos territoriales existentes lo constituyen el Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT), la Estrategia Regional de Desarrollo (ERD), el Plan Regulador Intercomunal de Borde Costero (PRIBC), el Plan Regulador Comunal (PRC), el Plan de Desarrollo Comunal (PLADECO). Estos documentos tienen carácter normativo, principalmente los de nivel intercomunal y comunal; sin embargo, la discordancia entre las normas de los instrumentos y la falta de un plan político de acción en los diversos territorios impiden una apropiada coordinación en el hacer (Wood, 2013). De esta manera, en el contexto urbano “han manifestado una limitada capacidad para asumir la sostenibilidad del crecimiento (...) lo que ha expresado particularmente en procesos de modificación o actualización de los mismos instrumentos” (Cooper, 2010).

El Plan Regional de Ordenamiento Territorial en Antofagasta es un método que posibilita la espacialización de los objetivos económicos, sociales, culturales y ecológicos de la sociedad. Estos objetivos se encuentran contenidos en la ERD (GORE, 2014). Este instrumento debe identificar las oportunidades y limitantes del territorio, vinculando de manera directa el desarrollo sustentable en todas sus acciones. Como se mencionó anteriormente, también debe posibilitar la participación y la intervención de todos los actores en las decisiones territoriales. Para ello se propone una visión integral, en donde las políticas económicas incorporen condiciones de sustentabilidad ambiental, equilibrio regional y bienestar social (GORE, 2014).

La Estrategia Regional de Desarrollo 2010- 2020 hace una revisión de los objetivos planteados en el período 2001- 2006, en donde se relevan los avances que hubo en materia de mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de Antofagasta. Uno de los puntos pendientes, según el documento, es sobre el tema de “protección del medio ambiente y sustentabilidad”, además de “desarrollo territorial integrado, armónico y equitativo”. Por ello, se plantea la importancia de este instrumento en la región, considerando sus lineamientos pertinentes a la realidad regional, con desafíos acordes a los requerimientos de sus habitantes. Considerando la temática central de este documento, los temas de minería, agua y energía, señalados en la ERD, se revelan como parte fundamental dentro del desarrollo regional y sustentable.

Desde 1990, la minería en la región se ha transformado en el motor de la economía tanto en el territorio local como a nivel nacional. Esto fue un factor de inserción competitiva en el mercado internacional, así como generó impactos positivos en otras áreas del mercado, como los servicios y la construcción (GORE, 2008). Otros sectores que se han quedado al margen son la agricultura y la pesca. Sin embargo, forman parte de la diversificación de la estructura productiva de la región,

considerando que constituyen el sustento económico de las comunidades y sus familias. La importancia de la minería entonces radica en hacer sustentable el crecimiento económico de la región, lo que implica metas tanto sociales como ambientales.

La ERD menciona los principales problemas existentes en la región, identificados por la “Estrategia Nacional de Gestión Integrada de Cuencas Hidrográficas”, cuyo origen radica principalmente en la escasez de este recurso. Esto implica problemas como riesgos de déficit para el consumo humano, conflictos de mineras con comunidades indígenas por el uso del agua, por extracciones ilegales de agua en áreas protegidas y la contaminación de las aguas.

Las precipitaciones de la región tienen un promedio muy por debajo del nacional, alcanzando solamente a 59 mm/año (GORE, 2008), lo cual lleva a que sea baja la disponibilidad de agua por habitante. Gran parte de esta situación es favorecida por la producción extractiva de la minería, en donde la DGA ha estimado que cada año la minería aumenta su participación en el consumo de agua (de un 68% a un 74%) (GORE, 2008); en esto se evidencia la ventaja de este sector por sobre los demás. La minería de Antofagasta es la que más posee derechos consuntivos de agua y la que más agua extrae, en comparación con el mismo sector en las diferentes regiones del país. Finalmente, la ERD señala la urgencia de proyectos alternativos de manejo y uso de agua, considerando los conflictos resultantes de la demanda que existe, poniendo en jaque la variable sustentabilidad dentro del desarrollo regional.

Dentro de los sistemas interconectados eléctricos en el país, Antofagasta se ubica en el primer lugar del total de consumo. Sin embargo, considerando los factores productivos de la región, este alto consumo es justificado debido a la gran cantidad de faenas mineras que se encuentran en el territorio. Este documento propone el desafío sobre cómo la innovación en energías limpias podría aportar al desarrollo sustentable, debido al importante consumo de energía por parte del sector minero, el cual asciende a un 85% del total regional (GORE, 2008).

Dentro de los lineamientos que propone la ERD de la región, tres puntos se vinculan directamente con el desarrollo regional y sus visiones referidas a un desarrollo sustentable.

- › Lineamiento N°2, Desarrollo Económico Territorial: considerando los objetivos que plantea este punto, se refiere principalmente a los sistemas productivos presentes en la región y a la importancia de la diversificación de la estructura económica regional. La finalidad está en realzar el valor de los encadenamientos productivos, impulsando actividades de la región y potenciando el desarrollo de la exportación. Otro punto a destacar concierne al fomento del emprendimiento local en los territorios, apoyando de manera permanente a los emprendedores, facilitando la conformación de redes y priorizando la participación de empresas locales en licitaciones, consultorías y servicios que se realicen en la región.
- › Lineamiento N°3, Región Sustentable: se señala de manera explícita en este punto la importancia de coordinar de manera conjunta la protección y el fortalecimiento de los recursos energéticos e hídricos de Antofagasta y, por otra parte, aborda el nexo con la biodiversidad y los recursos naturales del territorio. Este énfasis radica en la necesidad de contextualizar



las prácticas económicas, políticas y sociales que se llevan a cabo en el territorio y están vinculadas a la realidad regional de los habitantes y las comunidades involucradas directa o indirectamente con las actividades productivas: “La sustentabilidad ambiental y territorial a través de un sistema regional de planificación de los recursos hídricos y energéticos, y de protección de la biodiversidad, acorde con el marco geográfico, socioeconómico y cultural de la región de Antofagasta” (GORE, 2008, p. 71). El desafío es entonces “construir una región de Antofagasta sustentable”. El fortalecimiento de la administración y fiscalización de los recursos hídricos forma parte del principal conflicto en la región. La oferta de agua subterránea y los derechos existentes requieren un catastro permanente, de forma participativa entre los diversos actores involucrados.

- › Lineamiento N°7, Modernización y Participación: uno de los puntos importantes que menciona este apartado lo constituye la importancia de los vínculos público-privados que se generen para el desarrollo regional, posibilitando redes de participación y coordinación entre diversos actores. De esta manera, es posible facilitar la articulación para gestionar demandas y exigencias de Antofagasta frente al gobierno central y las grandes empresas (GORE, 2008, p. 90).

A raíz de lo señalado, se confirma la preocupación de la Estrategia Regional de Desarrollo para una planificación territorial sobre el consumo y uso de los recursos hídricos y energéticos, como parte de su plan para un desarrollo sustentable en la región.

Por otra parte, los Planes Reguladores Comunales son instrumento de planificación que orientan, fomentan y regulan el desarrollo urbanístico del territorio comunal, en especial de sus centros poblados y sus sistemas de espacios públicos, teniendo como base la Estrategia de Desarrollo Regional y el Plan de Desarrollo Comunal. En este sentido, la importancia que adquiere este instrumento a nivel regional está en que corresponde al IPT de menor escala, de carácter normativo al cual se recurre de manera concreta al momento de generar cambios en la organización y la configuración del territorio.

Además, cabe destacar que Antofagasta se caracteriza por contener en su espacio regional una de las actividades productivas más invasivas y configuradoras del territorio, como es la minería. Por ello, este instrumento se torna imprescindible en su definición y actualización, situación que determina en términos espaciales las decisiones que se tomen sobre él de parte de las distintas autoridades. Así, tiene relevancia que el plan regulador comunal de las nueve comunas de la región se encuentre en condiciones para lograr una eficiente planificación territorial. Sin embargo, la comuna de María Elena no cuenta con dicho instrumento. “Estado de la Planificación Urbana en Chile: Región de Antofagasta” es un documento del MINVU que da respuesta a la inexistencia de ello: “La región se encuentra totalmente cubierta con los instrumentos de nivel comunal, excepto María Elena, que corresponde a una situación especial de pertenencia minera privada y no presenta conflicto en términos de planificación y desarrollo urbano” (Gobierno de Chile, 2014). Esta situación genera un cuestionamiento con respecto al ejercicio de la toma de decisiones y la gestión territorial pues, independientemente a que la mayor parte del terreno de la comuna se encuentre en manos de privados, es necesario que exista dicho instrumento a escala local para su planificación.

## Sustentabilidad y minería

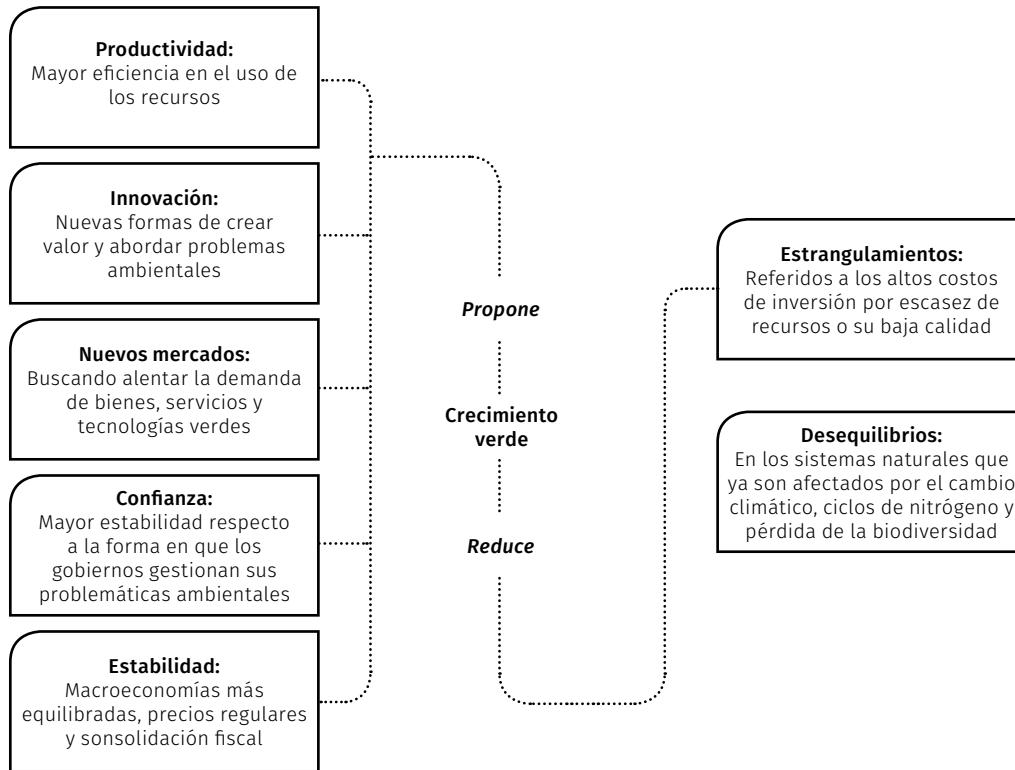
Gran parte del desarrollo económico mundial está relacionado con procesos de extracción de minerales. Esto implica una serie de impactos derivados de la permanente explotación de recursos no renovables, tales como minerales extraídos, agua y energía, influyendo esto en la configuración de territorios, en su ordenamiento y en el desarrollo de los asentamientos humanos (Cowell, 1999; Mudd, 2007; CONAMA, 2008). Como resultado, se ha transgredido el equilibrio de los ecosistemas, y vulnerado la biodiversidad y la disponibilidad de los recursos naturales (CEPAL, 2005; Lara, 2012). De este modo, resulta necesario considerar metas en términos de gestión territorial y eficiencia en el consumo de los recursos, considerando los diversos actores involucrados (MMSD, 2002; Oxfam América, 2011). El planteamiento del desarrollo minero se ha enmarcado en un constante desequilibrio entre sociedad, economía y medioambiente, generando un creciente rechazo por parte de la comunidad.

Existen iniciativas que han surgido desde el mismo sector, como lo es el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sustentable (WBCSD), quienes contrataron al Instituto Internacional para el Medio Ambiente y el Desarrollo (IIED) de Londres, para llevar a cabo una iniciativa: Mining, Minerals and Sustainable Development, (MMSD, 2002). En este mismo contexto, la ONU y la OCDE (2011) han planteado el concepto de “Crecimiento Verde” como “propiciar el crecimiento y el desarrollo económico y, a la vez, asegurar que los bienes naturales continúen proporcionando los recursos y los servicios ambientales de los cuales depende nuestro bienestar”, concepto que se constituye como un nuevo paradigma planteado en Río+20 (Junio, 2012). Cabe destacar que el crecimiento verde y el desarrollo sustentable son complementarios.

Por otra parte, el concepto “minería sustentable” puede ser percibido como una paradoja, ya que los recursos minerales son finitos y la presión que se ejerce sobre ellos está en constante aumento (CONAMA, 2008; ELAW, 2010). Por esto, incursionar en este paradigma de desarrollo es altamente complejo, ya que integra temas de tecnología, gestión, economía, sociedad y medioambiente, y también avances en el conocimiento científico (Mudd, 2009). Pero frente al presente escenario de escasez y elevado costo de los recursos naturales se plantea la necesidad de nuevas tecnologías que se vinculen directamente a la eficiencia del uso de los recursos (Carvalho et al., 2013). En este sentido, las energías renovables y los cambios en la matriz de suministro pueden traer beneficios, tales como la posibilidad de instalación en áreas remotas (energía solar), la utilización de productos de desecho (energía de biomasa), la capacidad de transformación de un sistema térmico a un flujo eléctrico (energía de hidrógeno) y una alta estabilidad de suministro (energía hidroeléctrica) (McLellan et al., 2012).

Es de suma relevancia una adecuada gestión que integre externalidades e impactos de las faenas, en especial en temas hídricos y energéticos, los cuales son motores de la industria. Por esto, el concepto sustentabilidad se empieza a asociar en todos los procesos como un elemento de regularización y fiscalización, integrando factores sociales y ambientales dentro del tradicional contexto económico en el cual se desenvuelve la industria (Jenkins et al., 2005; Mudd, 2009; Kempa et al., 2010; McLellan et al., 2012; Carvalho et al., 2013).

Figura III.1  
Efectos del crecimiento verde



Fuente: Elaboración Propia. Basada En “Hacia Un Crecimiento Verde” (Ocde, 2011).

## Innovaciones en Agua y Energía

La industria interactúa con el agua de variadas formas, afectando directa o indirectamente al medioambiente y sus comunidades. Es posible abarcar el análisis del agua y la energía desde diversas perspectivas, entre las cuales se destacan ética y derechos humanos, impacto ambiental y gestión del recurso (CONAMA, 2008; Kempa et al., 2010; ELAW, 2010). El debate se enfoca en el acceso al agua como derecho humano<sup>(5)</sup> y en el rol minero en este aspecto, siendo que la extracción desde la superficie o el subsuelo genera impactos directos en la disponibilidad y la calidad del recurso, que es distribuido a los hogares de los asentamientos humanos relacionados (ELAW, 2010). De este modo, la seguridad hídrica se asocia a los derechos civiles y políticos, los cuales afectan directamente

5 El derecho al agua fue considerado indirectamente artículo 3 de la Declaración Universal de Derechos Humanos en 1948, que indica que todo individuo tienen derecho a la vida, a la libertad y a la seguridad de su persona. Posteriormente, en 2010 la Asamblea General de Naciones Unidas reconoce al acceso a agua potable y al saneamiento como un derecho humano esencial.

la conformación cultural, ya sean tradiciones, estilos de vida o religiones. Además, la industria se ha movilizó hacia zonas cada vez más áridas, siendo la protección del agua un punto clave. A lo anterior se suma que estos ecosistemas extremos son particularmente frágiles y el impacto que reciben con este tipo de industria se constituye en una problemática que requiere ser considerada y analizada para realizar una mitigación y compensación apropiadas (Ma et al., 2009; Zhang et al., 2013).

En el caso de la Unión Europea, la integración de la minería en instrumentos regionales ha sido lenta, empezando con Seveso II (96/82/EC) y la directriz de EIA. Adicional al trabajo legislativo, el desarrollo y la mejoría de tecnologías para el manejo y la gestión de los recursos naturales se han vuelto una exigencia y prioridad en el desarrollo de las mineras. Con esto, es posible desarrollar una adecuada planificación del proceso minero (levantamiento de obra, extracción de recursos y cierre minero), logrando una mitigación de los potenciales impactos sociales y ambientales (Wolkersdorfer et al., 2005a; Wolkersdorfer et al., 2005b).

El desarrollo de tecnologías y gestión del agua en sus diversas etapas —captación, utilización y desecho— es uno de los principales desafíos que posee la industria minera. El agua se constituye como un recurso escaso y, a su vez, debe ser adecuadamente monitoreado para aprovechar eficientemente los procesos y disminuir la tasa de accidentes vinculados a su explotación. Referido a lo anterior, en China, desde el año 2000, han ocurrido más de 500 accidentes relacionados con el agua, causando más de 2.800 muertes e importantes pérdidas económicas. Los accidentes relacionados con el agua en minería traen consigo, usualmente, consecuencias fatales y daños en infraestructura. Por esto se requiere monitoreo, mantenciones y tecnologías apropiadas para el manejo de fuentes e irrupciones de agua, evitando fracturas de sobrecarga (Zhang et al., 2013). Son crecientes los esfuerzos para reducir este tipo de accidentes, ya que son altamente riesgosos, en tanto el desagüe y la mantención son labores altamente costosas.

También, en China se está desarrollando la tecnología de reservorios subterráneos acuíferos en los denominados *goafs*<sup>6</sup>, los cuales corresponden a sitios mineros donde se extrajo mineral, quedando un espacio libre. Con esta medida se busca proteger ambientes ecológicamente frágiles. Con la premisa de realizar una producción segura, se busca seleccionar un goaf apropiado, buscando la aplicación de técnicas de recarga de agua para la mina y conservación efectiva del agua. Generar un apropiado uso del espacio subterráneo de la mina, desarrollando reservorios subterráneos, puede traer consigo beneficios ecológicos y económicos (Ma et al., 2009). Por otra parte, los humedales cada vez más se visualizan como una tecnología que soluciona muchas problemáticas, como el tratamiento de aguas y la restauración ecológica. Minería y protección medioambiental son usualmente considerados antiéticos, dado que la minería generalmente ocurre en entornos naturales sensibles, pero gracias a este tipo de tecnologías se posibilita un equilibrio entre ambas partes. Las tecnologías usadas son costosas e insostenibles, y producen residuos secundarios; los humedales ofrecen una alternativa efectiva de bajo costo, de bajo requerimientos de mantención y uso energético, y medioambiental amigable. Se encuentran en permanente estudio los beneficios de las distintas especies utilizadas en estos procesos, cada una de las cuales genera diversos efectos (Türker et al., 2014).

---

<sup>6</sup> Goaf. *def.* Esa parte de una mina de la cual el mineral ha sido eliminado parcial o totalmente; es el desecho que queda en antiguos trabajos (*Webster's Revised Unabridged Dictionary, 1913*).

Además del agua, la energía se constituye como otro de los recursos fundamentales para el desarrollo de los procesos de extracción y, además, determina la rentabilidad de la faena en su totalidad (Johansson et al., 2011; Carvalho et al., 2013). De esta forma, la integración de energías renovables y la gestión energética pueden reducir considerablemente el impacto de la industria minera (McLellan et al., 2012). A su vez, la introducción de nuevas tecnologías ha sido una importante demanda por parte de la industria. Un ejemplo de esto son los sistemas de enfriamiento, los cuales consumen altos márgenes de electricidad y combustibles fósiles (Du Plessis et al., 2013). Muchas de las nuevas tecnologías se ven potenciadas, dadas las capacidades de reducción de gases de efecto invernadero (GEI), cuestión que es relevante considerando que, justamente, la minería posee un rol protagónico en temas de emisiones (Johansson et al., 2011; McLellan et al., 2012).

El gobierno de Sudáfrica ha definido la reducción de un 34% de los GEI para el 2020, y para esto es necesario que la industria mejore su eficiencia energética, enfocándose en los sectores más demandantes, entre los cuales está la minería. Esta política de mejora de los procesos se está replicando ampliamente a lo largo del mundo (Du Plessis et al., 2013). Algunos países también han impulsado con mayor fuerza el aporte de la investigación hacia la industria extractiva, generando nuevas alternativas para la gestión de procesos o generación energética, tales como Canadá, Alemania, Holanda, Escocia, Noruega, Estados Unidos y Australia (Hall et al., 2010).

La implementación de variadores de velocidad (VSD) en los sistemas de enfriamiento del agua y aire acondicionado puede significar un importante ahorro energético, de un 32,2%, equivalente a 6.938.148 USD/año, que corresponde a alrededor de un 25% del consumo eléctrico del proceso minero (Du Plessis et al., 2013). Los VSD varían los consumos energéticos de los sistemas, dependiendo de la demanda de las operaciones: esto implica que un bajo número de procesos posibilita la reducción del funcionamiento de los sistemas de enfriamiento y, con ello, se da un menor consumo eléctrico (Saidur, 2010).

La generación de energía geotérmica se conforma como una opción de implementación de energía renovable mediante la reutilización de la infraestructura minera en faenas cerradas (Hall et al., 2010; Pingjia et al., 2011). Después del cierre, los túneles asociados a inundaciones y altas temperaturas relativamente estables pueden explotarse mediante el uso de bucles de recuperación geotérmica acoplados a bombas de calor. Los sistemas de recuperación energética geotérmica son una forma muy particular de dar utilidad a espacios que teóricamente se encuentran postergados o son improductivos. También existen otras posibilidades, como la fusión de nieve con el mantenimiento de estanques para cultivar microalgas (Hall et al., 2010).

## **La responsabilidad social como herramienta**

La Responsabilidad Social Empresarial (RSE), según la definición que entrega el Banco Mundial (2006), se refiere a “hacer negocios basados en principios éticos y apegados a la ley, la empresa (no el empresario) tiene un rol ante la sociedad, ante el entorno en el cual opera”. Por ello, el RSE se configura como una herramienta que permite un compromiso, una postura activa y responsable

con la sociedad y el desarrollo sustentable que posibilita buenas prácticas (Banco Mundial, 2006; Escobar, 2010). La RSE se basa en Códigos de Conducta que datan de los años 70 y se observa ya en los inicios del Centro de Corporaciones Transnacionales de la ONU (UNCTAD, 2004; Jenkins, 2001; Kolk et al., 2001). Estos códigos corresponden a una serie de directrices que enfatizan la responsabilidad corporativa, abarcando temáticas ambientales y sociales, y hoy en día han incluido fuertemente aspectos laborales, siguiendo los lineamientos de la OIT (OECD, 2001, Jackson, 2013).

Empresas como Kinross, Teck, Barrick, Angloamerican, Coeur d' Alene, Río Tinto, Glencore Xtrata, CAP, Antofagasta PLC, BHP Billiton, entre otras, se encuentran dentro de este análisis, en donde interesa un enfoque en la importancia del manejo del recurso agua, además del uso de los recursos energéticos en el área y en cómo estas prácticas permiten la configuración de dichos espacios, mientras pueden producir cambios importantes en las vidas de las personas. Considerando estos aspectos, las empresas mineras se refieren al compromiso que adquieren tanto con el territorio como con la comunidad que se ve afectada directa o indirectamente por sus faenas. Así, “la responsabilidad social es el grado de obligaciones que la organización asume a través de acciones que protegen y mejoran el bienestar de la sociedad a medida que trata de alcanzar sus propios objetivos, es la forma en cómo afecta a la comunidad” (Escobar, 2010). Por esto, la Responsabilidad Social Empresarial, además de aspectos ambientales, considera factores sociales, como los derechos humanos, el compromiso con las comunidades, la seguridad y la protección (CAP, 2012). Es posible dar cuenta de las consideraciones que se señalan en sus reportes sobre el manejo del agua y la energía, y cómo estos recursos se ven intervenidos con respecto al desarrollo de la actividad minera.

La importancia que adquiere la responsabilidad y los compromisos que realicen las empresas con el territorio y, asimismo, con los habitantes —quienes se ven involucrados en las configuraciones y modificaciones que este sufra—, se torna en un factor fundamental, considerando que de dichas prácticas sustentables y responsables depende la calidad de vida de las personas. Por ello, los recursos más importantes dentro de estas labores mineras lo constituyen el agua y la energía, y el monitoreo de su uso. Así, la posibilidad de reciclar y minimizar su consumo se presenta como un pilar fundamental dentro de las operaciones mineras y su responsabilidad social (MMSD, 2002).

## CAPÍTULO 2

### BUENAS PRÁCTICAS Y MINERÍA

#### Prácticas en Responsabilidad Social

Para el desarrollo de una gestión con un enfoque sustentable es fundamental el avance en tecnología de punta para generar cambios en el uso y la gestión del agua y la energía. Esto se refiere a la implementación de diversas tecnologías que buscan facilitar y mejorar los procesos a gran escala que se llevan a cabo dentro de las compañías mineras en Chile y el resto del mundo (Río Tinto, 2012).

La empresa Vale ha generado una estrategia en sustentabilidad en la que se determina el enfoque de trabajo y la visión propuesta, basándose en cinco fundamentos que definen sus metas de negocios y la forma de actuar con sus empleados, proveedores, comunidades, gobiernos e inversionistas (Vale, 2013).

- › Cuidar a sus personas
- › Integrar la sustentabilidad en su negocio
- › Manejar su propio portafolio con disciplina y eficiencia
- › Enfocarse en el mineral hierro
- › Crecer a través de bienes de clase mundial

A continuación, se presentan las principales estrategias para superar los impactos del manejo del agua y la energía.

El proceso de lixiviación en pilas, tales como líneas de goteo y mediciones exhaustivas, es empleado para reducir el volumen del agua utilizada en los procesos de tratamiento del mineral (Kinross Chile, 2011). Además, el almacenamiento de relaves secos (tranque de relaves o TSFs) busca reducir al mínimo el volumen de agua contenido por estos en la zona de almacenamiento. En Chile se implementó un proyecto piloto para incrementar el suministro de agua al introducir el agua derretida de la nieve en el subsuelo (Kinross Chile, 2011). Cuando estas densas acumulaciones de nieve se derriten durante la primavera, recargan los acuíferos subterráneos, obteniendo una disponibilidad permanente del recurso. Por otra parte, es necesaria la mantención de agua limpia de las operaciones (Teck, 2012), siendo posible mediante la construcción de un desvío para redirigir

el agua alrededor de una operación, evitando el contacto con sustancias no deseadas. La mayor parte de las extracciones de agua se realizan para su uso como agua de enfriamiento, por lo que no entran en contacto con sustancias químicas ni reactivas, de manera que el único cambio que experimenta es un leve aumento en la temperatura antes de volver al río.

Una de las novedades tecnológicas para una gestión responsable del agua está en la implementación de plantas desalinizadoras, lo que se vincula de manera directa con un suministro de agua seguro y sostenible, reduciéndose al mínimo la dependencia de los acuíferos de la región. Este tipo de proyectos permitirá que el 100% de las operaciones en un sitio minero sean abastecidas con agua de mar, considerando una inversión promedio de US\$ 96,6 millones (Anglo American, 2011), y asumiendo un valor unitario de 667 mil dólares por kilómetro de cañería y de 140 mil dólares por litro de agua desalinizada/segundo de capacidad (Cochilco, 2010).

Por otro lado, existen propuestas de manejo de agua en donde la reutilización, el reciclaje de las aguas y la búsqueda de fuentes alternativas constituyen un punto importante de cambio para la aplicación de medidas sustentables. En este sentido, guardan directa relación con el compromiso real de las empresas con la RSE y con su territorio. Así, en los informes de RSE las empresas se sienten comprometidas con el uso responsable y la implementación de técnicas eficaces de gestión del agua, considerando la existencia de otros usuarios en las cuencas hidrográficas donde operan. Debido a la creciente demanda de agua y al hecho de que ésta a menudo no está disponible en cantidades suficientes donde se necesita, este problema es de suma importancia para las mineras y para sus comunidades de interés. La sustentabilidad de las operaciones depende de la habilidad de cada una de las mineras para obtener la cantidad y calidad apropiada de agua y utilizar este recurso de manera responsable (Barrick Gold, 2012; Yamana Gold, 2012).

El desarrollo de directrices para minimizar la intensidad en el uso del agua, implica comprender y gestionar de forma adecuada su consumo, reutilización y descarga. Esto incluye el aumento de los sistemas de monitoreo y la instalación de medidores de caudal, logrando un mayor entendimiento de las gestiones del agua mediante la actualización de los balances hídricos del sitio y las relaciones con otros usuarios de la cuenca hidrográfica. Por otra parte, respecto al reciclaje y reutilización del agua, se busca minimizar la cantidad utilizada de agua dulce proveniente de pozos y fuentes de agua superficial. También, el sistema de recirculación del agua permite duplicar la capacidad del tratamiento de mineral, reduciendo de modo significativo nuevas captaciones de agua fresca (Barrick Gold, 2012; Teck, 2012).

También resulta importante la minimización de la evaporación de tranques de relaves, reduciendo más de un 18% el uso del agua. Más allá de asegurar el abastecimiento y propender a la máxima eficiencia en su uso, las empresas realizan un fuerte compromiso para reducir los efectos nocivos en el medio ambiente (BHP Billiton, 2013). Las empresas señalan que se encuentran centradas en un uso responsable del agua y siempre considerando que se gestionará como un recurso de la comunidad, respetando los derechos de otros usuarios. De este modo, no se pueden ver vulnerados los derechos de las comunidades cercanas. Por ejemplo, la empresa Barrick Gold hace referencia a ello implementando un sistema participativo “en algunos lugares tenemos monitoreo participativo



del agua de la comunidad, para de este modo asegurar a los miembros de la comunidad que sus sistemas de agua no han sido afectados por nuestras operaciones” (Barrick Gold, 2012).

En términos normativos, se reconoce que no existe un acuerdo estándar para regularizar las gestiones del agua en las empresas mineras a nivel internacional (Teck, 2012). Sin embargo, se han generado documentos que a diferentes escalas pretenden reglamentar el actuar de manera justa y sustentable en los territorios. Algunos de ellos se refieren principalmente a estándares internacionales, como la implementación del programa WETT (Water Efficiency Targets and Tools) (Anglo American, 2011); la generación de reportes de uso y consumo de agua (Anglo American, 2011); las normas para gestión de planes, entre los cuales está el estándar de gestión de agua asociado con planes integrales de abastecimiento y gestión; los planes de contingencia por consumo; las evaluaciones de riesgos (Barrick Gold, 2012) y la difusión de datos de agua, entre los cuales se cuenta el Programa de Divulgación del Agua del CDP (Proyecto de Divulgación de Carbono) (Teck, 2012).

La energía se constituye como otro elemento fundamental para el funcionamiento y desarrollo de la minería, sector que enfoca sus actividades de RSE en optimizar el abastecimiento y reducir el consumo de energía. La industria es consciente del elevado consumo energético que requieren sus operaciones y las comunidades de interés esperan que los usuarios de energía mejoren su eficiencia energética y reduzcan sus emisiones de Gases de Efecto invernadero (GEI) (IPCC, 2013; Cochilco, 2007). De esta forma es necesario identificar, evaluar e implementar proyectos de reducción de GEI y eficiencia energética debido a que resulta fundamental acceder a un suministro energético seguro en una industria que posee un permanente crecimiento y protagonismo.

Las prácticas sustentables en términos energéticos, al igual que en agua, también refieren a la implementación de tecnología de punta y de fuentes alternativas como posibilidades de producción de energía. “La energía es crítica para el desarrollo humano, lo que incluye la provisión de refugio, transporte, iluminación, cocción, calefacción y refrigeración. La demanda global de energía está aumentando, impulsada por el crecimiento de la población, la creciente urbanización y el desarrollo económico” (Teck, 2012). De este modo, se considera la energía como una fuente esencial para mejorar el estándar de vida de las comunidades. Sin embargo, su producción y uso implican potencialmente impactos negativos en la calidad del agua y en la biodiversidad. Comprometido así en los asuntos relacionados con el cambio climático, que siguen siendo un desafío para los gobiernos, las comunidades y las industrias de todo el mundo, las empresas mineras creen que una solución global toma tiempo. “Hasta entonces, las naciones son propensas a continuar con sus esfuerzos de reducción de emisiones de GEI nacionales para establecer economías bajas en carbono, el equilibrio de sus necesidades para garantizar un suministro de energía fiable y el crecimiento económico sostenible” (BHP Billiton, 2013).

Tabla III.1

Resumen de las principales iniciativas desarrolladas por empresas en el mundo

EMPRESA MINERA	INICIATIVAS AGUA	INICIATIVAS ENERGÍA
BHP Billiton	Contabilidad del agua para mejorar la calidad de los datos disponibles, analizar y formular políticas	La empresa propone que los gobiernos regulen la gestión de carbono de la industria.
	Construcción de planta desalinizadora para disminuir la dependencia de acuíferos.	Identificación, evaluación e implementación de proyectos de reducción de GEI y eficiencia energética.
Vale	Análisis de huella hídrica y desarrollo de una Estrategia de Reuso de Agua.	Compromiso de reducir el 5% de sus emisiones globales de GEI proyectadas para el 2020.
	Reservorios y sistemas de bombeo en estaciones de tratamiento de aguas residuales sanitarias.	Alcanzar el nivel de 20% de biodiesel (combustible de origen renovables) en sus operaciones en Brasil.
Río Tinto	Trabajo con las comunidades para gestionar los impactos operacionales y dar soluciones donde se requiera.	La mayor parte de uso de electricidad es de GHG friendly hidráulica y nuclear.
	Desarrollo de un marco global para la gestión del agua, para mejorar aspectos sociales, ambientales y económicos.	Uso de las energías renovables y reducción de la intensidad de las emisiones de carbono de los procesos químicos.
Anglo American	Construcción de sistemas de presas que incrementarán el agua destinada a la población y la agricultura.	Cartera de proyectos de ahorro de energía y reducción de emisiones.
	Ejecución del estándar de gestión hídrica GTS 21 y proyectos con el programa Water Efficiency Target Tool (WETT).	Puesta en marcha del estándar de gestión de energía y emisiones GTS 23.
Barrick Gold	Reuso de agua en plantas de proceso y de relaves secados, permitiendo reciclar más del 70% del agua.	Compromiso por el ahorro de energía a través de la conservación y mejoras en la eficiencia.
	Programas de monitoreo participativo comunitario para evitar impactos negativos asociados a las operaciones.	Desarrollo de proyectos de educación sobre calefacción con energía solar, eficiencia de iluminación y otros.
Teck	Monitoreo y el desarrollo de soluciones más innovadoras para el tratamiento y la conservación del agua.	Incorporación de Código de Conducta Sustentable y Estándar de Gestión de Medio ambiente, Salud, Seguridad y Comunidad (MSSC).
	Maximizar la reutilización del agua y utilizar fuentes alternativas como el agua desalinizada.	Colaboración con otras organizaciones para el desarrollo de fuentes alternativas de energía y tecnologías de mayor eficiencia.
Antofagasta PLC	Participar en instituciones locales de gestión del agua, comisiones mixtas entre empresas y comunidades.	Inversiones en proyectos de energía renovable debido a los crecientes costos de la energía y mitigación del cambio climático.
	Ejecución de un plan de gestión de residuos que incluye la recuperación de agua en sitios de relaves.	Apertura de la planta termosolar, la cual está poniendo a prueba cuatro paneles fotovoltaicos cerca de sus operaciones.
Kinross	Programas de monitoreo continuo de agua superficiales y napas freáticas, de huella hídrica para minimizar el consumo de agua.	Monitoreo emisiones de GEI e impactos del cambio climático como parte del proceso de EIA.
	Almacenamiento de relaves secos para reducir el nivel de agua contenida.	Nuevo sistema de iluminación para reducir consumo de energía.
Yamana Gold	Alrededor de un 80% (55,64 mm de m2) del volumen total de agua se reutilizó en el procesamiento de minerales.	Formación del Comité de Eficiencia Energética para desarrollar iniciativas que regulen el consumo y rendimiento energético.
	Monitoreo de la calidad del agua superficial y subterránea dentro y fuera de los límites de la empresa.	Adquisición de paneles solares fotovoltaicos que brindan energía a las oficinas.

Fuente: Elaboración propia sobre la base de los reportes de sustentabilidad de cada empresa.

Las empresas se encuentran en un constante desarrollo y esfuerzo económico para implementar alternativas de reducción del consumo de energía. Estas acciones buscan minimizar el impacto del uso de energía en el territorio en donde operan, atendiendo a que en ellas se ven involucrados directamente los habitantes de dicho espacio. Una tecnología descrita es un sistema para controlar la operación de varios compresores de aire, equilibrando la demanda de aire comprimido con la cantidad mínima de compresores necesarios; esto permite una operación más eficiente. La adopción de este sistema favorece una reducción del consumo energético y de las emisiones de GEI (Teck, 2012). Sumado a lo anterior, resulta fundamental un constante mantenimiento de las condiciones técnicas de la maquinaria y de los inmuebles de las faenas para un excepcional funcionamiento de las operaciones dentro de los compromisos de RSE. Por ejemplo, “existe un nuevo sistema de iluminación en toda la operación de La Coipa en la Región de Atacama, reduciéndose el consumo de energía en 1,7 MW/hr durante el primer año” (Kinross Chile, 2011). El 2011, Barrick inauguró la primera fase del parque eólico Punta Colorada en el norte de Chile, el cual se compone de diez aerogeneradores de dos megavatios de capacidad cada uno, sistema conectado a la red eléctrica de Chile a través de una estación incorporada. Así también, se destaca la necesidad de que los camiones de transporte se modernicen para usar una mezcla 50/50 de GNL y diesel. Estas y otras iniciativas los instala en una posición más fuerte para lograr los objetivos correspondientes a la sustentabilidad y RSE (Barrick Gold, 2012).

Como parte de los códigos y normativas vigentes para la regularización en términos formales del consumo energético y las emisiones GEI, existen diversos documentos para legislar respecto de la industria minera. Por ello, Anglo American (2011) señala que “el objetivo es identificar los riesgos y oportunidades en el abastecimiento de energía eléctrica y combustibles, definir la estructura y competencias de los equipos técnicos responsables, establecer metas y procesos de medición adecuados, e incorporar tecnologías para optimizar los procesos y la maquinaria utilizada. Este estándar es compatible con los requisitos de la ISO 50001 para gestión de energía”. Con ello se establece también el Código de Conducta Sustentable y Estándar de Gestión de Medio ambiente, Salud, Seguridad y Comunidad (MSSC). Dicho enfoque está centrado en mejorar constantemente la eficiencia energética y en apoyar el uso creciente de fuentes de energía que no emitan carbono, además de hacer mención a lo necesario que es colaborar con otras organizaciones para desarrollar fuentes alternativas de energía y tecnologías de mayor eficiencia energética.

Igualmente, es fundamental consolidar los equipos humanos técnicos y sus niveles de competencias certificables, así como formalizar los protocolos de medición y verificación de los ahorros y reducciones logradas con estándares internacionalmente reconocidos. Un componente central del plan consiste en desarrollar mapas de energía que identifiquen fuentes y usos de la energía en cada operación, permitiendo establecer objetivos energéticos específicos para cada uno (Anglo American, 2011).

A medida que los recursos minerales se vuelvan más escasos, es probable que los nuevos proyectos se encuentren en ubicaciones más apartadas, con mineral de menor ley que sea más difícil de extraer y procesar. Por ello, probablemente aumente el consumo de energía (Teck, 2012), siendo necesario tomar medidas concretas sobre sustentabilidad para que esta situación no se incremente a lo largo del tiempo y permita la extinción de los recursos minerales en las distintas

regiones del mundo. Es posible observar que las temáticas dentro de los planes de RSE coinciden entre las diversas empresas mineras, independiente del lugar en donde ellas se localicen. Las diferencias en las faenas y el desarrollo de las labores que ejecuten dan cuenta de temáticas de preocupación universal. Sin embargo, se hace necesario una comprometida y responsable gestión de los recursos agua y energía por parte de las empresas y su labor dentro de los estándares de RSE, ya que no siempre se consideran las particularidades de las realidades socio-espaciales y se destinan planes y programas de sustentabilidad homogeneizados, no importando qué recursos y qué prácticas se llevan a cabo en dicho territorio. Se comprende que es una labor compleja y que lleva tiempo, pero los beneficios a largo plazo vinculados al ámbito social y territorial, son a lo largo del tiempo, mucho mayores.

### **Conclusión: Hacia una nueva etapa en el desarrollo regional de Antofagasta**

El desarrollo regional se ve profundamente vinculado con la dirección que toma la minería en la región, considerando sus metas en extracción y rentabilidad. Por esto, hablar de recursos críticos para la minería, como son el agua y la energía, es equivalente a hablar de recursos críticos para el desarrollo regional. Por lo tanto, la forma en que se gestionan los recursos y se desarrollan las tecnologías debe necesariamente apuntar a un modelo que considere los principios de sustentabilidad para poder contextualizar el futuro de la minería en torno del futuro del desarrollo regional.

Existe una gran diversidad de experiencias mineras en el mundo donde se han planteado nuevos modelos de desarrollo integrando tecnologías como energías renovables, recirculación de agua, eficiencia energética y reaprovechamiento de recursos. La región posee un escenario crítico ya que la relación entre el desarrollo sustentable regional y el rol de la minería da cuenta de una amplia brecha.

De este modo, el desarrollo sustentable se plantea como un eje fundamental para el desarrollo regional, pues incorpora explícitamente la gestión de los recursos naturales, la interacción entre los actores, aspectos de equidad socio-económica y calidad de vida, y la contextualización nacional e internacional. Además, resulta importante complementar este modelo con la incorporación de adecuados códigos de conducta a través de la responsabilidad social empresarial y la integración de un modelo de 'economía verde', siguiendo los lineamientos no solo de la ONU sino también de organismos gremiales, como el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible. Los procesos extractivos son los más transformadores y desequilibrantes de los sistemas productivos, socio-económicos, administrativos y ecosistémicos de la región, siendo indispensable el desarrollo de instrumentos de planificación territorial, normativa y regulaciones, y también visiones públicas y privadas acordes con la realidad regional.





## IV. AGUA Y ENERGÍA

### CAPÍTULO 3

#### FUENTES HÍDRICAS NO CONVENCIONALES

La Región de Antofagasta abarca una superficie aproximada de 126.049 Km<sup>2</sup>, caracterizándose por una condición climática de marcada aridez, escasez de agua, una exigua vegetación y un completo arreísmo, a excepción del Río Loa, lo que, sumado a la presión existente producto del aumento de las demandas de agua para diversos usos, un sobre otorgamiento de derechos y numerosas intervenciones superficiales y subterráneas, se ha afectado la disponibilidad y la calidad del recurso. Se configura un escenario de estrés hídrico y una competencia por el agua fresca disponible entre los sectores minero, agrícola y sanitario.

En este capítulo se presenta un diagnóstico de los recursos hídricos de la región y cómo éstos se están viendo afectados en función de la demanda actual y de la proyectada al año 2020, evaluándose el efecto de la incorporación del uso de agua de mar en los procesos en forma directa y desalada, así como el reuso de aguas residuales e industriales en la diversificación de la matriz hídrica regional. Finalmente, y a fin de configurar una visión regional respecto de la situación hídrica, se entrega una serie de propuestas y líneas de discusión obtenidas en las mesas de trabajo realizadas en el marco de proyecto FIC “Recomendaciones y líneas de acción para la promoción y difusión del uso de ERNC y diversificación de la matriz hídrica de la Región de Antofagasta”, desarrolladas el año 2014.

## **Diagnóstico de la oferta y demanda de agua a nivel regional**

### ***Disponibilidad de Agua***

Desde una mirada global, la mayor disponibilidad de recursos hídricos regionales se concentra en el Océano Pacífico, el cual baña la totalidad de las costas del territorio. A nivel continental, la región se caracteriza por un completo endorreísmo (cuencas sin llegada al mar) producto, en gran medida, del clima desértico, la disposición del relieve y la alta salinidad de los suelos, a excepción del río Loa.

### ***Aguas Superficiales***

La región se compone de diez cuencas, según se detalla en la Figura IV-1, destacando las del Río Loa y del Salar de Atacama, ubicadas al norte y noreste de la región, respectivamente, dado que estas aportan el 90% de la oferta de agua superficial. El 10% restante se encuentra en los salares de Punta Negra y Ascotán, y en Agua Verde.

El Río Loa cubre una extensión de aproximadamente 33.000 km<sup>2</sup> y es el único de la región que desemboca en el mar. Su cauce se origina en los pies del Volcán Miño, a más de 4.000 m.s.n.m. en la Cordillera de los Andes y posee un caudal variable, con un promedio de 0,6 m<sup>3</sup>/s al inicio, aumentando hasta 1,4 m<sup>3</sup>/s en Yalquincha. En su desembocadura, el caudal promedia 0,3 m<sup>3</sup>/s, a consecuencia de la extracción de agua fresca y la evaporación producto de las altas radiaciones solares del sector.

La cuenca del Salar de Atacama, ubicada al este precordillerano, es de tipo endorreica, con una extensión de aproximadamente 16.000 km<sup>2</sup>. Su principal cauce es el Río San Pedro, el que presenta un caudal promedio en Cuchabrachide de 0,1 m<sup>3</sup>/s.

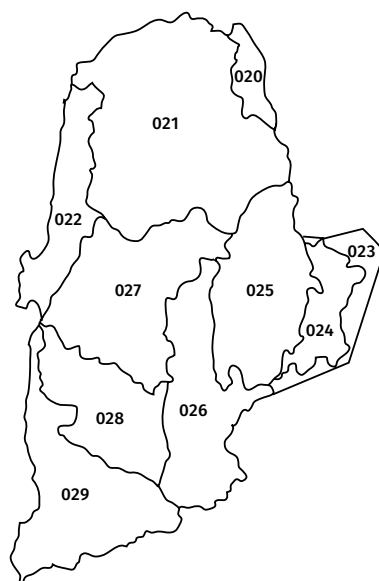
Existen otros salares en la zona Andina de la región, con predominancia de pequeñas cuencas endorreicas y con pequeños afloramientos de agua subterránea que se infiltran rápidamente en depósitos aluviales (DGA, 2012a).

En relación con la disponibilidad del agua superficial, ésta se encuentra afectada por los efectos del cambio climático, dado que tanto las condiciones climáticas como hidrológicas sufrirían variaciones que implicarían un aumento en la temperatura del orden de 0,5 a 1°C, y reducciones en las precipitaciones, entre un 5% a un 15% antes del año 2040 (EcoSecurities Consulting y Centro de Cambio Global-PUC, 2010).

Por lo tanto, tomando como base los resultados de precipitaciones, evaporación y evapotranspiración obtenidos en el balance por cuencas realizado por la DGA el año 1987, el cálculo del Índice de Falkenmark, que relaciona la escorrentía con el número de habitantes de una determinada zona, se confirma que la Región de Antofagasta es una zona sometida a una presión hídrica severa, según se indica en Tabla IV.1.



Figura IV.1  
Cuencas Hidrográficas Región de Antofagasta



CÓDIGO DE LA CUENCA	NOMBRE DE LA CUENCA
020	Fronterizas Salar Míchíncha-Río Loa
021	Río Loa
022	Costeras Río Loa-Quebrada Caracoles
023	Fronterizas Salares Atacama-Socompa
024	Endorreica entre Fronterizas y Salar Atacama
025	Salar Atacama
026	Endorreicas Salar Atacama-Vertiente Pacífico
027	Quebrada Caracoles
028	Quebrada La Negra
029	Costeras entre Q. La Negra y Q. Pan de Azúcar

Fuente: Elaboración propia en base a (DGA, 2012a).

Tabla IV.1  
Disponibilidad per Cápita – Región Antofagasta<sup>(7)</sup>

AÑO	POBLACIÓN REGIÓN ANTOFAGASTA (HABITANTES)	ESCORRENTÍA (M <sup>3</sup> /S)	DISPONIBILIDAD RECURSOS RENOVABLES POR HABITANTE (M <sup>3</sup> /AÑO/HABITANTE)
<b>Año 2010:</b> Sin considerar efecto cambio climático	575.268	4,5	248
<b>Año 2020:</b> Considerando efecto cambio climático	575.268	3,4	170

Fuente: Elaboración propia basado en Balance hídrico de Chile DGA, 1987; compendio estadístico-INE, 2013.

7 La determinación de la escorrentía de la región se realizó sumando los valores de escorrentía de cada una de las cuencas indicadas en la Figura IV.1.

- Los valores de escorrentía por cuenca fueron calculados en base a los resultados de precipitación, evapotranspiración y evaporación entregados en el balance de la DGA en 1987, conforme a Ecuación 3.1.
- En caso de obtenerse valores negativos de escorrentía, ésta fue aproximada a cero.
- Si bien el valor de escorrentía entregado en el balance de 1987 para la región de Antofagasta es de 0,93 m<sup>3</sup>/s. Este valor no fue utilizado para los cálculos presentados en la Tabla IV-1, dado que presenta inconsistencias al ser determinada mediante la Ecuación 3.1. [ Ecuación: Escorrentía = (Aportes Precipitación) – (Evapotranspiración) – (Evaporación) ]
- Cabe señalar que el año 2012, la DGA emitió nuevos valores de escorrentía determinados principalmente para 5 cuencas: Río Loa (021), Salar de Atacama (025) y Altiplánicas (020, 023 y 024), cuyos resultados reportan una escorrentía de 10,1 m<sup>3</sup>/s para la Región de Antofagasta. Esta discrepancia respecto del balance de la DGA del año 1987, se explica principalmente por la gran diferencia en el término de evaporación desde salares y cauces reportados por la DGA (entre 1,6 y 2 m<sup>3</sup>/s el año 2010 v/s 21,8 m<sup>3</sup>/s el año 1987), producto de estimación del área superficial expuesta a la evaporación (Ceitsaza, 2014).
- Las discrepancias detalladas anteriormente, sólo demuestran que se requiere realizar un estudio en profundidad y que incorpore el trabajo de campo validando la información de precipitación, evapotranspiración y evaporación, para consolidar un valor de escorrentía que permita clarificar la oferta de recursos hídricos de la Región de Antofagasta (Ceitsaza, 2014).

### Aguas Subterráneas

En relación con los recursos de aguas subterráneas, éstos se recargan, principalmente, por tormentas esporádicas originadas en el Atlántico durante los meses de diciembre a marzo, que corresponden a lo que se conoce como Invierno Altiplánico. La máxima precipitación se alcanza en la Cordillera de los Andes (150 mm/año por encima de los 3.000 m.s.n.m.) y disminuye hasta 1-2 mm/año por debajo de los 2.000 m.s.n.m.

Los principales acuíferos regionales, según se indica en Tabla IV.2, se asocian a los sectores de Baltinache-Barros Negros, Aguas de Quelana, Laguna Salada, Laguna Brava-La Punta y Salar de Atacama (DGA, 2012b). En tanto, respecto de la disponibilidad de éstos, aún existe un conocimiento insuficiente de los acuíferos que permita obtener un dato confiable de la oferta de agua subterránea en la región (MOP, 2012).

**Tabla IV.2**  
*Principales Sectores Acuíferos de la Región de Antofagasta*

SECTOR ACUÍFERO	EXPLOTACIÓN	VOLUMEN GEOMÉTRICO (MM <sup>3</sup> )	TIPO ACUÍFERO	VOLUMEN AGUA ALMACENADA (MM <sup>3</sup> )	PROFUNDIDAD MEDIA NAPA (M)
Salar de Ollagüe	No	-	Libre	-	9
Salar de Ascotán	Si	87.850	Libre/Semiconfinado	8.785	27
Pampa Puno	No	24.000	Libre	2.400	70
San Pedro de Incaliri	Si	65.000	Libre/Confinado	348	50
Calama	Si	72.600	Libre/Confinado	3.630	5
Salar de Atacama	No	218.125	Libre/Confinado	17.450	60-110
Pampa Colorada	Si	82.500	Libre	4.125	20-150
Salar de Punta Negra	Si	-	Libre	-	
Sierra Gorda	Si	4.530	Semiconfinado	190	0,1 a 2
Sector de Aguas Blancas	Si	154.120	Libre	4.429	2
Agua Verde	Si	57.700	Libre/Confinado	289	0,02 a 0,2

**Fuente:** Elaboración propia en base a (dga, 2012<sup>a</sup>).

### Derechos de Agua

De acuerdo a lo reportado por la Dirección General de Aguas, los derechos de agua otorgados en la región al año 2011 constituían un total de 23.440 l/s, según se indica en Tabla IV.3, de los cuales un 30% corresponde a derechos de tipo superficial y un 70% a recursos subterráneos.

Las nuevas solicitudes de derechos de agua deben considerar que el Río Loa y sus afluentes fueron declarados como agotados por la DGA el año 2000, mientras que los acuíferos correspondientes al Salar de Llamara, Sierra Gorda, el Salar de Elvira-Laguna Seca y Aguas Blancas (sectores Aguas Blancas y Rosario), se encuentran declarados con restricción.

Adicionalmente, la región cuenta con 228 humedales protegidos y una superficie de 5.149 km<sup>2</sup>, correspondiente a acuíferos que alimentan vegas y bofedales, entendiéndose prohibidas para mayores extracciones que las autorizadas, así como para nuevas explotaciones, ello en conformidad al párrafo tercero del artículo 63 del Código de Aguas.

**Tabla IV.3**  
*Derechos otorgados Región de Antofagasta*

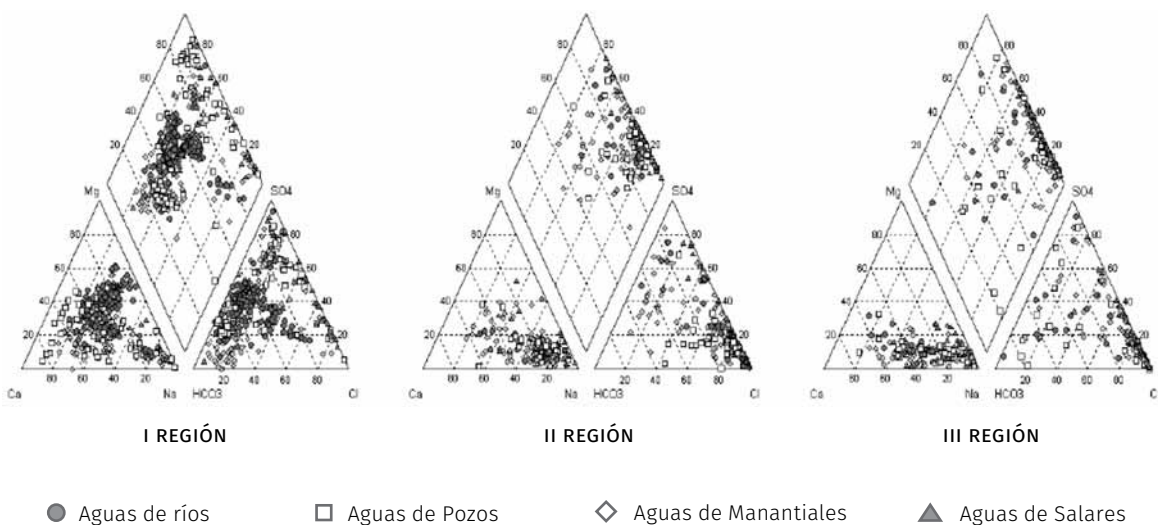
COMUNA	TIPO DE CAUDAL (L/S)			
	PERMANENTE Y DISCONTINUO	PERMANENTE Y CONTINUO	EVENTUAL Y DISCONTINUO	EVENTUAL Y CONTINUO
<b>DERECHOS SUPERFICIALES</b>				
Antofagasta	-	8,00	-	0,55
Calama	-	595,93	-	-
María Elena	73,00	-	52,00	93
Ollagüe	-	29,00	-	17
San Pedro de Atacama	-	4.506,00	-	-
Taltal	-	0,34	-	-
Tocopilla	-	90,00	50,00	-
Sin especificar	-	1.570,00	-	-
<b>Derechos Totales</b>	<b>73,00</b>	<b>6.799,27</b>	<b>102,00</b>	<b>110,55</b>
<b>DERECHOS SUBTERRÁNEOS</b>				
Antofagasta	-	5.282,49	-	-
Calama	-	3.988,30	-	-
María Elena	-	36,76	-	-
Mejillones	-	9,60	-	-
Ollagüe	-	2.549,90	-	-
San Pedro de Atacama	-	3.450,17	-	-
Sierra Gorda	-	807,19	-	-
Taltal	-	230,79	-	-
Tocopilla	-	-	-	-
<b>Derechos Totales</b>	<b>0,00</b>	<b>16.355,20</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

**Fuente:** Elaboración propia en base a MOP (2012).

**Calidad del Agua**

La calidad del agua está dada por las características físicas, químicas y biológicas que tiene un cuerpo de agua, lo cual permite interpretar el estado en que se encuentra el recurso. En este contexto, las aguas naturales de la región se caracterizan por su alto contenido salino, del tipo cloruro sódicas, según se indica en Figura IV.2, debido a la disolución de sales contenidas en formaciones geológicas que son interceptadas por los cauces de los ríos regionales.

**Figura IV.2**  
*Distribución composición química aguas Región de Antofagasta*



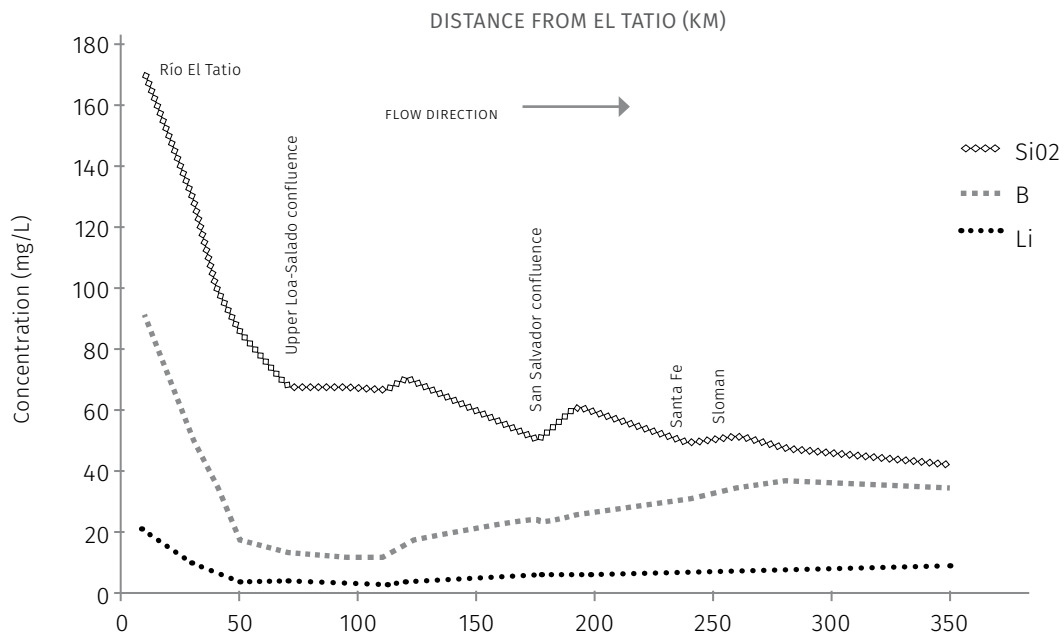
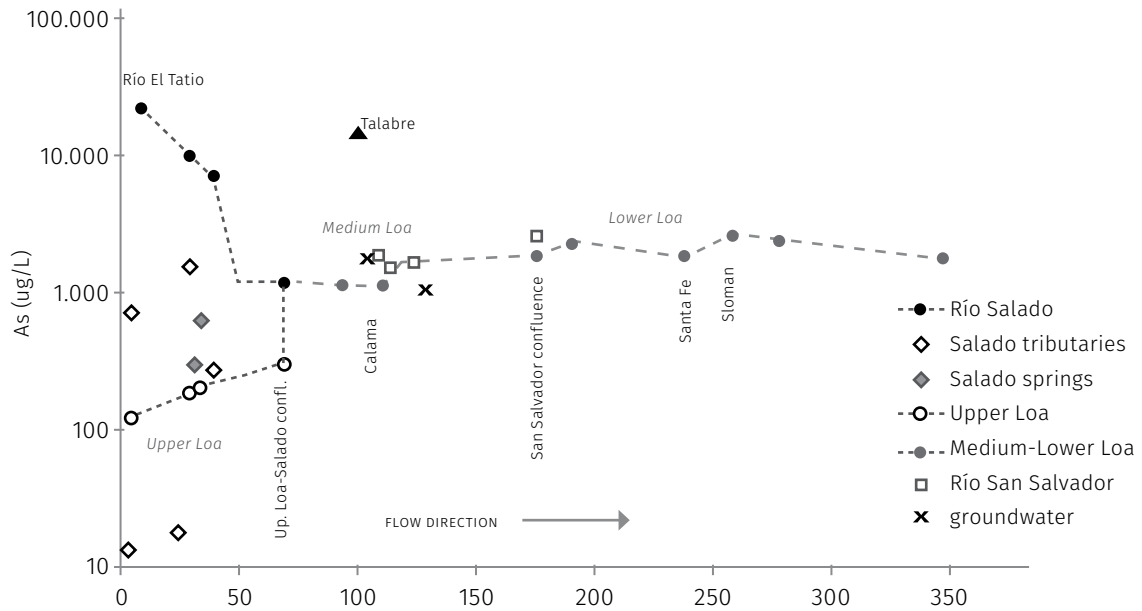
**Fuente:** Elaboración propia en base a reportes DGA (2009).

Cabe señalar que las aguas de la región poseen, además, altos contenidos de arsénico (As) y boro (B), ambos asociados al volcanismo cuaternario altiplánico con origen común, en el campo geotérmico de El Tatio en la Cordillera de los Andes.

Lo anterior se constata en las aguas de la cuenca del Río Loa, las que alcanzan valores promedio de 1,4 mg/l en concentraciones de arsénico (Figura IV.3), superando ampliamente los límites máximos establecidos en la norma chilena de agua potable (0,01 mg/l), limitando su uso directo para estos fines.

En tanto, las concentraciones de boro se mueven entre 10 y 90 mg/l, superando los límites máximos establecidos en la norma de riego NCh 1333 (0,75 mg/l). Sin embargo, no existen obstáculos para su uso como agua potable, dado que la legislación vigente, no contempla restricciones de concentración para este parámetro.

**Figura IV.3**  
 Concentración de As, SiO<sub>2</sub>, B y Li en Aguas de ríos Loa y Salado



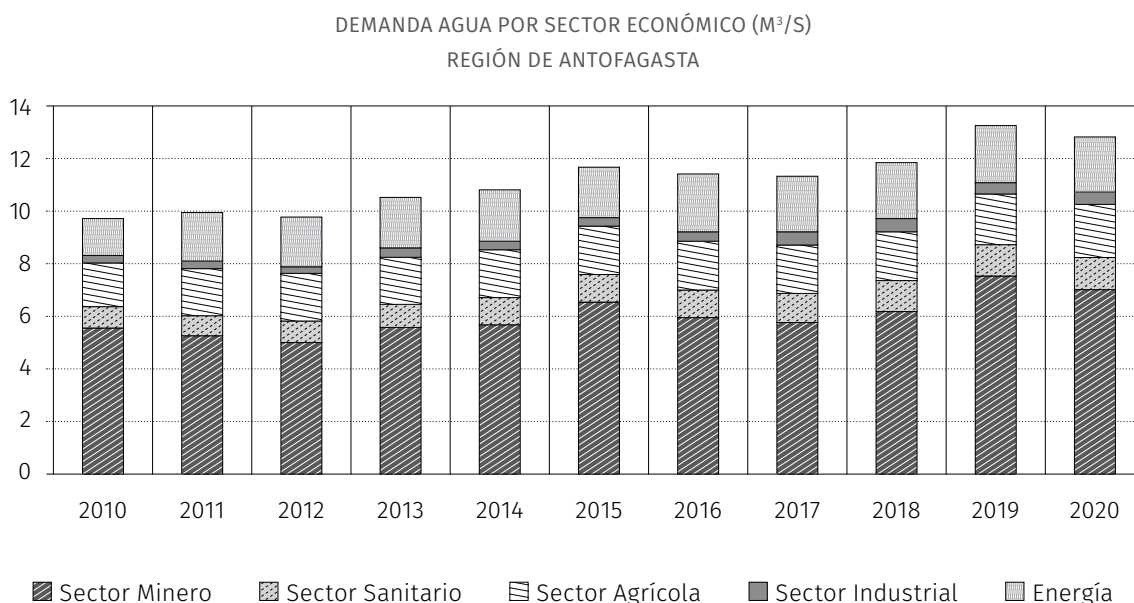
Fuente: Elaboración propia en base a Romero et al. (2003)

### **Demanda de Agua**

La demanda total de agua de la región para el período 2013 - 2020 se estima en 10,5 y 12,8 m<sup>3</sup>/s, respectivamente, la cual será satisfecha gradualmente por fuentes derivadas de agua de mar. Actualmente, este tipo de fuente no convencional representa un 30% en la conformación de la matriz hídrica regional, proyectándose que para el año 2020 alcanzará un 55%.

En este escenario, según se indica en la Figura IV.4, la minería demanda en promedio el 54% de la matriz. Por otro lado, el sector energético que mayoritariamente se abastece por agua de mar representa un 18% del consumo, la agricultura un 16% y el sector sanitario, industrial y comercial, un 15%.

**Figura IV.4**  
Consumos de agua de la Región de Antofagasta por Sector Económico  
(Demanda de agua fresca continental y agua de mar)



**Fuente:** Elaboración propia en base a reportes COCHILCO (2013); SISS (2014); DGA (2012a); Ceitsaza (2014).

Actualmente existe un 100% de cobertura de agua potable para los sectores urbanos de la región, equivalente a 154.260 clientes residenciales el año 2013. Las comunas de mayor demanda son Antofagasta y Calama, que corresponden a las más densamente pobladas. En la actualidad, el agua para el consumo urbano se extrae de siete captaciones superficiales y una planta desaladora ubicada en el sector La Chimba de la ciudad de Antofagasta. Esta cubre aproximadamente un 25% del total

de consumo de agua potable, el cual alcanzó el año 2013, a 0,9 m<sup>3</sup>/s, proyectándose para el año 2020, junto con la construcción de nuevas plantas de osmosis inversa, una demanda de 1,18 m<sup>3</sup>/s.

Respecto al consumo asociado al sector rural, existen en la actualidad trece sistemas de Agua Potable Rural (APR) con 1.961 arranques que abastecen a 5.506 habitantes, los que demandaron el año 2013 un consumo de 0,03 m<sup>3</sup>/s de agua potable, proyectándose para el año 2020 un caudal de 0,04 m<sup>3</sup>/s (DGA, 2012a). Cabe señalar que actualmente los APR cuentan con plantas desaladoras en Michilla, Hornitos y Paposo, mientras que en San Pedro de Atacama existe una planta de osmosis modular que trata agua salobre desde captaciones subterráneas.

La empresa de servicios sanitarios de la región también abastece al sector industrial y comercial, registrándose un consumo de 0,3 m<sup>3</sup>/s el año 2013, equivalente a 5.648 clientes no residenciales. Considerando el crecimiento histórico de este sector, para el año 2020 se proyecta un consumo de 0,4 m<sup>3</sup>/s.

En relación al consumo de agua para uso agrícola, de un total estimado de 2.200 hectáreas regadas en la región, aproximadamente un 60% son plantaciones forrajeras, siendo seguidas por cultivos de cereales y leguminosas y cultivos de frutales. San Pedro de Atacama y Calama son las localidades que concentran la mayor cantidad de superficie regada. La demanda hídrica agrícola del año 2012 se estima en 1,6 m<sup>3</sup>/s. Gran parte del recurso es extraído del río Loa. Además, se cuenta con 48 pozos en la región destinados exclusivamente al riego. Las proyecciones a futuro estiman que la superficie regada aumente a 2.700 hectáreas para el año 2022 y a 3.400 para el año 2032; incrementando la demanda agrícola a 1,9 m<sup>3</sup>/s en el primer caso y 2,3 m<sup>3</sup>/s en el segundo (DGA, 2012a).

Respecto a la minería, ésta es la principal actividad industrial en la región, donde la extracción de cobre representa aproximadamente un 52% de la producción nacional, mientras que la producción de plata y compuestos de azufre tiene una participación del 53% y 43%, respectivamente. De acuerdo a lo reportado por Cochilco en el año 2013, la Región de Antofagasta extrae el 40% del agua fresca que se utiliza en el sector minero a nivel nacional, donde el 25% se consume en Plantas Hidrometalúrgicas y el 75% en Plantas de Concentración, recirculándose en estas últimas un 56% del agua fresca. El año 2013, el consumo alcanzó a 5,6 m<sup>3</sup>/s de los cuales un 18% correspondió a agua de mar de uso directo o desalada, proyectándose para el año 2020, un consumo de 7,0 m<sup>3</sup>/s, en donde el 52% de este consumo será abastecido por este tipo de fuente (Ceitsaza, 2014). Lo anterior considera que el año 2015, los proyectos Escondida Fase V, Antucoya y Sierra Gorda se encontrarán operando a plena capacidad. En tanto, durante los años 2017 y 2018 entrarán en operación las desaladoras de Servicios Complementarios de Minera Escondida y la de RT Sulfuros II de Codelco Chile. Otros consumos de agua asociados, por ejemplo, al desarrollo de la minería del litio y nuevas explotaciones de estos yacimientos, no son considerados en esta proyección.

Finalmente, la demanda de agua del sector eléctrico está relacionada mayoritariamente con el consumo realizado por las centrales termoeléctricas que operan en la región, cuyo consumo actual bordea los 2,0 m<sup>3</sup>/s. La fuente de agua utilizada es agua de mar y en función de la capacidad instalada y proyectada de centrales termoeléctricas para el año 2020, la demanda de agua para ese período se estima en 2,2 m<sup>3</sup>/s.

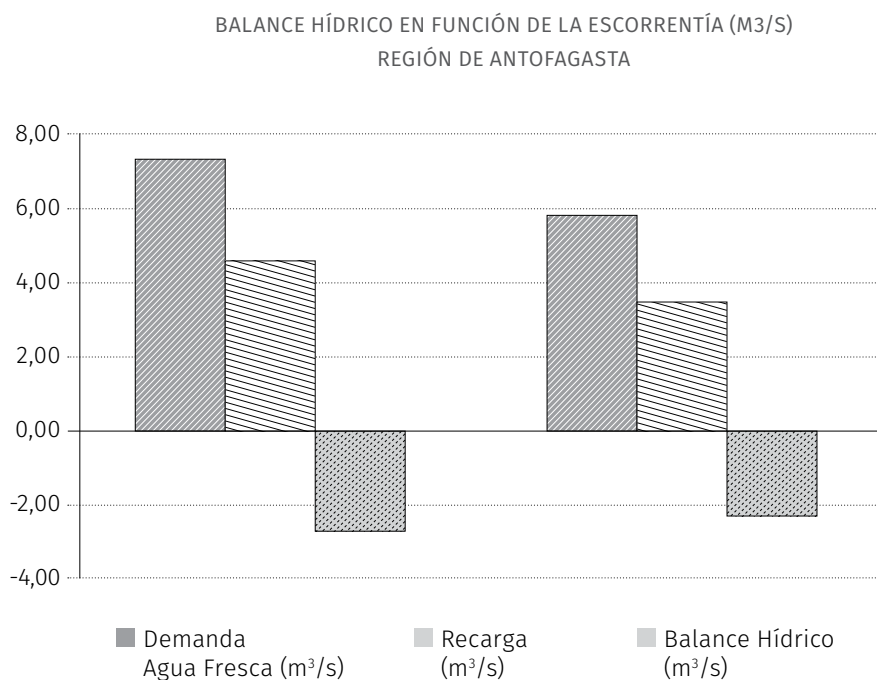
### Balance Hídrico

Una de las debilidades que presentan los balances hídricos realizados para la Región de Antofagasta es el desconocimiento de la oferta real del recurso referida principalmente al agua subterránea. De ahí que uno de los estimadores utilizados para calcular su disponibilidad es la escorrentía superficial, la cual determina la recarga efectiva de agua fresca, infiriéndose a partir de los resultados obtenidos cómo están siendo afectados los acuíferos.

Tomando los valores de escorrentía consignados en Tabla IV.1 y los de demanda de agua fresca detallados anteriormente, es posible concluir, según se indica en Figura IV.5, que la región presenta actualmente un balance hídrico negativo aproximado de 2,7 m<sup>3</sup>/s. Esto indica que las aguas subterráneas están actualmente siendo exigidas más allá de su capacidad de recarga.

Realizando esta misma proyección para el año 2020, tomando en consideración el efecto del cambio climático, se mantiene el escenario de detrimento de los acuíferos, a pesar de los esfuerzos por introducir fuentes provenientes de agua de mar o de reuso de las aguas residuales e industriales.

**Figura IV.5**  
*Balance hídrico actual y futuro para la Región de Antofagasta*



**Fuente:** Elaboración propia en base a reportes Cochilco (2013); DGA (2012a); Ceitsaza (2014).



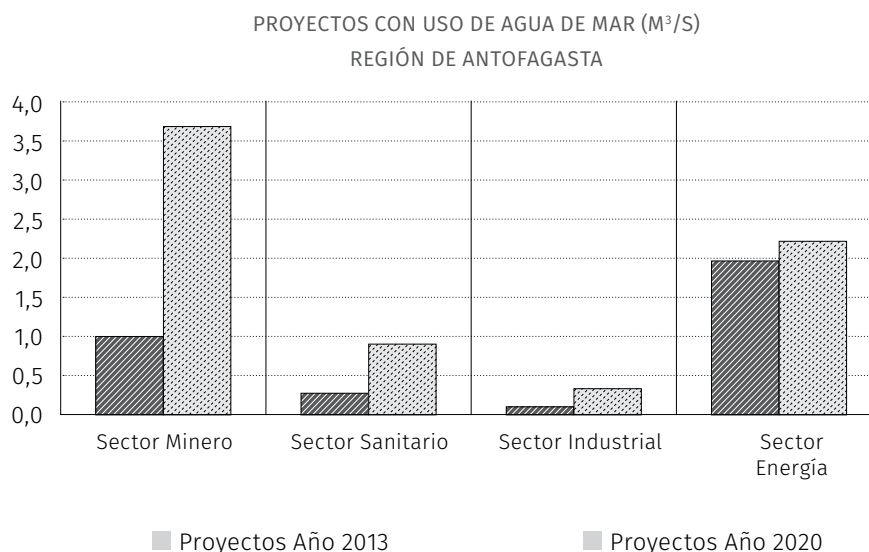
## Proyectos con Uso de Fuentes Hídricas No Convencionales (FHNC)

### Proyectos con Uso de Agua de Mar

La Región de Antofagasta ha sido pionera en el país en el marco de la diversificación de su matriz hídrica, introduciendo principalmente fuentes derivadas de agua de mar. Así se desprende de Figura IV.6, donde se evidencia que de los 10,5 m<sup>3</sup>/s demandados el año 2013, aproximadamente 3,3 m<sup>3</sup>/s fueron abastecidos por agua de mar en forma directa o desalada, siendo los sectores minero y de energía los que concentran sobre el 89% de estos proyectos.

De igual forma, la proyección para el año 2020 indica que de los 12,8 m<sup>3</sup>/s que demandaría la región, aproximadamente 7,1 m<sup>3</sup>/s corresponderían a proyectos con agua de mar, siendo la minería, el sector donde se construirán las plantas desaladoras mediante osmosis inversa de mayor capacidad instalada de la región, según se indica en Tabla IV.4.

**Figura IV.6**  
*Proyectos que utilizan agua de mar en la Región de Antofagasta*



**Fuente:** Elaboración propia en base a reportes Cochilco (2013); DGA (2012<sup>a</sup>); Ceitsaza (2014).

**Tabla IV.4**  
*Proyectos que utilizan agua de mar en la Región de Antofagasta*

SECTOR	AÑO 2013		AÑO 2020	
	PLANTA DESALADORA / IMPULSIÓN AGUA MAR	CAPACIDAD INSTALADA (L/S)	PLANTA DESALADORA / IMPULSIÓN AGUA MAR	CAPACIDAD INSTALADA (L/S)
SANITARIO	Desaladora La Chimba - Antofagasta	600	Ampliación Planta La Chimba -Antofagasta	850
	Desaladora Taltal	10	Desaladora Sur-Antofagasta	1.000
	Desaladora Michilla-Mejillones	0,92	Desaladora Tocopilla	100
	Desaladora Hornitos	0,28	Ampliación Desaladora Taltal	60
	Desaladora Paposo	2		
MINERO	Desaladora Minera Michilla	75	Desaladora Proyecto Antucoya	280
	Desaladora Coloso-BHP Billiton	525	Desaladora Sierra Gorda SCM	63
	Desaladora Minera Esperanza	50	Desaladora Serv. Complem.-BHP Billiton	2.500
	Desaladora Minera Las Cenizas	9,3	Desaladora Radomiro Tomic-Codelco	1.950
	Impulsión Agua Mar Minera Esperanza	780-1.500	Impulsión Agua de Mar Sierra Gorda SCM	1315
	Impulsión Agua Mar Mra. Mantos de La Luna	78	Impulsión Agua de Mar Lomas Bayas III	500
	Impulsión Agua de Mar Minera Michilla	23		
	Impulsión Agua de Mar Minera Las Cenizas	12		
ELÉCTRICO	Agua de Mar - Termoeléctrica Mejillones	296	Agua de Mar - Central Cochrane	280
	Agua de Mar - Termoeléctrica Norgener	139		
	Agua de Mar - Termoeléctrica Atacama	390		
	Agua de Mar - Termoeléctrica Tocopilla	515		
	Agua de Mar - Termoeléctrica Angamos	259		
	Agua de Mar - Central Térmica Andina	83		
	Agua de Mar - Central Térmica Hornitos	83		
	Agua de Mar - Termoelectrica Taltal	122		

**Fuente:** Elaboración propia en base a reportes Cochilco (2013); DGA (2012a); Ministerio de Energía (2013); Ceitsaza (2014).

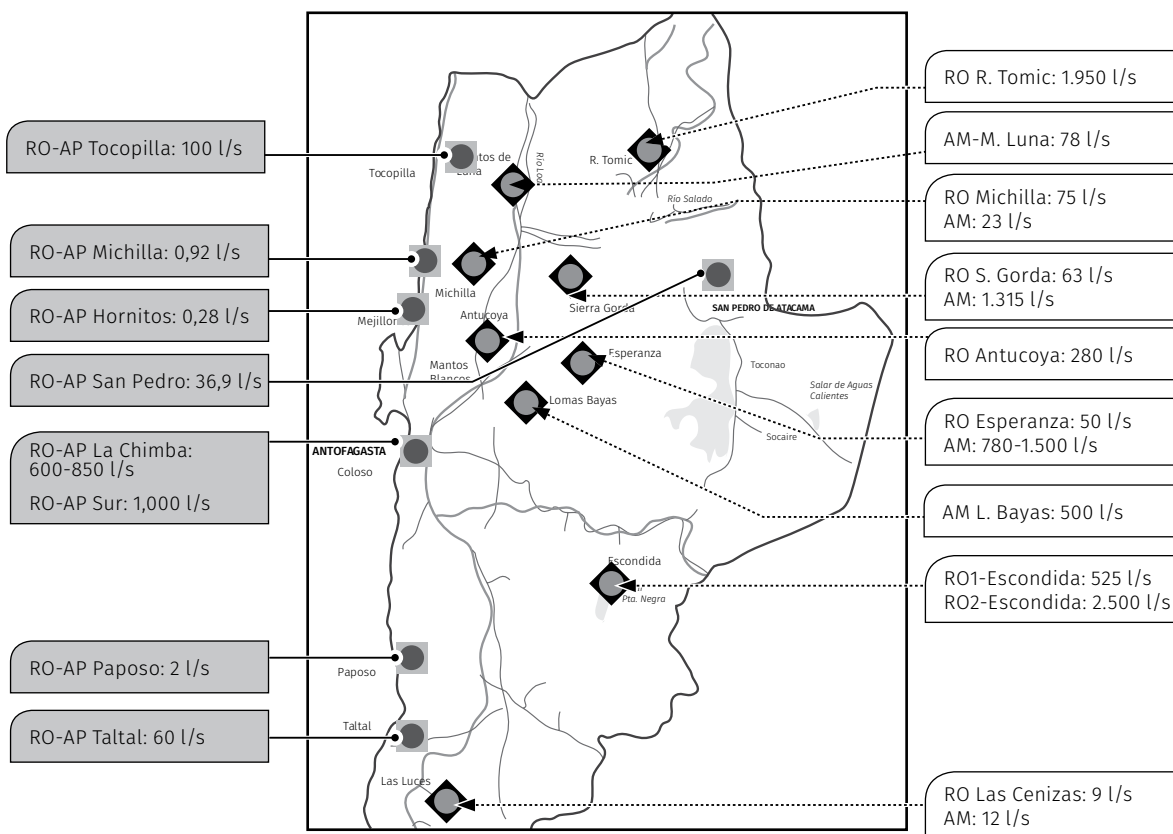
En relación al sector sanitario, desde el año 2003 se encuentra operando la planta desaladora La Chimba con una capacidad instalada de 600 l/s, cubriendo actualmente el 60% de la demanda de la ciudad de Antofagasta. En proyecto se encuentra la ampliación de esta planta a 850 l/s, lo que permitirá cubrir el 70% de la demanda de la ciudad. Se proyecta, además, la construcción de una nueva desaladora con una capacidad instalada de 1.000 l/s para satisfacer, en conjunto con la planta de 850 l/s, la demanda de las ciudades de Antofagasta y Mejillones. A estas plantas se suman la de-

saladora de Taltal de 10 l/s y su futura ampliación a 60 l/s, y las de Michilla, Hornitos y Paposo. Estas serán administradas por sus respectivos servicios de agua potable rural con una capacidad total de 3,2 l/s. Se añade la futura planta desaladora de Tocopilla, para una capacidad de 100 l/s (Figura IV.7).

El sector minero, en tanto, utiliza agua de mar en forma tanto directa como desalada, siendo la pequeña y mediana minera pionera en el uso de este tipo de fuente en los procesos de flotación y lixiviación de cobre a nivel nacional. Actualmente, la región cuenta con el mayor número de plantas de desaladoras mediante osmosis inversa e impulsiones de agua de mar, destacando por su envergadura la planta de osmosis de Minera Escondida, de 525 l/s, y la impulsión de agua de mar directa de Minera Esperanza con una capacidad instalada de 780-1.500 l/s (Figura IV.7).

Figura IV.7

Ubicación espacial de proyectos del sector minero y sanitario que utilizan agua de mar en la Región de Antofagasta – Proyección Año 2020



RO-AP : Planta desaladora de agua potable mediante osmosis inversa.  
 RO : Planta desaladora industrial mediante osmosis inversa.  
 AM : Aducción de agua de mar directa.

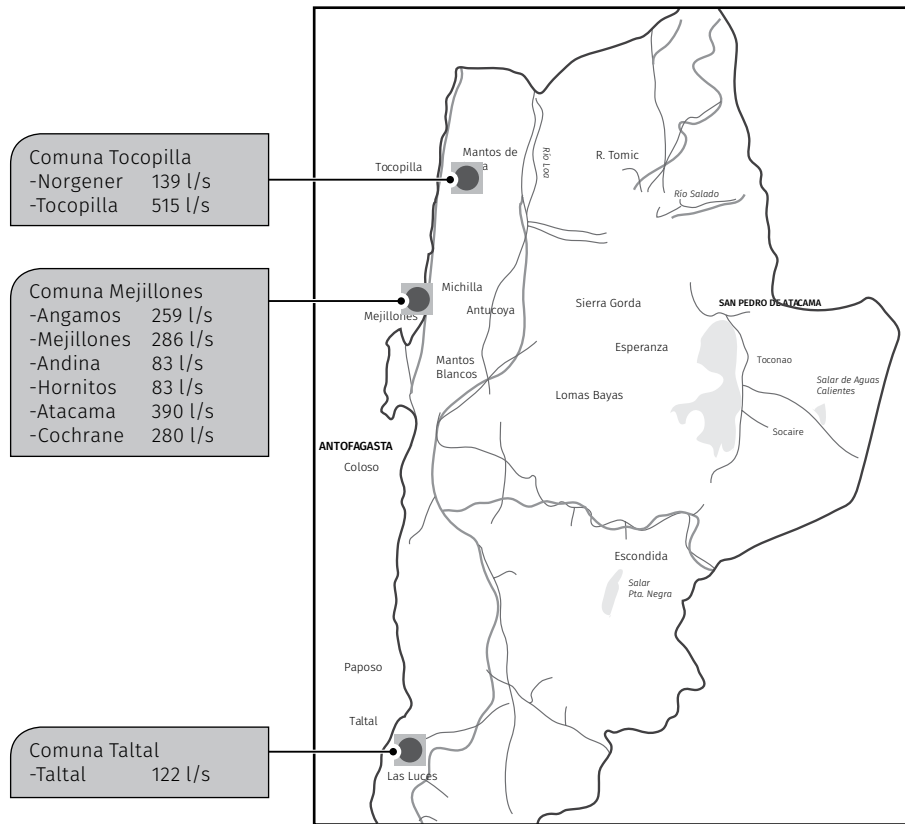
Fuente: Elaboración propia en base a reportes Cochilco, 2013; DGA, 2012a; Ceitsaza, 2014.

El sector eléctrico de la región, cuya matriz está conformada mayoritariamente por centrales termoeléctricas con sistemas de refrigeración abiertos, en sus procesos utiliza agua desalada y agua de mar en forma directa, la que posteriormente es retornada al mismo cuerpo de agua, pero en un punto distinto a la captación y a una mayor temperatura.

Estas centrales se ubican principalmente en las comunas de Mejillones, Tocopilla y Taltal, soportando la producción minera de la región y de la zona norte del país (Figura IV.8), con una capacidad total al año 2013 de 3.946 MW y un consumo de agua de mar aproximado de 1.973 l/s, registrado principalmente en las centrales térmicas de Tocopilla, Atacama, Angamos, Mejillones, Norgener y Taltal, según detalle de Tabla IV.4. Considerando la entrada en operación el año 2016 de la Central Cochrane, para el 2020 se proyecta una demanda del orden de los 2.210 l/s para una capacidad instalada total de 4.418 MW.

**Figura IV.8**

*Ubicación espacial principales proyectos termoeléctricos que utilizan agua de mar en la Región de Antofagasta – Proyección Año 2020*



**Fuente:** Elaboración propia en base a reportes de Ministerio de Energía (2013); DGA (2012a); Ceitsaza (2014).

### Proyectos de Reuso de Agua

Aguas Residuales: en relación con la utilización de otro tipo de fuentes hídricas no convencionales, en la región también se han implementado iniciativas relacionadas con el reuso de las aguas servidas tratadas luego de ser sometidas a un proceso de desbaste de sólidos, tratamiento biológico y desinfección. No obstante, estos proyectos, en comparación con la capacidad de tratamiento de los proyectos que utilizan agua de mar, son de menor envergadura.

Dentro de estas iniciativas destaca el uso dado a los efluentes de la planta de lodos activados de la ciudad de Antofagasta, donde aproximadamente 100 l/s son utilizados en industrias ubicadas en el sector La Negra, mientras que 20 l/s son destinados a uso agrícola y riego de áreas verdes de Antofagasta. En tanto, en la ciudad de Calama 50 l/s son destinados a riego agrícola, de los cuales 28 l/s son aportados por Codelco y 22 l/s por la empresa que realiza el tratamiento de las aguas servidas de la ciudad, Tratacal S.A.

Aguas de Proceso: con el fin de promover el reuso de las aguas que son descartadas de las operaciones unitarias, la industria minera ha introducido una serie de innovaciones tecnológicas que le han permitido, entre otros objetivos, recuperar y retornar al proceso el agua clara de los espesadores y de los tranques de relaves, alcanzando en la región una tasa de recirculación en plantas concentradoras de un 42% y 56% entre los años 2009 y 2012 (Cochilco, 2013). Lo anterior ha traído como consecuencia que el sector exhiba actualmente menores consumos unitarios de agua fresca por tonelada de mineral tratado, según se indica en Tabla IV.5.

**Tabla IV.5**  
*Consumos unitarios de agua fresca por tonelada de mineral tratado*

AÑO	PLANTAS CONCENTRADORAS	
	ANTOGAGASTA (M <sup>3</sup> /TON)	PROMEDIO NACIONAL (M <sup>3</sup> /TON)
2009	0,68	0,67
2010	0,73	0,69
2011	0,73	0,65
2012	0,59	0,61

**Fuente:** Elaboración propia en base a reportes Cochilco (2013).

### Desafíos y Problemáticas

Como una forma de diversificar la matriz hídrica a través de fuentes no convencionales, la región ha explorado e implementado proyectos relacionados, principalmente, con agua de mar en forma directa y desalada, con el reuso de aguas residuales y con aguas de descarte de los procesos mineros.

Si bien estas alternativas tecnológicas han contribuido a descomprimir la demanda de agua fresca en la región, existe una amplia discusión en torno a la implementación de este tipo de proyectos debido al alto costo de energía involucrado, principalmente, en el transporte e impulso del agua hacia los centros de consumo, así como por los potenciales impactos sociales y ambientales que traen aparejados. Otras alternativas, como la infiltración artificial de acuíferos y/o la conducción de caudales de agua desde cuencas con disponibilidad del recurso hacia otras que presentan escasez, no han sido implementadas en la región.

### **Agua de Mar**

En la región, el agua de mar es una fuente ampliamente utilizada por la industria sanitaria, eléctrica y minera. Dependiendo de la calidad requerida, el agua de mar puede ser conducida directamente a los procesos, o bien puede desalarse. En el primer caso, sólo se requiere de un tratamiento previo básico para asegurar la remoción de material particulado orgánico e inorgánico, manteniendo su contenido salino, mientras que para obtener agua desalada se requiere de la implementación de tecnologías como osmosis inversa (RO), electrodiálisis, destilación multiefecto (MED) o evaporación multi-etapas flash (MSF).

Ámbito Económico: este elemento resulta determinante, tanto a nivel de implementación como de operación, para la factibilidad de los procesos. Siguiendo a Cooley, Gleick y Wolff (2006), es posible señalar que estos costos varían en función del costo energético, la condición ambiental o la topografía.

Los proyectos que utilizan agua de mar directa en los procesos concentran en el CAPEX respectivo los costos asociados a la obtención de servidumbres, permisos y selección de materiales resistentes a la corrosión, mientras que los costos de operación son proporcionales a los consumos de energía originados en la etapa de impulsión, según se detalla más adelante.

En el caso de agua desalada, un análisis realizado por Cooley, Gleick y Wolff (2006) sobre plantas desaladoras mediante osmosis inversa alrededor del mundo, descontando el costo de impulsión, servidumbre y permisos, revela que el costo correspondiente al consumo de energía representa un 44% del total, y que en el caso de una central térmica el costo alcanzaría un 50%. A modo de referencia, National Water Commission (2008) presenta una cuantificación comparativa entre las tecnologías aplicadas en los procesos de desalación y los costos de cada uno de ellos:

**Tabla IV.6**  
*Comparación costos instalación y operación tecnologías de desalación*

INDICADORES	COSTO INSTALACIÓN US\$/M <sup>3</sup>	CONSUMO DE ENERGÍA FÓSIL KWH/M <sup>3</sup>	COSTOS OPERACIÓN US\$/M <sup>3</sup>	TENDENCIAS MUNDIALES	FUENTES DE ENERGÍA
Osmosis Inversa	700 a 900	2 a 2,8	0,45 a 0,92	Crecimiento	Eléctrica
Electrodiálisis	No disponible	16 a 19	0,58	Estático	Eléctrica
Destilación MED	900 a 1.000	3,4 a 4	0,75 a 0,85	Decreciente	Calorífica/Eléctrica
Evaporación MSF	1.200 a 2.300	5 a 8	1,10 a 1,50	Decreciente	Calorífica/Eléctrica

**Fuente:** Elaboración propia en base a presentación de Lechuga et al. (2006) y National Water Commission (2008).

Finalmente, la impulsión y el transporte de agua, además de requerir inversiones en infraestructura, demanda altos consumos de energía, lo que impacta negativamente en los costos de operación. Así, por ejemplo, en Chile el año 2006 para producir una libra de cobre el costo del agua en promedio alcanzaba a 0,5 centavos de US\$/lb, mientras que el 2012, el costo del agua introduciendo agua de mar en los procesos aumentó a 20,2 centavos de US\$/lb (Pizarro, 2012).

Ámbito Ambiental: El uso de agua de mar en cualquiera de sus formas impacta la biodiversidad y los hábitats donde se encuentran emplazados los proyectos, ya sea por la ubicación y características de la toma de agua, por el descarte de salmuera en el caso de la desalación mediante osmosis inversa o por disposición en el medio marino de agua de mar a mayor temperatura, como ocurre con las termoeléctricas.

En este contexto, y para evitar impactos negativos sobre el medio, las empresas deben presentar, al momento de solicitar la autorización de sus proyectos, estudios del ambiente marino. En ellos se debe evaluar si durante la captación de agua de mar, organismos como peces y moluscos podrían quedar atrapados, debiendo escogerse lugares donde la biota litoral sea escasa, lo que –junto con contribuir a la conservación del sitio respectivo– garantizará la continuidad del suministro de agua hacia los procesos respectivos, evitando ensuciamientos o embancamientos periódicos de sus sistemas de captación.

En el caso de los proyectos de las termoeléctricas y de desalación, también son requeridos estudios de corrientes marinas, mareas, columnas de agua y bentos. El fin de esto es evaluar el punto donde se produce la dilución, así como el destino de la pluma de agua salobre en el caso de la desalación, la que, idealmente, debiese darse antes de la zona intermareal y submareal.

Un estudio elaborado por el BID (2003), para el caso específico de la Región de Antofagasta, sostiene que el efecto de las descargas al mar no ocurre en un radio más allá de los 200 metros y que fenómenos como la alta turbulencia hídrica favorecen la homogenización de la salinidad, disminuyendo con ello el impacto al medio ambiente marino.

Otros impactos también son identificados a nivel del paisaje, generándose como productos del trazado de tuberías, así como de la emisión de gases de efecto invernadero, particularmente en el caso de las desaladoras (Ibáñez, 2010; Food & Water Watch, 2009; WWF, 2007). En este sentido, si bien las plantas de osmosis inversa no generan en forma directa emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, dado que consumen energía eléctrica proveniente de las centrales termoeléctricas de la región, sí generan emisiones indirectamente.

Ámbito Social y de Salud Pública: desde una perspectiva social, el uso de agua de mar mediante la operación de desaladoras para abastecer la demanda regional de agua potable de la población, ha permitido el reemplazo paulatino de las aguas cordilleranas con altos contenidos de arsénico, por agua con concentraciones bajo 0,01 mg/l. Concentraciones de este elemento del orden de 0,8 mg/l, se registraron el año 1958 en la ciudad de Antofagasta producto de la entrada en funcionamiento de la captación Toconce, lo que obligó a la Empresa de Servicios Sanitarios de la Región a construir plantas de filtros para alcanzar los estándares requeridos por la Norma Chilena NCh 409, fijados en aquel entonces en 0,12 mg/l.

Posteriormente, para cubrir la demanda creciente de agua potable, se construyeron los años 1978, 1989 y 1998 nuevas plantas de filtro de abatimiento de arsénico en las ciudades de Calama, Antofagasta y Taltal respectivamente, con las cuales fue posible reducir las concentraciones de este elemento a 0,05 mg/l. El año 2003 se pone en servicio el primer módulo de la planta desaladora La Chimba y, junto con un up-grade realizado el año 2004 a las plantas de filtro en operación, se logró alcanzar concentraciones de arsénico de 0,01 mg/l, cumpliendo con los requisitos fijados el año 2005, por la NCh 409.

Finalmente, el actual uso de agua desalada, así como la de los nuevos proyectos en ejecución, garantizará la disponibilidad de agua potable en las ciudades costeras de la Región de Antofagasta, independizándolas de su dependencia de aguas de origen cordillerano y liberándolas para otros usos. Lo anterior contribuye, por lo tanto, a levantar restricciones de desarrollo social y económico que pudiesen originarse en la región.

### ***Reuso de Aguas Residuales y Aguas de Proceso***

Las aguas residuales provenientes de procesos domiciliarios, ganaderos, industriales u otras actividades, una vez tratadas para su acondicionamiento y/o eliminación de contaminantes, pueden ser reutilizadas posteriormente. En este contexto, la experiencia regional da cuenta del reuso de estas aguas en el riego de áreas verdes y de caminos, agricultura y minería.

En tanto, las aguas de proceso están referidas a las aguas que, habiendo sido utilizadas en los procesos, una vez descartadas vuelven a ser incorporadas a las unidades productivas.

Ámbito Económico: los factores económicos relacionados con la implementación de proyectos de reuso de agua dependerán de la calidad del suministro y de la tecnología disponible (biológica, física y/o química) para satisfacer los requerimientos en el punto de consumo final, según se indica



en Tabla IV-7. Posteriormente, la evaluación económica se centra, al igual que los proyectos que utilizan agua de mar, en los costos de energía involucrados en el transporte e impulsión del agua a reutilizar (Devi et al., 2007; Urkiaga et al., 2008).

**Tabla IV.7**  
*Comparación costos instalación y operación de tecnologías en el Reuso de Agua*

TIPO	TECNOLOGÍA	CAUDAL (M <sup>3</sup> /D) MÍN-MÁX"	INVERSIÓN (MILES US\$)	TRATAMIENTO (US\$/M <sup>3</sup> )	PARÁMETRO: % REMOCIÓN					
					SST	AYG	DBO5	N(*)	P	HG
BIOLÓGICO	Lodos Activados	20-30	66-315.000	0,28-0,01				70-90%		
	Lombrifiltro	19-507.000	60-150	0,45-0,14	95%	80%	95%	60-80%	60%	
	Lagunas Aireadas	58-57.600	12-2.110	0,76-0,01				50-75%		
	Reactores Anaeróbicos	58-30.000	14-3.873	1,25-0,018				70%		
FÍSICO	Osmosis	1.500-379.000	1.900-53.400	0,62-0,32	99%	99%	99%	99%	99%	99%
	Nanofiltración	1.500-379.000	1.800-50.000	0,59-0,30	99%		99%	99%	99%	
	Arrastre por Aire	80-16.000	15-354	0,03-1,09				95%		
	Electrodialísis	860-86.000	1.300-20.000	0,51-0,11				90%		
FÍSICO QUÍMICOS	Intercambio Iónico	500-31.000	770-9.100	0,35-0,03				99%		
	Coagulación/ Floculación	30-1.000	48-800	0,02-0,001	90%	85%	90%			90%
	Oxidación avanzada	10-5.000	91-3.899	0,98-4,24		90%	90-100%			
	Electrooxidación	10-5.000	45-1.882	0,98-4,24				90-100%		
	Oxidación con aire húmedo	11-5.000	75-3.136	3,51-0,81						

N (\*): N; NH<sub>3</sub>; NH<sub>4</sub>

**Fuente:** Elaboración propia en base a reportes Fundación Chile (2013).

En particular, al uso específico del agua residual para riego en áreas verdes, Cáceres et al. (2003) presenta que el costo en la Región de Antofagasta alcanzaría U\$ 0,63/m<sup>3</sup>, por medio de lagunas de estabilización, y U\$ 1,2/m<sup>3</sup> a través del sistema de lodos activados.

Ámbito Ambiental: la incorporación de aguas residuales y/o de descarte industrial en la matriz hídrica en escenarios de extrema aridez, como los de la región, es una oportunidad para realizar

un mejor manejo al recurso, disminuyendo el estrés hídrico, para lo cual se deben evaluar los impactos ambientales asociados a cada uno de ellos. En este contexto, la legislación aplicable guarda relación con el resguardo de los cursos de agua superficiales y subterráneas, agua marina y suelo, consignadas en el DS 90/2000, que establece la norma de emisión para todo tipo de descarga a aguas marinas y continentales superficiales, en el DS 46/2002, que establece la norma de emisión que regula las descargas de residuos líquidos a aguas subterráneas, y en la NCh 1333/1978 sobre requisitos de calidad de agua para diferentes usos de acuerdo a requerimientos científicos referidos a aspectos físicos, químicos y biológicos.

En relación al uso de aguas residuales, en la región existen cuatro emisarios ambientalmente aprobados que atienden las localidades de Antofagasta, Tocopilla, Mejillones y Taltal a través de los cuales, aproximadamente un 65% del agua servida generada en la región es conducida, previo tratamiento, al mar (0,60 - 0,80 m<sup>3</sup>/s). El 35% restante de las aguas es tratado en plantas de lodos activados ubicadas en Antofagasta y Calama (0,14 - 0,16 m<sup>3</sup>/s). Del total de las aguas servidas generadas, sólo un 4% es reutilizado en riego de áreas verdes y actividades agrícolas, previo tratamiento biológico y desinfección, mientras que un 10% es transportado al sector La Negra, en la ciudad Antofagasta, y utilizado en actividades industriales como enfriamiento de escorias de fundición. Por lo tanto, el desafío para la región es aumentar el porcentaje de reuso de las aguas residuales, evaluando en cada caso las tecnologías de tratamiento necesarias, para no impactar negativamente el medio ambiente.

Respecto del reuso de aguas de descarte de procesos industriales, el sector minero de la región, de acuerdo a lo informado por Cochilco el año 2012, exhibe tasas de recirculación de agua a nivel global, considerando mina, planta, relaves y campamento de un 74%. Esto deja a la región en el penúltimo lugar a nivel país, superando sólo a la Región de Tarapacá, que registró un 73%. Por lo tanto, tomando en consideración que la región es la mayor consumidora de agua fresca a nivel nacional con un 40%, el reuso de agua sigue siendo un tema prioritario y un desafío en el marco de las políticas de sustentabilidad de las empresas del sector.

Ámbito Social y de Salud Pública: dependiendo de la naturaleza y del destino final de las aguas reutilizadas, la principal problemática de esta dimensión tiene relación con el rechazo que pueden tener este tipo de iniciativas en la comunidad (Urkiaga et al., 2008; National Water Commission, 2008), principalmente si se trata del reuso de aguas residuales para la producción de agua potable y/o reuso de aguas de descarte minero, para uso agrícola, riego de caminos, etc. En respuesta a este desafío, las estrategias para socializar este tipo de iniciativas deben ir acompañadas de campañas de educación pública para derribar paradigmas sobre posibles impactos negativos en la salud de las personas y conseguir, posteriormente, el compromiso de las comunidades para socializar estas iniciativas.

A nivel regional, Fundición Altonorte cuenta con una planta de osmosis inversa que trata aguas residuales provenientes de la ciudad de Antofagasta para ser reutilizadas como agua de enfriamiento en sus plantas de ácido. Lo interesante es que esta planta cuenta con resolución sanitaria para producir 3 l/s de agua potable, cumpliendo los requisitos de NCh 409. En relación al reuso de aguas descarte minero, un ejemplo emblemático lo constituye el reuso de las aguas claras prove-

nientes del tranque de relaves de Pampa Austral, ubicado en la Región de Atacama, con las cuales se riegan cinco hectáreas de diversas especies vegetales. En esta misma zona se encuentra otra experiencia agrícola, relacionada con una plantación de más de 45 mil unidades de claveles regadas con las aguas industriales de este tranque, cuya talla y colorido han permitido la exportación de este producto y, con ello, la absorción de mano de obra, principalmente de mujeres jefas de hogar de la comuna.

Por otra parte, integrar aguas industriales y/o servidas tratadas en actividades productivas en procesos de agua potable o –como las recientes iniciativas de riego agrícola en Calama– mediante aguas residuales, no sólo viene a destrabar la competencia por el agua, haciendo sustentables actividades ligadas a la silvicultura, sino que, además, permite el arraigo de las comunidades principalmente rurales al territorio y a la conservación del patrimonio cultural en la región.

## **Líneas de Discusión y Propuestas**

En esta sección se presentan las principales propuestas surgidas en las mesas de trabajo del Proyecto FIC “Recomendaciones y Líneas de Acción para la Promoción del Uso de ERNC y Diversificación de la Matriz Hídrica de la Región de Antofagasta”.

### ***Gestión Integrada del Recurso Hídrico***

En conformidad con la creciente demanda del recurso hídrico en la región, donde la minería es el principal consumidor, se concluye que pesar de que este sector seguirá introduciendo en sus proyectos fuentes hídricas no convencionales, mantendrá el consumo de agua fresca hacia el año 2020, posicionándose cada vez con más fuerza la disputa del recurso con otros sectores, como la agricultura.

Por lo tanto, la primera brecha a vencer radica en la necesidad de tener un conocimiento acabado de la disponibilidad y calidad del recurso en las distintas cuencas de la región, a través de modelos hidrogeológicos actualizados para que los organismos regulatorios puedan realizar, con mayor certeza y bajo metodologías trazables, los controles de asignación y uso de los derechos de agua. En este sentido, la DGA ha indicado en los talleres realizados en el marco del Proyecto FIC que para el año 2015 se dispondrá de nuevos antecedentes en esta línea, junto con potenciar la red hidrométrica de la DGA y aumentar los monitoreos y fiscalización del recurso.

Sin embargo, para fomentar la real integración del recurso hídrico, el desafío se debe centrar en establecer redes de apoyo con los distintos actores al interior de cada cuenca en estudio, con el fin de consensuar los modelos hidrogeológicos y promover de forma anticipada el diseño de estrategias destinadas, por ejemplo, a la construcción de infraestructura en sectores críticos en un escenario de escasez.

En esta dirección, los desafíos también conducen a la formulación de políticas regionales para enfrentar los impactos ambientales, sociales y económicos negativos que pudiesen generarse producto de operaciones industriales, asentamientos humanos, cambio climático, etc.

### ***Barreras en la Diversificación de la Matriz Hídrica***

La importancia de diversificar la matriz hídrica en una región que convive diariamente con un intenso estrés hídrico y de competencia por el recurso por parte de distintos usuarios, radica, entre otros aspectos, en abrir la posibilidad de liberar derechos adquiridos previamente y destinarlos a otros usos. En este sentido, la región ha sido pionera en la masificación a nivel nacional del uso de agua de mar, así como en la incorporación de aguas reutilizadas en los procesos industriales. No obstante, las barreras que aún deben vencerse para gestionar este tipo de proyecto guardan relación con los siguientes aspectos:

**Marco Institucional:** dado que la implementación de proyectos que utilicen nuevas fuentes hídricas cruza principalmente por aspectos de tipo económico, en regiones de escasez como la de Antofagasta, existe la necesidad de promover un marco institucional y de políticas por parte del Estado que definan con claridad, la propiedad de las aguas residuales, articulando mecanismos que junto con fomentar la inversión para que estas puedan ser reutilizadas, impacten positivamente a los clientes residenciales, comerciales e industriales de las Empresas Sanitarias.

**Precio de la Energía:** frente a la clara escasez del recurso hídrico en la región, las iniciativas abordadas principalmente por el sector minero son de tipo privado, sector en el cual se ha visto que el uso de agua de mar y el reuso de las aguas residuales y de descarte industrial son una alternativa para operar sus proyectos. Esta se concreta, sin embargo, a un costo cada vez más elevado debido al precio de la energía, como se ha indicado en este documento. Por su parte, el sector sanitario, si bien ha asegurado la continuidad y la calidad del agua para consumo humano con su cartera de proyectos de desalación actuales y futuros, también ha visto impactado sus costos de operación producto de los precios de energía. Por lo tanto, la factibilidad del uso de agua de mar, residuales o de descarte industrial, no solo está ligada a la cantidad y calidad de las aguas generadas, sino además a su punto de disposición final. De ahí que en la medida que el sector eléctrico logre hacer más competitivos los precios de la energía, será cada vez más atractiva la incorporación de fuentes hídricas no convencionales.

**Calidad del Agua de Mar:** Una vez que los controles metalúrgicos de un determinado proyecto minero confirman que el uso de agua de mar en forma directa no afecta negativamente las recuperaciones esperadas, se debe evaluar la infraestructura de la planta, la cual debe estar preparada para resistir la salinidad presente en el agua.

Por lo tanto, ambos requisitos establecen una importante barrera de entrada para los proyectos ya existentes, por lo que el uso directo de agua de mar es más bien una opción, actualmente factible para proyectos nuevos. Igual situación ocurre con los proyectos de concentración de molibdeno y lixiviación bacteriana, donde la salinidad del agua interfiere con las recuperaciones esperadas

para estos procesos. De ahí que los proyectos de innovación y desarrollo dirigidos en esta línea de acción representan una opción para destrabar este tipo de restricciones en forma económicamente rentable.

**Recarga de Acuíferos:** en términos de caudal disponible, en la región existe un potencial importante para el reuso de las aguas servidas tratadas. Sin embargo, como los puntos de disposición de estos recursos se encuentran distantes de los centros mineros y/o sectores agrícolas, la rentabilidad de los proyectos de reuso suele ser poco atractiva para los inversionistas. En este escenario, y dada las necesidades de agua de la región, potenciar estudios de recarga artificial en zonas como Calama, donde el agua servida tratada actualmente es dispuesta en la Quebrada de Quetena, podría representar una opción válida en la búsqueda de nuevas alternativas de gestión hídrica, lo cual podría significar un beneficio continuo y sostenible tanto para el desarrollo urbano como para el agrícola e industrial de esta zona.

En esta línea, se recomienda, además, promover estudios tendientes a evaluar la factibilidad técnica-económica en relación a “embalsar” y/o “recargar acuífero”, con el agua proveniente de las crecidas del Río Loa en época de lluvias altiplánicas, así como explorar el uso de Agua de Mar para la recarga acuíferos.

**Eficiencia en el Manejo del Recurso:** actualmente, los distintos usuarios del agua en la región han introducido prácticas operacionales e innovaciones tecnológicas que les han permitido ir gradualmente mejorando la eficiencia hídrica de los procesos, tal como se ha documentado anteriormente. En este sentido, las oportunidades para seguir evaluando potenciales escenarios se corresponden con el análisis del control de pérdidas a nivel sanitario, la reducción de la humedad de los ripios de lixiviación y con la introducción de tecnologías eficientes de riego en el sector agrícola, haciendo frente en este último caso a prácticas ancestrales ligadas al patrimonio cultural de estos sectores agrícolas.

**Centros de Investigación Tecnológica:** con el fin de asegurar la sostenibilidad en el tiempo de los Centros de Investigación Aplicada en los cuales el Gobierno Regional ha invertido en Infraestructura y Capital Humano, promover alternativas de financiamiento en función de su desempeño, de igual forma como se hace con los Centros de Investigación Básica.

## **Conclusiones**

Tal como se ha explicado en este capítulo, la Región de Antofagasta actualmente se encuentra en una situación de extrema aridez, circunstancia en la cual la minería, junto con ser el principal motor de la economía regional, también es el mayor demandante de este recurso. Lo anterior, se suma al hecho de que más del 80% de los principales yacimientos y nuevos proyectos mineros se ubican en zonas declaradas por DGA como “agotadas” (Chuquicamata, Radomiro Tomic, El Abra, Tesoro, Antucoya, Spence) y/o en áreas declaradas con “restricción”. De ahí la necesidad de la minería de buscar nuevas fuentes de abastecimiento de agua, encontrando en el uso de agua de mar una

alternativa técnicamente viable, pero económicamente poco atractiva, producto principalmente de los altos precios de la energía.

En tanto, para descomprimir la competencia entre la agricultura y el abastecimiento de agua potable para la población, la región, a través de la Empresa de Servicios Sanitarios, ha impulsado una serie de proyectos tendientes a abastecer en el corto plazo a más del 75% de la población con agua desalada.

No obstante lo anterior, el desafío pendiente es gestionar la matriz hídrica regional de forma de poder conjugar de forma social, ambiental y económicamente sustentable los recursos naturales provenientes de nuestras aguas superficiales y subterráneas, junto con los recursos provenientes de fuentes alternativas no convencionales, para lo cual es prioritario cuantificar los recursos de agua subterránea de la región, en cuya tarea se encuentra actualmente la DGA.

Para ello, la formulación de directrices regionales y de políticas públicas claras debería tender a enfrentar y resolver en el corto plazo esta problemática.

Finalmente, se recomienda conformar una “Mesa Regional de Aguas” liderada por el Gobierno Regional con participación del sector público, privado, académico y la comunidad, con el fin de canalizar, validar y concretar las propuestas y recomendaciones de este estudio, y cuya constitución se reglamente de tal forma que asegure su funcionamiento en el tiempo.

Lo anterior permitirá establecer políticas regionales para enfrentar integralmente la Gestión del Recurso Hídrico en la Región.

## **CAPÍTULO 4**

### **ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES**

El desarrollo económico y de nuestros modos de vida está íntimamente ligado a la producción, transmisión y consumo de electricidad. La Región de Antofagasta no escapa de esta realidad. En este ámbito, es imposible ignorar el rol que tiene la producción de cobre, que en esta región alcanza supera en cantidad a la producción total de países como Estados Unidos y Perú, tomados en conjunto. Por otra parte, nos encontramos en la Región de Antofagasta con un hito natural a nivel mundial, como es el Desierto de Atacama, el lugar más árido del planeta. Este dispone de los mayores niveles de insolación y potencial para el desarrollo de energía solar, prometedora fuente de generación eléctrica no convencional que –junto a fuentes como la eólica y la geotérmica– ofrece la oportunidad de generar energía con bajas emisiones de contaminantes y de gases de efecto invernadero.

En este capítulo se presenta una serie de elementos asociados al desarrollo de la Energía Renovable No Convencional (ERNC) en la Región de Antofagasta. El capítulo se inicia con un diagnóstico regional en relación con la condición actual y futura de generación y consumo de electricidad. Continúa después con una descripción de las tecnologías ERNC y la situación actual, en términos de proyectos existentes y en construcción. Los desafíos económicos, ambientales y sociales asociados al desarrollo de la tecnología ERNC se presentan a continuación, concluyendo el capítulo con una recopilación de propuestas y recomendaciones que surgen del proceso llevado cabo en una serie de talleres con actores públicos, privados y de la sociedad civil que resultan relevantes en estos temas.

#### **Diagnóstico de la oferta y demanda de electricidad a nivel regional**

##### ***Oferta de electricidad en la Región de Antofagasta***

La oferta de electricidad se analiza en tres niveles. Primero, se considera la disponibilidad del recurso básico para generar la electricidad (combustibles y otros); después, se toma en cuenta la materialización de esta oferta a través de proyectos concretos (existentes y en construcción) y, finalmente, se evalúa la potencial materialización de proyectos en el futuro, tomando en cuenta los costos de desarrollo de las distintas alternativas y las políticas de incentivo que existen en la actualidad.

Es importante destacar que la Región de Antofagasta pertenece a uno de los dos principales sistemas interconectados de distribución de electricidad del país, el Sistema Interconectado Central del Norte Grande (SING), que cubre un territorio que abarca desde la frontera con Perú hasta la ciudad de Taltal. Dada la conectividad que otorga este sistema, es imposible hacer una separación precisa de la electricidad que se genera en la región con respecto a aquellas que se consumen y, en este sentido, suele ser más práctico analizar la oferta del total del SING. Sin embargo, bajo ciertos supuestos se ha entregado información a nivel regional. Es importante destacar que es probable que en un futuro cercano se produzca la interconexión entre el Sistema Interconectado Central (SIC) de distribución (aquel que cubre la oferta y el consumo de electricidad) entre Taltal y Puerto Montt, lo que haría aún más difícil este ejercicio de asociar regionalmente la producción de electricidad.

Para facilitar la exposición de resultados, se discuten por separado las fuentes de generación de origen térmico (carbón, gas natural, diésel) con aquellas de tipo renovable (eólica, hidráulica, solar, geotérmica).

**Primer nivel de análisis: disponibilidad del recurso básico**

En la siguiente tabla se puede encontrar el análisis de la disponibilidad de los recursos básicos (en potencial energético final) necesarios para generar electricidad. Si se compara estas cifras con el potencial total instalado en el SING en torno a 4.500 MW, se puede apreciar que la disponibilidad física del recurso no es un impedimento para satisfacer las necesidades de electricidad en la región. La disponibilidad de potencia de generación por parte de las ERNC es muy alta, especialmente a través de energía solar y eólica. No existe en la Región de Antofagasta una disponibilidad razonable de energía hidroeléctrica.

**Tabla IV.8**  
*Potencial de generación de electricidad en la Región de Antofagasta*

COMBUSTIBLE	POTENCIA NETA [MW]
Térmico	GNL Limitado solo por la capacidad de terminales regasificación (ilimitada en origen)
	Diésel Limitado solo por la capacidad de descarga en puertos (ilimitada en origen)
	Carbón
Renovable (ERNC)	Eólica >6.000
	Solar >40,000
	Geotérmica ≈3.000

**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de MAPS Eléctrico (CCG-UC, 2014)



**Segundo nivel de análisis: disponibilidad en proyectos existentes y en construcción**

Siguiendo con el análisis de la oferta de electricidad, es importante revisar lo que ya existe en operación o está comprometido en una etapa de construcción. Esta información agregada se presenta en la Tabla IV.9.

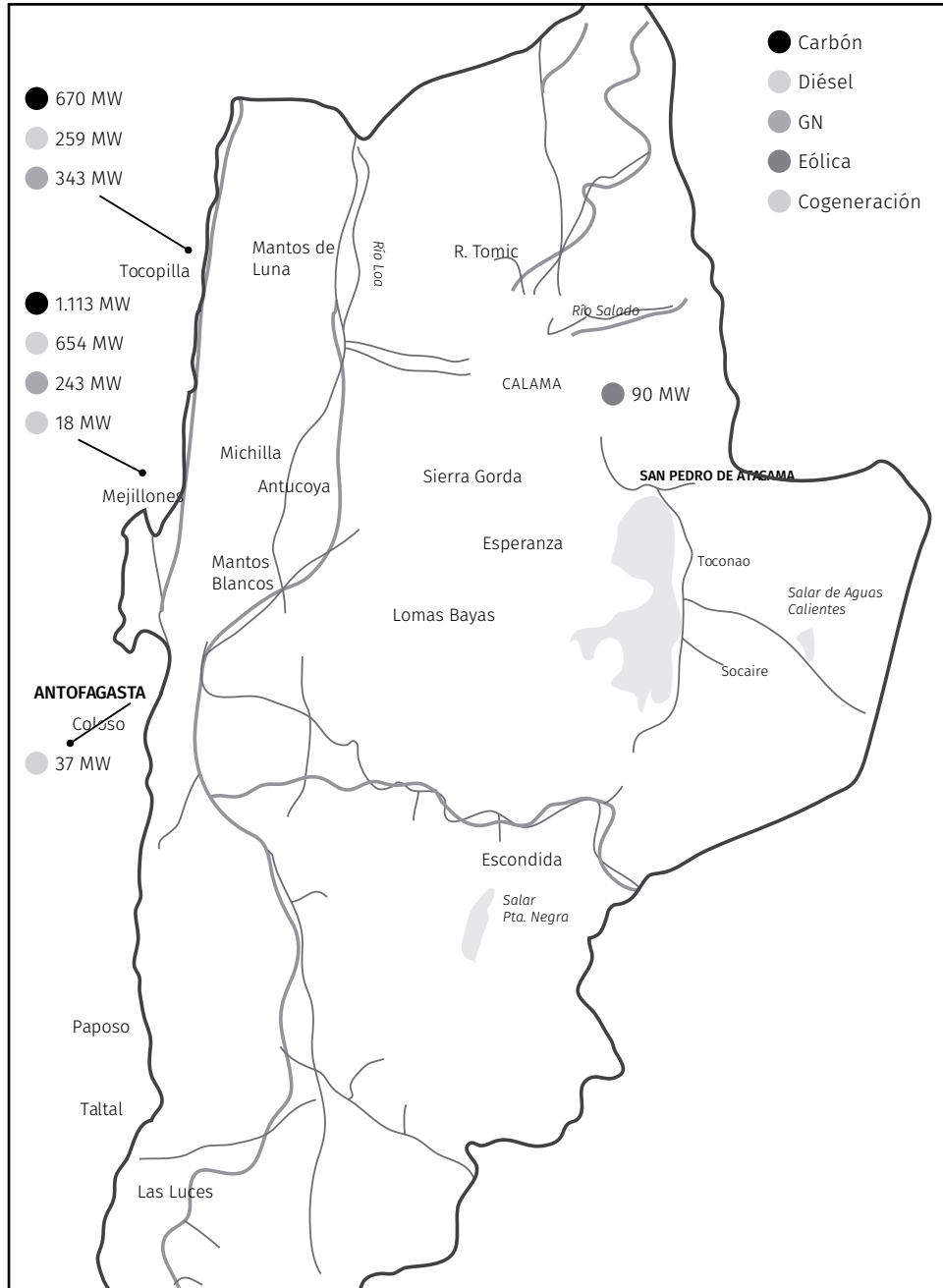
**Tabla IV.9**  
*Capacidad instalada y en construcción de tecnologías de generación eléctrica en la Región de Antofagasta*

COMBUSTIBLE		CAPACIDAD INSTALADA AL AÑO 2012	EN CONSTRUCCIÓN	AÑO ESPERADO DE INGRESO
Térmico	Carbón	1.784	472	2016
	GNL	586		
	Diésel	947		
Renovable (ERNC)	Eólica	-	90	2013
	Solar	-	50	2014 y 2015
	Geotérmica	-		
	Cogeneración	18		
<b>TOTAL</b>		<b>3.335</b>	<b>612</b>	

**Fuente:** Fijación de Precio Nudo Octubre de 2013 Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) – Informe Técnico Definitivo (CNE, 2013)

Se puede apreciar que la capacidad instalada y comprometida en la Región (3.847 MW) se compone en un 2% de electricidad de tipo ERNC y en un 98% en energía de base térmica. La figura IV.9 presenta que los proyectos de generación termoeléctrica se ubican principalmente entre Tocopilla y Mejillones. Existen dos proyectos ERNC actualmente en operación, el proyecto eólico Valle de los Vientos de 90 MW, en la ciudad de Calama, y el de cogeneración en la Planta de Ácido Sulfúrico de Mejillones de 18 MW, en la ciudad de Mejillones.

**Figura IV.9**  
Ubicación de centrales de generación eléctrica en Región de Antofagasta



Fuente: Elaboración Propia

**Tercer nivel de análisis: disponibilidad futura de proyectos, considerando potencial técnico, económico y regulaciones vigentes.**

La matriz de generación esperada al futuro en la Región, incluyendo las centrales existentes, aquellas en construcción y una proyección de las nuevas, se construye a través de un ejercicio de optimización desarrollado durante el estudio MAPS-fase 2, basado en supuestos validados por mesas multisectoriales. Algunos de estos supuestos consideran los costos de combustibles, de inversión actual y esperados, además de la incorporación de ciertas regulaciones o políticas de incentivo como, por ejemplo, la introducción de la ley 20/25 de ERNC, que exige una participación mínima de ERNC en la generación para los nuevos contratos de energía. Los resultados de esta matriz al año 2020 se presentan en la Tabla IV.10, comparándose con la situación presentada con anterioridad.

**Tabla IV.10**  
*Comparación capacidad instalada (incluida en construcción) y potencial al año 2020 en la región de Antofagasta.*

COMBUSTIBLE		CAPACIDAD INSTALADA AL AÑO 2012 Y EN CONSTRUCCIÓN	CAPACIDAD POTENCIALMENTE INSTALADA AL AÑO 2020
Térmico	Carbón	2.256	2.537
	GNL	586	586
	Diésel	947	952
Renovable (ERNC)	Eólica	90	138
	Solar	50	50
	Geotérmica	-	36
	Cogeneración	18	104
<b>TOTAL</b>		<b>3.937</b>	<b>4.403</b>

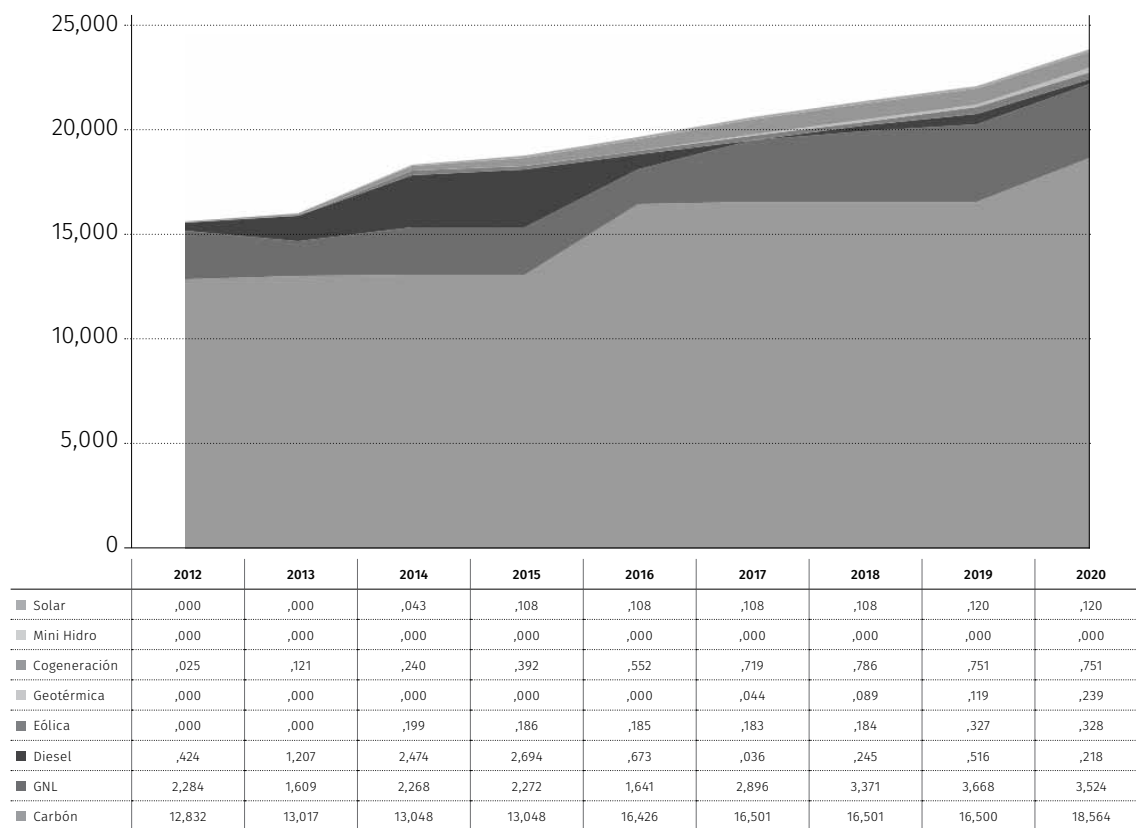
**Fuente:** Elaboración propia en base a MAPS-Eléctrico (CCG-UC, 2014)<sup>(8)</sup>

De acuerdo a estas proyecciones, las centrales renovables representan cerca del 7% de la capacidad al año 2020, destacándose que, pese al alto potencial solar, los costos considerados en estas proyecciones aún hacen que su ingreso sea menor. De hecho, el resultado de la optimización señala que no sería posible la entrada en operación de ninguna central además de las que ya están en construcción, situación que se mantendría hasta el 2028. La expansión de la matriz se da fuertemente en base a carbón, mientras que cerca de un 30% (310 MW) de la expansión corresponde a ERNC, lo que presenta un crecimiento constante, apreciable en la Figura IV.10 y en la Tabla IV.11. Es importante también destacar que los valores de capacidad instalada de ERNC son claramente menores al máximo potencial físico e incluso menores al total de la capacidad de los proyectos que ya se encuentran con aprobación en el Sistema de Evaluación Ambiental (SEA), tal como se muestra en la Tabla IV.12.

<sup>8</sup> Esta tabla no considera el potencial efecto del impuesto a las emisiones de las centrales termoeléctricas, asociado a la reforma tributaria recientemente aprobada en el Congreso.

Figura IV.10

Proyección futura de generación de electricidad por distintas fuentes en la Región de Antofagasta



Fuente: Elaboración Propia

Tabla IV.11

Proyección futura de generación de electricidad categorías de fuentes en Antofagasta

ANTOFAGASTA	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ERNC	0%	1%	3%	4%	4%	5%	5%	6%	6%
Térmico	100%	99%	97%	96%	96%	95%	95%	94%	94%

Fuente: Elaboración Propia en base a MAPS-Eléctrico (CCG-UC. 2014)

Tabla IV.12

*Centrales aprobadas y no construidas para el año 2013 en la Región de Antofagasta.*

COMBUSTIBLE	POTENCIA NETA [MW]
Carbón	540
GNL	1188
Eólica	1631
Solar	3280
Geotérmica	50
<b>TOTAL</b>	<b>6690</b>

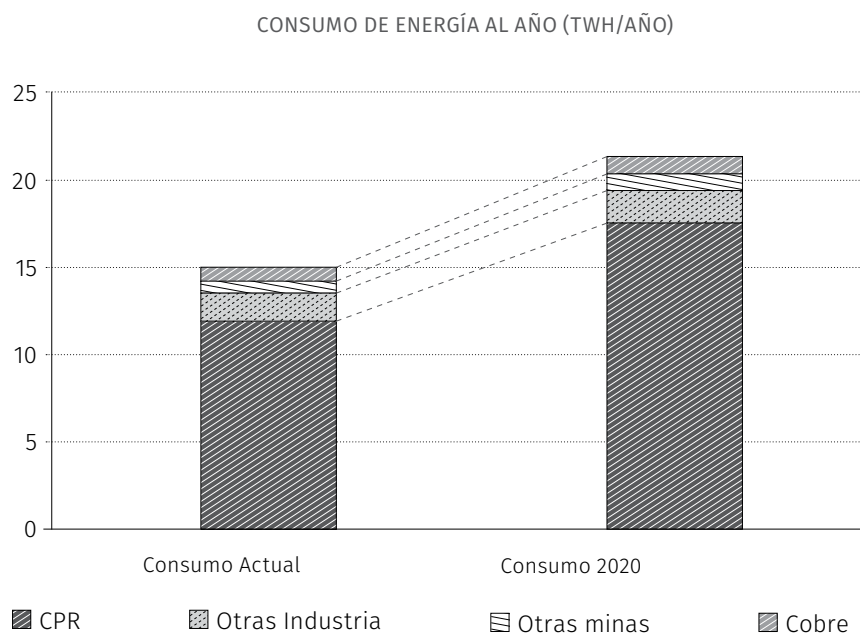
**Fuente:** Elaboración Propia en base a revisión del SEA (2013)

Es importante destacar que la fuerte participación de tecnologías de generación termoeléctrica en Antofagasta y el SING incide en un alto factor de emisión de gases de efecto invernadero que ocasionan el cambio climático, siendo esto una causa probable de la reducción de disponibilidad de agua que se presentara con anterioridad. Una central termoeléctrica en base a carbón tiene un factor de emisión del orden de 1 TCO<sub>2</sub>/MWh. Este número baja a la mitad en el caso de tecnología en base a GNL y prácticamente a cero en tecnologías de tipo ERNC. El SIC, al representar una mayor participación de generación de tipo renovable (principalmente hidroeléctrica de embalse o pasada), tiene un factor de emisión sustantivamente menor que en el caso del SING, llegando a valores cercanos a 300 KgCO<sub>2</sub>/MWh, dependiendo de las condiciones climáticas imperantes (MAPS-Eléctrico, CCG-UC. 2014).

### **Consumo de electricidad en Región de Antofagasta**

Con respecto al consumo de electricidad, es importante destacar que la Región de Antofagasta es uno de los grandes centros de consumo del país, llegando a casi 15 TWh (mil GWh) de consumo de energía al año en comparación con un consumo a nivel país de 68 TWh para el año 2013. De acuerdo a la información disponible, se estima que en la actualidad la industria y minería son responsables de más del 95% de dicho consumo y, específicamente, la minería del cobre consumirá alrededor del 80% del total. En la siguiente Figura IV.11 se comparan los consumos actuales y futuros asociados a distintos sectores en la Región.

**Figura IV.11**  
Consumo de electricidad actual y futuro en la Región de Antofagasta

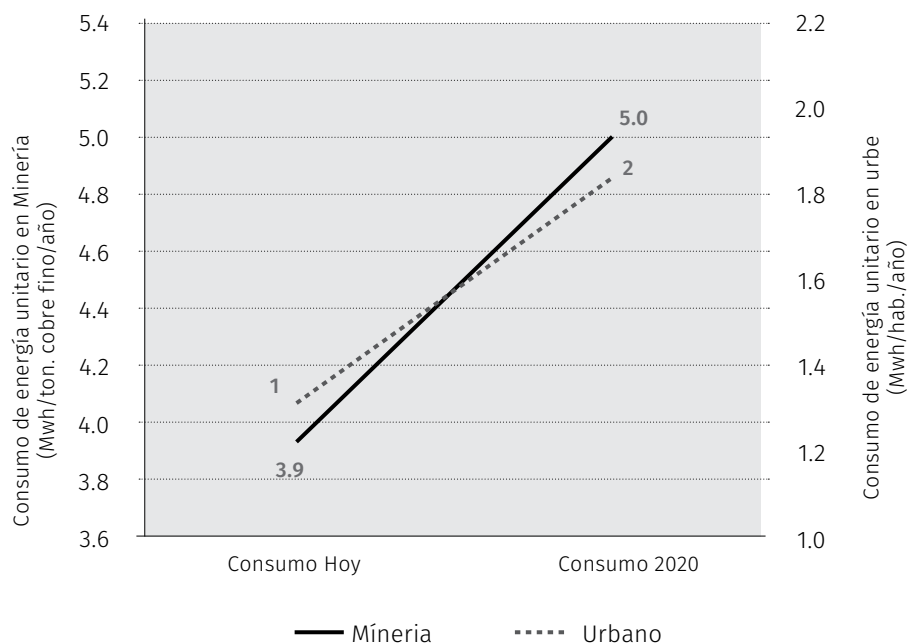


**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de COCHILCO, MAPS CPR (Fundación Chile, 2013) y MAPS I&M (Fundación para la Transparencia Tecnológica UNTEC, 2014)

Haciendo énfasis en el sector cobre, el consumo eléctrico ha crecido sostenidamente en el pasado y las proyecciones indican que esta tendencia se incrementará. El aumento en la tasa de crecimiento se explica por un aumento de la capacidad productiva (se espera un crecimiento de 20% en el periodo 2012-2020, COCHILCO, 2012), en conjunto con una baja en la ley del mineral extraído, y el consumo de electricidad asociado a la desalación y conducción de agua hacia las minas. Debido a estas razones, existe un aumento considerable en el consumo unitario de electricidad para la producción de cobre, tal como se puede observar en la Figura IV.12.

El crecimiento en la demanda del Macro-Sector Comercial Público y Residencial (CPR), que representa el 5% restante del consumo de electricidad (la cifra esconde probablemente consumo agrícola por bombeo), se ve impulsada tanto por el aumento de la población (se espera un crecimiento cercano al 8% en el periodo 2012-2020) como por un aumento en el consumo unitario, producto de mayor acceso a aparatos eléctricos de la población y, especialmente, a un desarrollo del sector comercial. A esto se suma una mayor población urbana y un cada vez más alto ingreso per cápita.

**Figura IV.12**  
Consumo Unitario Minería del cobre [MWh/TMF] y CPR [MWh/Habitante]



**Fuente:** Elaboración propia en base a datos de Cochilco (2014), MAPS I&M (UNTEC, 2014) y MAPS CPR (Fundación Chile, 2013)

Para poder comparar estos resultados de consumo de electricidad con los antecedentes previamente entregados, con respecto a la oferta es importante considerar la capacidad de operar en el tiempo que tienen distintas tecnologías (esto se conoce como “factor de planta”). Adicionalmente, es importante destacar que esta capacidad de operar no solo depende de las características técnicas (disponibilidad del recurso), sino también económicas. En Chile los sistemas de transmisión de generación poseen un centro de despacho (CDEC) que decide en cada instante las fuentes de generación que deben estar operando en función de sus costos variables de operación. Como se verá más adelante, las tecnologías ERNC tienen típicamente bajos costos variables de operación (esencialmente, no tienen que pagar por combustible) y, por ende, existiendo la disponibilidad del recurso, son las primeras fuentes en ser despachadas. Sin embargo, la disponibilidad del recurso en este tipo de fuentes es altamente intermitente (solar y eólica), por lo que tienen finalmente bajos factores de planta.

En la Tabla IV.13 se compara la información de potencia instalada y generación para los dos grupos de tecnología en el caso de la Región de Antofagasta. Se puede apreciar que, en el caso de la generación de base térmica, cada MW instalado es capaz de generar del orden de 5 GWh. En el caso de la energía renovable, la capacidad actual (en base a energía eólica y solar) es baja, pero aumenta considerablemente con el apoyo de fuentes con altos factores de planta, como la geotermia y la

cogeneración. En la siguiente sección se ahonda en esta descripción de las tecnologías ERNC y los proyectos que actualmente están operando de este tipo.

**Tabla IV.13**  
*Comparación capacidad instalada y generación para distintas tecnologías en la Región de Antofagasta*

VARIABLE	TÉRMICO (CARBÓN + DIESEL + GNL)		ERNC (EÓLICO+SOLAR+GEOTERMIA+COGEN)	
	ACTUAL	2020	ACTUAL	2020
Potencia (MW)	3317	4076	18	328
Energía (GWh)	15540	22306	25	1438
Razón Energía/Potencia	4,7	5,5	1,4	4,4

**Fuente:** Informe de precio nudo de Octubre 2013 (actual) y MAPS (CCG-UC, 2014)

## Descripción de las tecnologías y proyectos ERNC en la Región de Antofagasta

Las tecnologías de generación renovables no convencionales reconocidas por Chile, se definen en la Ley 20257, como:

- › Aquellas cuya fuente de energía primaria sea la energía de la biomasa, correspondiente a la obtenida de materia orgánica y biodegradable, la que puede ser usada directamente como combustible o convertida en otros biocombustibles líquidos, sólidos o gaseosos. Se entenderá incluida la fracción biodegradable de los residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios.
- › Aquellas cuya fuente de energía primaria sea la energía hidráulica, cuya potencia máxima sea inferior a 20.000 KW.
- › Aquellas cuya fuente de energía primaria sea la geotermia, entendiéndose por tal la que se obtiene del calor natural de la tierra.
- › Aquellas cuya fuente de energía primaria sea la energía solar, obtenida de la radiación solar.
- › Aquellas cuya fuente de energía primaria sea la energía eólica, correspondiente a la energía cinética del viento.
- › Aquellas cuya fuente de energía primaria sea la energía de los mares, correspondiente a toda forma de energía mecánica producida por el movimiento de los mares, las olas y las corrientes, así como la obtenida del gradiente térmico de los mares.



### Desarrollo de proyectos ERNC en la Región de Antofagasta

De los proyectos asociados a ERNC ingresados al SEIA, se ha aprobado ambientalmente entre los años 2010 y 2013 para el SING un total de 8.153 MW. El 69% corresponde a proyectos emplazados en la Región de Antofagasta. De estos, a su vez, el 76,8% son centrales con ERNC. Adicionalmente, el año 2013 fueron aprobadas dos iniciativas de tecnología solar ubicadas en la región de Antofagasta, de 85 y 176 MW, respectivamente, contempladas en la cartera de proyectos del SIC, las que representan el 2% de las centrales ERNC aprobadas el año 2013 para el SIC. En la Tabla IV.14 se entrega un resumen de los proyectos aprobados en el SEIA en distintos tipos de tecnologías.

**Tabla IV.14**  
Resumen proyectos aprobados SING

TIPOS DE GENERACIÓN	PROYECTOS AMBIENTALMENTE APROBADOS (2010-2013)	
	REGIÓN ANTOFAGASTA (MW)	SING (MW)
Hidro > 20 MW	-	-
Gas natural	552	552
Carbón	750	1.210
Petróleo	-	30
Biomasa	-	-
Hidro < 20 MW	-	-
Eólica	851	1.664
Geotérmica	50	50
Solar	3.421	4.647
<b>TOTAL</b>	<b>5.624</b>	<b>8.153</b>

Fuente: Elaboración Propia en base a revisión del (SEA, 2013)

Adicionalmente, el año 2013 fueron aprobadas dos iniciativas de tecnología solar ubicadas en la región de Antofagasta, de 85 y 176 MW, respectivamente, contempladas en la cartera de proyectos del SIC, los que representan el 2% de las centrales ERNC aprobadas el año 2013. Esta información contrasta, como se observó en la sección anterior, con la cantidad de proyectos que realmente se están construyendo en la Región, según se puede ver en detalle en la Tabla IV.15, donde se aprecia que la generación de base térmica sigue dominando el número de proyectos en construcción en el último tiempo.

Tabla IV.15

Listado de proyectos construidos en la Región de Antofagasta en los años 2010-2013

AÑO	CENTRAL	MW	TECNOLOGÍA	TITULAR
2010	-	0	-	-
	ANG 1	272	Carbón	Norgener S.A
	ANG 2	273	Carbón	Norgener S.A
2011	CTA	169	Carbón	E-CL S.A
	CTH	170	Carbón	E-CL S.A
	<b>TOTAL</b>	<b>884</b>		
2012	PAM	18	Petróleo	Enor Chile S.A
	Valle de Los Vientos	95	Eólica	Enel Latin America Chile Ltda.
2013	La Portada (PMG)	3	Petróleo	Tecnet S.A
	Central Solar Codelco	60	Petróleo	Codelco Chile
	<b>TOTAL</b>	<b>158</b>		

Fuente: Elaboración propia en base a Reportes del Ministerio de Energía (2013).

## Medidas, instrumentos de fomento e incentivos para las ERNC

El aumento sostenido en proyectos ERNC que se presentan y aprueban en el SEIA obedece a varias razones, entre las que se puede encontrar una reducción en los costos relativos de este tipo de tecnologías (incluidos costos ambientales), pero también una continua serie de instrumentos de fomento que se han ido instalando en los últimos años y que se describen a continuación.

A nivel institucional, se debe destacar la creación del Centro de Energías Renovables (en adelante "CER")<sup>9</sup>, cuyo objeto es "contribuir al fortalecimiento de la matriz energética nacional, aumentando su diversificación e independencia para apoyar la materialización de proyectos de energías y/o de medios de generación renovables no convencionales".

Por otra parte, existe una serie de instrumentos de fomento que complementan los esfuerzos planteados en la ley y a nivel institucional. A continuación, se destacan los siguientes:

- › Subsidios a la pre-inversión de proyectos con ERNC: se trata de instrumentos CORFO insertos en programas tales como Todo Chile, PI ERNC RM y Cofinanciamiento avanzado. Están operativos desde el año 2005 y su objetivo es asumir parte de los riesgos del desarrollador ERNC cuando éste ha decidido iniciar los estudios para un proyecto de generación.

<sup>9</sup> Acuerdo N° 2.547 de 2009, del Consejo de CORFO. Tras sucesivas modificaciones, la Resolución N° 66 de 2012 fijó el texto refundido de su reglamento.

- › Línea de Crédito CORFO: el objetivo del instrumento es facilitar el acceso a financiamiento a desarrolladores que no son, necesariamente, agentes participantes del mercado eléctrico. El instrumento ofrece un plazo para el pago del crédito de quince años con tres años de gracia en promedio, a tasas que están en torno al 5%, lo que sin duda mejora la posición financiera de cualquier proyecto y que, además, sería imposible de conseguir en la banca nacional.
- › Cobertura CORFO a préstamos: la finalidad de esta cobertura es la de compensar parcialmente las pérdidas que sufran los bancos ante el incumplimiento de pago de las obligaciones por parte del deudor. En principio, el instrumento apunta a cubrir, en parte, el riesgo de una etapa crítica de los proyectos de generación ERNC, la cual es la etapa de construcción.
- › Seguro de Contingencia a la línea de transmisión: otro de los aspectos críticos de los proyectos ERNC es la conexión a la red. Muchas veces, este componente puede hacer que el proyecto finalmente no se desarrolle. El instrumento está orientado a apoyar grupos de proyectos y no proyectos individuales, y corresponde a un seguro de contingencia que se entrega cuando el o los desarrolladores de la línea no logran captar la totalidad de la demanda esperada para dicha línea.

De manera paralela a estas medidas, existen normas generales de ERNC que sirven como instrumentos de fomento (ver siguiente capítulo).

## **Desafíos y problemáticas asociadas al desarrollo de ERNC**

Existe una serie de ventajas y desventajas de las diferentes tecnologías de generación ERNC. A continuación, se entrega un análisis breve de las problemáticas de tipo económico, ambiental y social asociadas a este tipo de tecnologías.

### ***Problemática económica***

En la Tabla IV.16 se presenta una comparación de una selección de los distintos tipos de tecnología de generación eléctrica. Se puede apreciar que uno de los principales problemas asociados a la tecnología ERNC se vincula con los altos costos de desarrollo (inversión más operación), que típicamente son superiores a los de fuentes maduras convencionales. El costo privado final depende de los subsidios, leyes e imposiciones que existen para cada caso respectivo. Las barreras de entrada asociadas a acceso a financiamiento y sistemas de transmisión son claves también en los costos. En el caso específico de la energía geotérmica, pese a lo competitivo de sus costos de desarrollo, se realizan pocas prospecciones, las cuales se hacen por medio de perforaciones. Cada una de estas requiere una alta inversión. Si no se encuentra un *hot spot* lo suficientemente grande, se pierde. Esto disuade a los inversionistas del Sector Energía a realizar prospecciones geotérmicas, dado que hay alternativas más seguras y los costos se traspasan en gran parte al consumidor. Los países con disponibilidad de este recurso lo han explotado hace más de cien años, en general, por medio de una agencia encargada de la prospección y que luego concesiona la explotación de un sitio ya dimensionado.

Hay discusiones abiertas con respecto al uso de subsidios para apoyar este tipo de tecnología. Por ejemplo, en Alemania, que se conoce por ser uno de los grandes productores de energía a partir de ERNC, se discute hoy acerca de los alcances y los verdaderos impactos que tiene y tuvo sus incentivos y políticas. Estas, según algunos autores, no fueron completamente efectivas ni en los costos ni en la creación de otros beneficios, como el empleo (Frondele, Ritter, Schmidt, & Vance, 2010; Lehr, Lutz, & Edler, 2012).

Las tendencias en cuanto a los costos de las diversas tecnologías suponen una disminución o la mantención en el precio en todos los casos de aquí al 2030 (Comité Técnico de la Plataforma de Escenarios Energéticos, 2013). Sin embargo, los valores de inversión generan la mayor problemática para la implementación.

Por otra parte, considerando los costos integrales asociados a la generación ERNC, es importante tener en cuenta que, dadas la intermitencia y la variabilidad de algunas de estas formas de tecnología (ver Tabla IV.16), la entrada en porcentajes elevados de ERNC puede generar problemas operacionales en los sistemas, que pueden implicar la "caída" de líneas completas si es que no hay tecnologías de respaldo. En el último caso, el respaldo puede incrementar los costos y, de utilizarse termoeléctricas para este fin, pueden aumentar los impactos ambientales.

**Tabla IV.16**  
*Resumen de tecnologías de ERNC y convencionales*

TECNOLOGÍA	INVERSIÓN * [MUSD/MW]	COSTO DESARROLLO [USD/MWh]	FACTOR DE PLANTA	MADUREZ	VIABILIDAD EN CHILE	VIABILIDAD EN ANTOFAGASTA
<b>TECNOLOGÍA ERNC</b>						
Biomasa C.D.	1.26	50	80%-90%	Alta	Alta	Media
Cogeneración	[1.5-3]	[45-100]	[50%-80%]	Alta	Alta	Alta
Fotovoltaica	[2.3-3.5]	[110-180]	[20%-30%]	Alta	Muy Alta	Muy Alta
Solar CSP	5.75	[120-150]	[50%-70%]	Media	Alta	Alta
Eólica	[1.8-2.7]	[100-140]	[20%-40%]	Alta	Muy Alta	Alta
Geotérmica	[4-6.5]	[65-110]	[80%-90%]	Muy Alta	Alta	Alta
Mareomotriz	[4-8]	[200-400]	[20%-35%]	Media	Baja	Muy Baja
Mini Hidro	[2-3.7]	[50-90]	[40%-75%]	Alta	Muy Alta	Baja
<b>TECNOLOGÍA CONVENCIONAL</b>						
Carbón	[1.6-2.3]	[75-85]	90%	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
Carbón CCS	3.27	118	80%-90%	Media	Media	Media
Diésel	[0,8-2.6]	[290-300]	95%	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
Gas Natural	[0,9-1.2]	[65-100]	90%	Muy Alta	Muy Alta	Muy Alta
Embalse	[1.5-3]	[45-75]	[45%-70%]	Muy Alta	Muy Alta	Muy Baja
Pasada	[1.5-2.6]	[40-65]	[50%-80%]	Muy Alta	Muy Alta	Baja
Nuclear	[3.5-5]	[75-120]	90%	Alta	Baja	Baja

(\*): Incluye Inversión en línea de Transmisión

**Fuente:** Elaboración Propia en base a MAPS-Eléctrico (CCG-UC. 2014).

### **Problemática ambiental**

En términos ambientales, se puede decir que todas las ERNC tienen impactos. Al igual que la problemática social, en términos ambientales no existe una gran cantidad de investigaciones que evidencien dichos impactos. Quizás los aspectos más conocidos tengan que ver con la energía eólica y su efecto sobre la fauna. Sin embargo, existe asociado un impacto ambiental inherente a la utilización de fuentes energéticas.

Así, la agencia de medio ambiente del gobierno del Reino Unido identifica a lo menos tres posibles impactos ambientales, que son productos de la utilización de ERNCs (Environment Agency, 2013):

- › Impactos visuales y de ruido
- › Impactos en el hábitat de algunas especies
- › Impactos en términos de contaminantes atmosféricos

A pesar de que la utilización de ERNCs supone un avance positivo en comparación con las fuentes convencionales de energía, estas no están ajenas de otros impactos (Union of Concerned Scientists, 2013):

- › Geotérmica: uno de sus impactos tiene que ver con la utilización y contaminación de las fuentes hídricas, ya que al interior de la tierra el agua inyectada se puede contaminar con distintos minerales, como sulfuros o sales, entre otros. Este elemento se aplica sólo en los casos en que la planta de energía necesita la reinyección de agua, pues en otros casos las plantas de energía funcionan dentro de un sistema cerrado. Por otro lado, existe la posibilidad de emisión de contaminantes atmosféricos, especialmente sulfuro de hidrógeno, el cual en la atmósfera se transforma en dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), un nocivo contaminante con efectos en la salud de las personas. Pero no sólo las consecuencias en el agua y el aire son posibles de observar como impactos para el caso de la energía geotérmica, sino que también se registran otros fenómenos, como la subsidencia del suelo o la generación de pequeños temblores debido a la instalación de plantas en puntos geológicos calientes.
- › Eólica: algunos de sus impactos más recurrentes sobre el medio ambiente se da en relación con los riesgos para la avifauna, la erosión y el uso de la tierra, y el ruido, además del impacto visual. El primero de ellos remite a las colisiones de las aves contra las turbinas eólicas, elemento que, según algunos estudios, no representaría un evento permanente ya que las aves se acostumbrarían a la presencia de las turbinas (Donsión, y otros, s.a.). Por otro lado, el impacto visual que generan las granjas eólicas se vinculan con algunos alegatos por parte de la comunidad, elemento que se magnifica si se consideran los efectos en la salud que tiene el ruido constante de las turbinas derivado del viento, como también por el ruido mecánico de estas. En cuanto a la erosión, esta se produce principalmente por la remoción de masas de tierra para la construcción de caminos y de otros elementos que requiere la instalación y operación de toda granja eólica, aunque cabe hacer notar que ese factor se suprime si esta se encuentra en el mar.

- › Energía solar: es una de las ENRC que menos impactos ambientales genera, encontramos que existen impactos por el uso de suelo y la extensión que las plantas de energía solar poseen, compitiendo con otros usos como la agricultura; sin embargo, muchas actividades no necesariamente energéticas compiten por su presencia en el espacio. Por otro lado, en la mantención de los paneles solares y su fabricación entran en el proceso una serie de químicos muchas veces nocivos: ácido clorhídrico, ácido nítrico, acetona, etc.
- › Biomasa: Existe la creencia de que la utilización de la biomasa es neutral en cuanto a las emisiones de carbono. El argumento se basa en que la quema de biomasa utiliza el CO<sub>2</sub> que ya existe en el aire producto de la fotosíntesis de las plantas; por lo tanto, no se estaría añadiendo una mayor cantidad de CO<sub>2</sub> al ya existente. Diferente es el caso de los combustibles fósiles, en cuyo proceso el CO<sub>2</sub> se encuentra capturado bajo la tierra y es liberado posteriormente (Abassi & Abassi, 2010). Sin embargo, existe otra serie de contaminantes, como los óxidos de nitrógeno, los cuales también son emitidos a la atmósfera. Por otro lado, las altas cantidades de agua necesaria también constituyen uno de los obstáculos para este tipo de energía. Además, existe una competencia en cuanto a los usos de suelo en el caso de que las plantaciones sean utilizadas exclusivamente para producción de biomasa, lo que ocurre con las plantaciones de caña de azúcar en Brasil para la producción de etanol.

### **Problemática Social**

Existen dificultades para cuantificar los impactos sociales que tienen los proyectos de Energía Renovable No Convencional sobre las comunidades. Sin embargo, se han realizado análisis que exponen las temáticas generales sobre las barreras sociales que existen para los proyectos de este tipo (Pasqualetti, 2011).

Los casos más comunes en cuanto a la problemática de las ENRC de tipo social son:

- › Geotérmica: efectos en el paisaje, uso de suelo que no es posible recuperar y efecto de los olores que afectan en las zonas aledañas. En general, el uso de suelo para este tipo de actividad compite de manera negativa con otro tipo de uso de suelo, sobre todo en zonas rurales, como es el caso de la industria ganadera (ver en Pasqualetti, 2011). Por otro lado, este tipo de industria genera gases con fuertes olores, los cuales son manejados a través de otros químicos que generan igualmente impactos en los suelos: los residuos productos de esta práctica van a parar a los suelos y son nocivos.
- › Eólica: en general, existe una especie de desconfianza, sobre todo en cuanto a los impactos que este tipo de energía genera sobre el paisaje (Hirsh & Sovacool, 2013), dado que las granjas eólicas ocupan una gran cantidad de superficie de terreno, afectando al paisaje de un lugar en particular. Esto se da tanto en zonas que son eminentemente una belleza natural como también en otras donde las comunidades locales desean mantener un paisaje bucólico, dada la herencia cultural que estas tienen (Escocia y México). Por otro lado, la gente desconfía de este tipo de tecnología debido a las muertes que genera sobre la fauna, específicamente sobre las aves.

- › Energía solar: no existen muchos “alegatos” sobre este tipo de energía, como sí los hay en el caso de la geotérmica o la eólica. Sin embargo, una de las mayores problemáticas por parte de la comunidad radica en el acceso a la luz solar, lo cual representa casos aislados ya que la mayor parte de las granjas solares aún son de tamaño reducido (en el caso de Estados Unidos). No obstante, se estima que, conforme esta tecnología se masifique, la negativa por parte de la comunidad irá en aumento.

La información que se ha recopilado corresponde a sólo este tipo de energías. Debido a que los impactos sociales que tienen las energías renovables no se consideran muchas veces como elementos de estudio y análisis, la información al respecto es limitada.

Estas problemáticas y discusiones locales respecto de las alternativas energéticas se manifiestan en las líneas de discusión que surgen de los paneles realizados, los cuales se presentan a continuación.

### **Líneas de discusión y propuestas que surgen en los paneles**

Tal como se explicara al comienzo de este libro, una parte integral de este trabajo ha sido el desarrollo de tres paneles de discusión con actores públicos y privados que representan las temáticas centrales de este proyecto. Del trabajo de revisión de antecedentes generados en estos paneles se desprende una serie de tópicos a discutir, que sirven de base para un desarrollo futuro de propuestas que, según se espera, deben ser el resultado de este trabajo. La diversidad de temas planteados fue amplia y las posiciones en algunos temas específicos no siempre coincidieron. Sin embargo, hubo una serie de asuntos que se repitieron de manera constante en torno a tres ejes centrales que dominaron la discusión en los paneles:

- › La situación energética de la Región de Antofagasta y su relación con el resto del país
- › El modelo de desarrollo eléctrico
- › Propuestas para el fomento a las ERNC
- › Rol del Estado y la sociedad en el desarrollo eléctrico

Es importante destacar que durante el desarrollo del proyecto se ha estado llevando a cabo la propuesta de trabajo formal por parte del Gobierno, materializada a través de la Agenda de Energía. Esta, publicada en mayo de 2014 por el Ministerio del ramo, plantea una serie de propuestas que también deben ser incluidas en esta discusión. La Agenda de Energía plantea como objetivos, entre otros: 1) la reducción de los costos marginales de electricidad en un 30% en el Sistema Interconectado Central; 2) la reducción en un 25% de los precios de las licitaciones de suministro eléctrico de la próxima década para hogares, comercio y pequeñas empresas respecto de los precios ofertados en la última licitación del año 2013, a través del desarrollo de proyectos hidroeléctricos y termoeléctricos consignados en el plan de obras de la Comisión Nacional de Energía; 3) levantar las

barreras existentes para las ERNC, proponiendo que el 45% de la capacidad de generación eléctrica que se instalará en el país entre el año 2014 y 2025 provenga de este tipo de fuentes; 4) fomentar el uso eficiente de la energía como recurso energético; 5) Diseñar un sistema de estabilización de precios a los combustibles; 6) Fortalecer a ENAP, y; 7) Desarrollar una política energética de largo plazo, a través de un proceso participativo y regional.

A continuación se presentan los distintos temas que se desprenden de los paneles, de acuerdo a la clasificación recién descrita. En algunos casos, nos encontramos con comentarios y temas de discusión y, en otros, con propuestas de trabajo más directas.

### ***La situación energética de la Región de Antofagasta y su relación con el resto del país***

En este tema surgen dos elementos claves en la discusión. Un primer elemento indica una ambigüedad respecto de la escasez de electricidad en la región. Hay quienes opinan que la gestión y disponibilidad energética es el mayor desafío de la región y que se requiere reducir los costos y mejorar la seguridad en el suministro. O que estamos en una crisis y que la abundancia de productos debe traducirse en abundancia de proyectos, para lo cual existe un potencial gigantesco en cuanto a opciones de generación eléctrica. Surgen también opiniones encontradas que indican que el SING no tiene déficit de capacidad instalada. Se tiene instalada más potencia que la consumida. A juicio de un grupo de participantes en el taller, nunca ha existido un déficit energético. La necesidad se describe según la mayor demanda proyectada. Hoy, hay energía. En especial al considerar que la demanda minera está frenada.

Por otra parte, se comenta que la expectativa o situación del país es bastante compleja y que hay que entender el rol nacional de la región. Surge de esta manera el segundo punto relevante en relación la futura interconexión SIC-SING. De existir tal interconexión, algunos de los participantes expresan su preocupación de que ocurra que el norte vaya a “subsidiar” al sur energéticamente. Ante esto, hay 48 proyectos ERNC aprobados y 315, en total, aprobados o en estudio. Hay nueve proyectos convencionales, pero sus externalidades negativas quedan en la zona. La interconexión del SIC y el SING es un proyecto con buen aspecto para los intereses de la zona sur, pero no para el norte. Todos los flujos son de salida, pero no de entrada. Se entiende que la interconexión perjudicará a la Región de Antofagasta, ya que la energía en el SIC es más económica que la energía SING.

Como contraposición a estos argumentos, se plantea también que es cuestionable que en Chile existan dos sistemas interconectados que sean regulados de forma centralizada y no independiente. De todos modos, en el mediano o en el corto plazo la interconexión es un hecho y esta aumentaría la competencia.

Se destaca entonces que existen distintas visiones respecto de la situación de escasez de electricidad a nivel regional y nacional, y el rol que pueda tener la Región de Antofagasta, especialmente en un escenario de interconexión SIC-SING.



### ***El modelo de desarrollo eléctrico***

Acá surge una serie de críticas, las que acusan al modelo de tener poca competencia (bajo número de actores), criterios de desarrollo puramente economicistas y carencia de políticas a nivel regional. En este sentido, algunos de los comentarios que se pueden recoger son los siguientes.

Poca competencia/pocos actores: el problema se describe en la discusión en relación a una alta concentración de mercado, porque hay baja competencia y las empresas generadoras se lanzan con precios muy elevados. Pero también existen medidas para abrir el mercado, tal como lo hizo BHP, que envió una licitación donde no podían participar empresas existentes en el mercado chileno. Esta acción busca quebrar el monopolio, lo cual es muy positivo. El problema radica en el bajo número de generadoras de electricidad en el SING, lo cual disminuye las posibilidades de negociar el suministro con grandes demandantes de energía.

Modelo economicista: la Ley de 1982 se basa en el criterio económico como única manera de decidir la inversión. Entonces, se trata de un problema económico. Se debe revisar esta ley; necesita ser reformulada. Por ejemplo, la exigencia ambiental no viene desde adentro, sino que deriva de capitales extranjeros.

Existe un manejo inadecuado del sistema energético. De manera general, se da una discusión acerca de si las negociaciones con clientes libres debe manejarse sobre la base de los costos marginales o bien considerando los costos variables operativos. El paradigma del mercado eléctrico en Chile posee principios de operación definidos desde su creación en 1982 y es difícil de cambiar. Es el momento de cuestionarse. En California ha habido una subasta inversa, que ha sido positiva: allí se ha operado con subastas que proceden adjudicando desde el más barato hasta alcanzar el precio tope.

Un gran problema que surge en la discusión es: ¿por qué el último megawatt que ingresa al sistema define el mercado? Eso está mal, porque no representa los flujos reales. En el caso de Perú, se limita el costo marginal como solución a este problema.

Falta una visión regional: la perspectiva regional es fundamental y un eje central en las discusiones en los talleres es determinar cuál es la vocación de la Región de Antofagasta. ¿La II Región quiere ser un polo de generación? Respecto de lo anterior, se plantea que cada región debe tener un paquete de medidas particulares con sus propias características y su propia gobernabilidad, descentralizando la toma de decisiones.

Se comenta también que el ordenamiento territorial es el gran ausente de la legislación chilena. El Plan Regional de Ordenamiento Territorial (PROT) pasa a ser un instrumento indicativo, pero no normativo. En este sentido, se concluye que se debe aplicar el principio de la territorialidad de la energía como factor fundamental al momento de realizar la inversión, antes del factor económico. La energía ERNC debe producirse y comprarse en donde se requiere, por lo que se deben implementar políticas públicas territoriales de largo plazo que normen el uso, que establezcan la generación y compra de energía en el territorio en donde se necesita.

### **Propuestas para el fomento a las ERNC**

Dentro de los paneles, en general, no se presentan visiones que vayan en contra del fomento de las ERNC, aunque sí se plantean inquietudes respecto de los desafíos económicos y operacionales que las aquejan. Al respecto, por ejemplo, se encuentran comentarios como los siguientes:

- › La gran diferencia existente entre proyectos aprobados y proyectos operando, está en que los primeros no son económicamente viables.
- › Las ERNC no se pueden poner como energía base, ya que por temas operativos pueden generar un *black out*.
- › Desde la minería se comenta acerca de los temas de seguridad de servicio, calidad y costos. El criterio de disponibilidad del recurso es un tema que incide en la competitividad, porque la minería no perdona si el suministro de energía no es 24/7. Por ejemplo, la energía fotovoltaica no tiene potencia firme y, además, es más cara.
- › Las ERNC cuestan menos que el GNL, a pesar de tener algunos problemas de intermitencia. Lo que hay que considerar es la subutilización de la capacidad instalada de las centrales de carbón, las cuales puedan empezar a salir de operación por no tener continuidad de funcionamiento. Si se quisiera conservar el parque de generación, se puede pagar la potencia para tener una central de respaldo, siendo la ERNC como base. No obstante, esto corre el riesgo de convertirse en un *green washing*, respecto de la zona de influencia.
- › Los motores diésel pueden entrar muy rápido a operar y esto hace que sean adecuados como reserva en caso de que no sople el viento. Surge un tema interesante: las ERNC, en general, tienen factor de planta bajo y son intermitentes; por lo tanto, se requiere contar con reservas de energía para actuar rápidamente cuando no operen las ERNC.
- › Pese a que el potencial solar y geotérmico es muy alto, la energía eólica es la modalidad que se encuentra más instalada. Esto se debe, principalmente, a la diferencia en los costos en el caso de la energía solar y a la incertidumbre que existe frente a la exploración geotérmica, que requiere de una inversión relevante y de alto riesgo.

Se comenta que la Ley 20/25 ha funcionado porque la inyección es el doble de ENRC, pero surge la inquietud de ¿hasta dónde se puede llegar? Las empresas distribuidoras se deben potenciar ya que actualmente ningún generador ENRC puede ir a licitaciones porque estas exigen un suministro permanente, sin considerar que la mayoría de este tipo de energías es altamente intermitente. La ley va a cambiar para sumar estos factores de riesgo, que asumen las vulnerabilidades de ERNC.

Sin perjuicio de lo anterior, se propone una serie de medidas o iniciativas que tenderían a ampliar la implementación de ERNC en términos generales y para tecnologías específicas. Ciertas medidas obedecen al rol del Estado, al rol de los consumidores y también a una visión regional de la implementación de ERNC. A continuación, se presentan algunos elementos de estas visiones:

### **Rol del Estado y la sociedad en el fomento de ERNC**

En el futuro, se espera, de acuerdo a lo discutido en los talleres, que el norte de Chile se posicione como un polo de desarrollo en ERNC. Por ello, se requiere un estudio más sistémico sobre la Macro-Zona norte. Existe la necesidad de ampliar la visión espacial y considerar la disponibilidad energética e hídrica de la región, pensando en términos transnacionales.

Se plantea una mayor intervención del Estado en la reducción de los costos de producción de ERNC a través del desarrollo de una estructura de subsidios, ya sea de forma directa o a través de incentivos tributarios a la inversión en materia de ERNC<sup>(10)</sup>. Además, se plantea la necesidad de tener una estructura de financiamiento en materia de I+D+I en materia de tecnología de generación eléctrica por vías renovables no convencionales, como una forma de abaratar los costos de generación.

Se plantea la necesidad de un rol activo del Estado a través de tareas de planificación, lo cual debe implicar un cambio de ley (que no puede ser mandado por mercado) y un cambio de concepto mediante el cual se permite que ejecute el privado pero que el Estado tenga un rol activo, y se dé una mejor relación con la comunidad. En la legislación actual se podría mejorar los subsidios, siguiendo el caso, por ejemplo, de Australia. No se plantea un subsidio permanente, pero sí para levantar capacidades. Se requiere eliminar barreras para que el Estado pueda participar técnicamente. También se puede seguir, por ejemplo, la experiencia del BID en apoyo a iniciativas de energía solar que, más que subsidios, entrega créditos blandos.

Además, se plantea la incorporación de mecanismos de fomento en el marco del SEIA. Puede sugerirse, por ejemplo, la creación de mecanismos simplificados de evaluación ambiental específicamente dirigidos a la generación de energía por fuentes renovables no convencionales, como una forma de reducir ciertos costos en la etapa de estudio del proyecto o actividad.

Se debe considerar a las ERNC como un complemento a la matriz energética existente y no como una solución a la demanda. Así, se deben llenar los bloques de oferta para hacer sustentable el sistema en su conjunto.

En este mismo escenario, también se debatió en relación a qué herramientas se pueden implementar para que las ERNC sean más funcionales, coincidiendo que lo primero es solucionar la intermitencia. Se plantea el concepto de *free riding* o bien de hacer contratos de energía en bloque. A gran escala esto no es viable porque el comportamiento de ese sistema no funciona para las centrales de carbón. Pero es evidente que hay opciones para pensar en cómo estabilizar el sistema. Las decisiones tienen un fuerte componente económico y las horas-hombre son marginales, generando incertidumbres que no permiten concretar contratos a largo plazo.

Se propone incorporar una norma para optimizar el uso del sistema, por lo cual, en este contexto, hay necesidades de mayor regulación en el ámbito de los centros de despacho (CDEC). Desde la perspectiva de mercado, hay que facilitar la auditación cuando se hacen las compras, debe haber

<sup>10</sup> Salvo el incentivo tributario de la Ley 20365, como ya se señaló.

más incentivos para ser eficientes y es pertinente tomar en consideración las experiencias registradas en mercados regulados.

Se comenta bastante respecto de la energía solar. Con respecto a las plantas de concentración solar, se indica el problema del almacenamiento de la energía y la gestión de demanda. Se necesitan nuevas tecnologías para ello como, por ejemplo, el litio. En este sentido, las barreras de las ERNC en la región tienen que ver con almacenamiento y gestión. Por otra parte, a nivel residencial se comenta que el uso de colectores solares debería hacerse obligatorio en viviendas sobre las 3.000 UF, a través de modificaciones a la ordenanza de urbanismo, considerando que los costos de inversión son bajos y su recuperación es en el corto plazo. Para viviendas sociales, lo anterior también debería ser incorporado, así como colectores solares y reciclaje de agua, lo que significa ahorro para las familias. Para ello también se debe educar a la comunidad en el cuidado y uso de estos instrumentos, asegurando los servicios básicos para sectores más vulnerables. En este mismo sentido se indica en varias ocasiones que el proyecto Calama Solar se debe seguir desarrollado.

Rol del consumidor en el desarrollo de las ERNC: a igual que en la experiencia de la tecnología, que entra con ventaja porque es competitiva, sin necesidad de cambiar ni ley ni nada, las ERNC tienen que entrar al mercado por sus cualidades. Puede haber una ley eficiente, pero si los costos de energía son altos, esa modalidad no logrará ingresar a operación.

El mercado físico debe respaldar el mercado comercial y esto va a suceder, pero ¿hasta qué punto va a ser eso? El problema del cobre es que su uso es principalmente para líneas de transmisión; está lejos del individuo consciente. Se plantea que es necesario generar otros incentivos a la ERNC que no estén relacionados con temas económicos. Se espera también que una vez que los costos del petróleo y el carbón aumenten, las ERNC –en especial, la energía fotovoltaica– se hagan más rentable. A ello se debe sumar el costo de la efervescencia social, la cual es capaz de cambiar los modelos de generación.

En la medida de que la generación de energía por medios renovables no convencionales tenga costos competitivos y se constituya como una modalidad segura de suministro, las empresas optarán por ella. Las normas sobre ERNC no han servido para la minería, dado que los costos adicionales de generadoras se traspasaron a clientes libres para cumplir con el porcentaje de ERNC.

Visión regional en cuanto al desarrollo de las tecnologías ERNC: el desafío, de acuerdo a lo discutido en los talleres, es comprender si un ERNC es capaz de satisfacer el sector minero. Se pensó en las licitaciones como mecanismo de mercado para que existan competencias, pero en la realidad las condiciones no se dan. Por los tiempos de licitación, solo se favorece a quienes tienen capacidades instaladas. Tratándose de seguridad energética, los sismos no son un tema menor, pues en ciertos casos se convierten en un factor de riesgo. El 90% de la generación de energía regional está en Mejillones, y las plantas están en zona de inundación.

Se debe realizar una bajada de la Agenda Energética Nacional a una Agenda Energética Regional, según las características como la región afrontará la adopción de medidas respecto de la ampliación a ERNC.

Junto con lo anterior y al ampliar la oferta, se debe considerar el menor impacto en el entorno. Por lo tanto, junto con la política territorial debe existir el compromiso, desde el consumidor al comprador, de generar y comprar energía ERNC en la Región. Además, es necesario realizar una planificación energética y debe existir un ordenamiento territorial, estableciéndose sitios en donde instalar las plantas productoras de energía, considerando en principio: (1) que no deben ser cedidos terrenos de comunidades indígenas o (2) en los sitios asignados a comunidades indígenas realizar las consultas y educar a la comunidad.

En la actualidad, según comentarios, las reglas no fomentan el uso de las ERNC en la Región, pues estas se encuentran formuladas en forma general para el país y no para las regiones. Es relevante considerar que las regiones presentan diferentes características económicas, productivas y sociales, que las diferencian entre sí. La solución a ello es la generación de políticas públicas regionales que potencien el desarrollo de cada región, considerando que el impacto y costo social lo recibe esta directamente.

Rol de otros actores de la sociedad en el desarrollo eléctrico: finalmente, existe una serie de comentarios que dicen alusión al rol que tienen en el desarrollo eléctrico otros actores que no son ni los generadores, ni consumidores, ni reguladores del mercado de electricidad.

Uno de los problemas principales consiste en la relación con las comunidades, que no aprecian la actividad minera y la generación de energía por parte de este rubro. Este paraliza los proyectos mineros y de energía. El discurso es que si la minería tiene dinero, ¿por qué no puede asumir mayores costos de energía por vía de las ERNC? Hay una sensación de que las externalidades negativas nacionales llegan acá. Las empresas deben asumir los costos. Así, se debería buscar un círculo que debe ser virtuoso: la minería tributa, y el Estado recauda y financia proyectos.

Se requiere sociabilizar el tema de la energía con la comunidad en general. El 80% de Calama cree que la nueva planta de energía fue construida para CODELCO, cuando no lo es. Falta capacitación y sociabilización de las ERNC. Se propone aprender de la experiencia negativa de la minería, que no fue capaz de mejorar la calidad de vida de la comunidad.

Además, es necesario potenciar las actividades de transferencia tecnológica a través de la incorporación de centros internacionales que aceleren las actividades de centros regionales. La Universidad, en su calidad de ente autónomo, requiere recoger los análisis y realizar un mayor esfuerzo para actuar como repositorio de la información que se genera. Su papel, además, debe estar asociado a desmitificar la percepción de la comunidad referente a los temas de Agua y Energía. Por ejemplo, considerando el Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Es necesario desarrollar proyectos con ayuda de la universidad, pues sucede que se invierte en temas que no tienen relación con la realidad. Se debe fomentar la investigación aplicada como parte del tema. La universidad tiene que ir al ritmo de los cambios y nuevas tecnologías. El Estado, por su parte, debe adquirir compromisos a largo plazo para este fin.

Se puede abastecer el consumo de demanda, aunque el desarrollo de Antofagasta constituye un desafío particular. Si se piensa en abastecer de energía no sólo a las mineras sino a la región ente-

ra, se afrontarán los mismos problemas que tiene actividad minera. La Región necesita capacidad técnica, estudios económicos y preparar gente para responder a este desafío. Se podría pensar en un *cluster* solar. El ámbito social es valorado por empresa, de manera que hay un empoderamiento social que incide en tecnología limpia y que, a su vez, ayuda a sostener una adecuada imagen corporativa.

## Conclusiones

La Región de Antofagasta ha experimentado un rápido crecimiento en décadas recientes, en gran medida debido al aumento de su producción de cobre. Se espera que esta situación se mantenga en el futuro para alcanzar –según se estimada al momento de iniciarse este proyecto de investigación– un incremento del orden de 30%, lo que equivale a pasar de 2.800 miles de toneladas a aproximadamente 3.500 miles de toneladas al año 2020. Esto significa un aumento en las necesidades de generación de electricidad, pasando de un consumo de 12 a 18 TWh/año.

Este aumento en las necesidades de generación se atribuye en parte al aumento en la capacidad productiva, pero también a dos factores adicionales: a la pérdida de ley en los yacimientos de cobre de la Región (se hace cada vez más costo en términos energéticos producir cada tonelada de cobre) y al mayor consumo de agua que requiere esa mayor producción de cobre.

Como se describe con detalle en el Capítulo 3 de este libro, la oferta de agua en la Región de Antofagasta es sumamente escasa en relación a sus demandas. Esto ha obligado a buscar nuevas fuentes de abastecimiento. Una de ellas, que ha sido cada vez más considerada, es la desalación de agua de mar. Pese a que esta tecnología ofrece una alternativa de suministro de agua para distintas actividades, existe un significativo costo monetario y energético asociado a esta provisión. Haciendo supuestos simples respecto de la eficiencia y distancia/elevación de bombeo/impulsión, se puede estimar que el consumo de electricidad solamente asociado a la provisión de agua desalada para las nuevas faenas mineras equivale a 2.5 TWh/año. Es decir, prácticamente la mitad del aumento en el consumo de electricidad asociada a la nueva actividad de cobre en la región se asocia a la producción de agua para las actividades asociadas a este mineral.

La provisión actual de la electricidad en la Región se concentra casi exclusivamente en tecnologías convencionales en base a quema de combustibles fósiles (carbón, diesel y GN). Existen dos centrales ERNC de tamaño relevante (eólica y cogeneración). Hacia el futuro se espera que la participación de tecnología ERNC aumente, en parte debido a la baja en los costos de este tipo de tecnología y al modelo institucional que se ha desarrollado en el último tiempo en Chile para apoyar el desarrollo de este tipo de tecnología.







## V. GOBERNABILIDAD Y GOBERNANZA

### CAPÍTULO 5

#### INSTITUCIONALIDAD Y GOBERNANZA EN EL RECURSO HÍDRICO Y ENERGÉTICO

El enfoque de gobernanza se vincula con una noción que entrega una alta responsabilidad a la dimensión institucional en la resolución de problemas que pertenezcan a ámbitos críticos del desarrollo sustentable territorial (Rodríguez, 2012). Este concepto está íntimamente conectado con las transformaciones del Estado, en lo referido a su modernización y descentralización de funciones y atribuciones desde lo central a lo local. Dado este proceso, el escenario hoy es más complejo e incierto que antes, dado de que ya no sólo se centra en la desconcentración del capital, sino que también en el funcionamiento del poder político, sus medios (la administración pública), sus productos (las políticas públicas) y, en definitiva, sus relaciones con la sociedad civil en general.

En el caso de Antofagasta, la investigación se adopta con el objetivo de analizar las capacidades organizacionales nacionales-regionales para desarrollar intervenciones de adaptación que sean sustentables. Concretamente, abordamos los retos que representan el déficit creciente del balance hídrico y la elevada fosilización de la matriz energética regional. Asumimos procesos de gobernanza e instrumentos de planificación estratégica, teniendo como telón de fondo el marco político-institucional que impone un proceso de descentralización que se asocia más a un proceso de desconcentración administrativa (Rodríguez, 2012).

## **Institucionalidad aplicable a los proyectos ERNC y FHNC**

La mutua dependencia que tienen el agua y la energía en los procesos productivos hace que los proyectos de generación de electricidad a través de recursos renovables no convencionales y que los proyectos de diversificación de la matriz hídrica a través de mecanismos no convencionales deban considerar –en su construcción, operación y abandono–, la institucionalidad y la normativa pertinente en materia eléctrica e hídrica. Además, y como ya es común en todos los proyectos o inversiones que se generen, deben tener en cuenta el concepto de *gestión ambiental* intrínseco a sus operaciones, por principios que informan la política ambiental y las instituciones y las normativas relativas al medio ambiente.

Analizaremos entonces a nivel nacional las cuestiones institucionales y normativas en cada uno de los aspectos –eléctrico, hídrico–, de forma de identificar los incentivos y las brechas existentes para el desarrollo de ERNC y de FHNC.

### ***Institucionalidad en materia de energía***

Especialmente en los últimos diez años, el ordenamiento jurídico nacional ha experimentado un avance notable en la materia institucional relacionada con la energía, en general, y en materia de ERNC, en particular. Esto se refleja en la creación del Ministerio de Energía, en el Panel de Expertos de la Ley General de Servicios Eléctricos, el Centro de Energías Renovables y en su reciente sucesor, el Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables. De esta forma, podemos identificar a los siguientes como organismos directamente vinculados al sector de energía:

- › Ministerio de Energía, creado por la Ley 20.402, vigente desde el 1 de febrero de 2010;
- › Comisión Nacional de Energía, creada por el Decreto Ley 2.224 de 1978;
- › Centros de Despacho Económico de Carga (CDEC), tanto del Sistema Interconectado Central (CDEC-SIC) como del Sistema Interconectado del Norte Grande (CDEC-SING);
- › Superintendencia de Electricidad y Combustibles, creada por la Ley 18.410 de 1985;
- › Panel de Expertos de la Ley General de Servicios Eléctricos, creado por la Ley 19.940 de 2004;
- › Comisión Chilena de Energía Nuclear, creada por la Ley 16.319 de 1965, y;
- › Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES), creado mediante la Resolución N° 85 de CORFO (publicada en el Diario Oficial de 5 de noviembre de 2014), y que reemplazó al Centro de Energías Renovables (CER).

Las instituciones indicadas materializan el rol del Estado en materia de energía. De acuerdo a lo señalado en el mensaje que el Poder Ejecutivo envió al Congreso a partir de la creación del Ministerio

del ramo, las funciones que debe cumplir el Estado en esta área se limitan a: 1) la formulación y evaluación de políticas públicas, esto es, la planificación indicativa, los programas (fomento y apoyo a determinadas actividades para el cumplimiento de la política), y el establecimiento y aplicación de normas legales o reglamentarias; 2) la formulación de normas específicas en el ámbito del funcionamiento de la actividad económica, esto es, la regulación técnico-económica, específicamente en el ámbito del establecimiento de precios y de normas de calidad en el ejercicio de la actividad; 3) la fiscalización del cumplimiento de normas y la aplicación de sanciones; y 4) la resolución de conflictos entre privados o entre éstos y el Estado.

Los principios que inspiran la acción del Estado, de acuerdo a esta reforma, son los de: 1) segmentación de las funciones, claridad de los roles y objetivos, en las que las labores de formulación de políticas sectoriales, leyes y monitoreo global del sector corresponda a ministerios, y las labores de regulación técnico-económica y de fiscalización se entreguen a agencias especializadas; 2) especialización e independencia del organismo a cargo de la regulación económica; 3) fortalecimiento de la capacidad técnica de los organismos estatales, y 4) diseño de un mecanismo de solución de diferencias independiente.

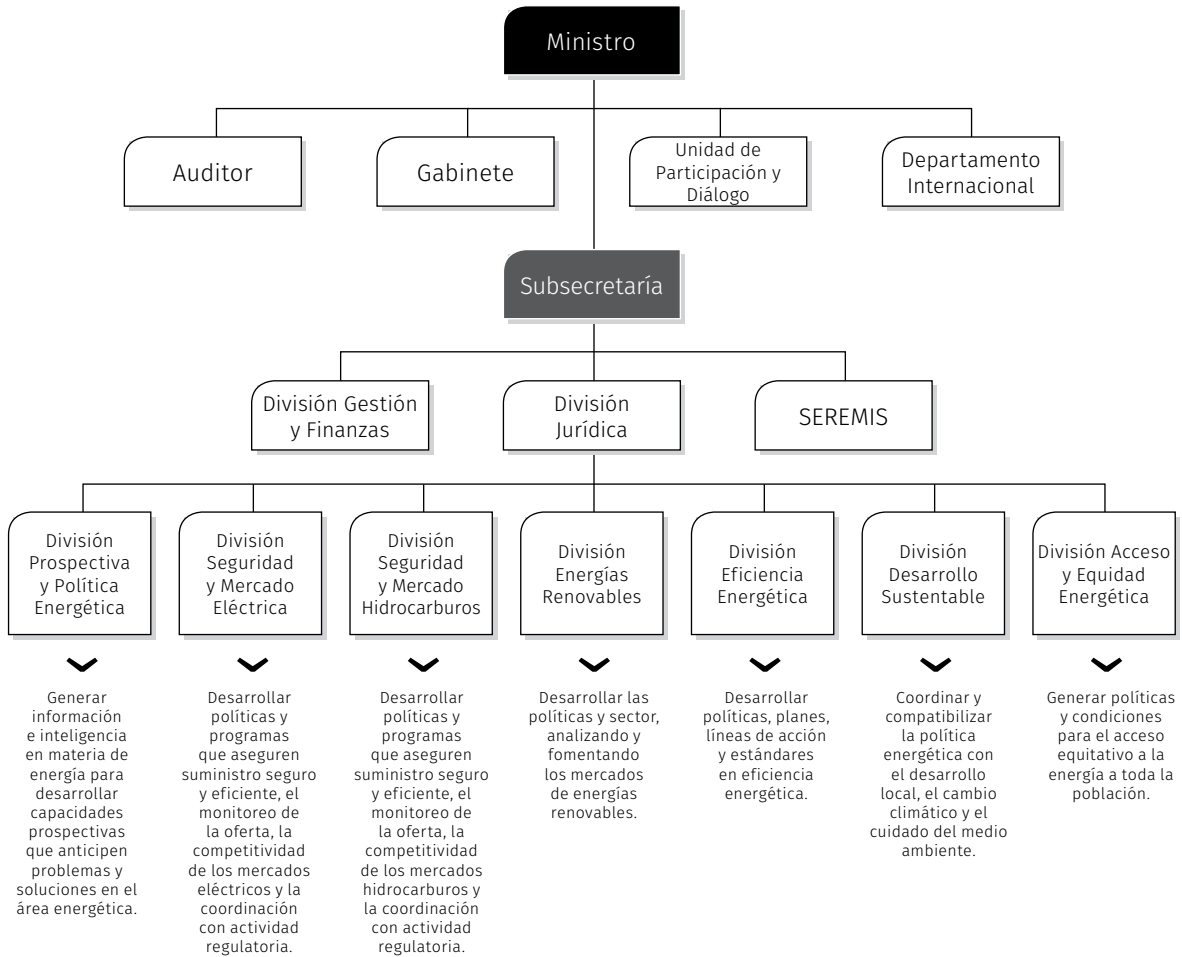
Teniendo en cuenta este marco de funcionamiento, las instituciones más relevantes vinculadas al sector energía se pueden describir de la siguiente manera:

### ***Ministerio de Energía***

El Ministerio de Energía se concibe como un órgano superior de colaboración del Presidente de la República en las funciones de gobierno y administración en el sector de energía (Artículo 1° de la Ley 20.402), cuya función consiste en elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector energético, velar por su cumplimiento y asesorar al Gobierno en todas las materias relacionadas con la energía (Artículo 2 del DL 2224).

Fue creado por la Ley 20.402 de 2010, y tuvo por objetivo reunir en dicho Ministerio todas las competencias relativas a la rectoría del sector energético, incluidas las que previamente pertenecían al Ministerio de Minería, como la suscripción de contratos especiales de operación de hidrocarburos y sustancias nucleares, así como la gestión del sistema de concesiones geotérmicas, la determinación de los precios de paridad contenidos en los fondos de estabilización de precios del petróleo (Ley 20765), y las que pertenecían al Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, en materia de gas y electricidad (Concesiones, transporte, explotación de servicios eléctricos y suministro, así como dictación de reglamentos).

**Figura V.1**  
*Organigrama del Ministerio de Energía*



Fuente: Ministerio de Energía (<http://www.minenergia.cl/ministerio/organigrama.html>)

### **Comisión Nacional de Energía (CNE)**

La CNE fue creada por el Decreto Ley Nº 2.24 de 1978, como un órgano funcionalmente descentralizado, con patrimonio propio, relacionado directamente con el Presidente de la República. Sin embargo, para los actos jurídicos que debía realizar a través de un Ministerio de acuerdo a las leyes, actuaba a través del Ministerio de Minería. Ante la inexistencia de un Ministerio específico relacionado con la energía, la CNE tenía a su cargo la elaboración y coordinación de los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector, además de la tarea de velar

por su funcionamiento. Asimismo, tenía como propósito asesorar al gobierno en todas las materias relacionadas con energía<sup>(11)</sup>. De esta forma, ostentaba funciones propias de un Ministerio, sin que los organismos sectoriales se encontraran bajo su supervigilancia.

Hasta la creación del Ministerio de Energía, la CNE estaba dirigida por un Consejo Directivo compuesto por un representante del Presidente de la República, por el Ministro de Minería, el Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción, el Ministro de Hacienda, el Ministro de Defensa Nacional, el Ministro Secretario General de la Presidencia y el Ministro de Planificación y Cooperación. A su vez, el foco de sus labores se situaba en la regulación económica del sector, en desmedro de la generación de políticas públicas, entre otros factores, debido a su acotada presencia institucional dentro de la estructura del sector público, dada su naturaleza jurídica.

Luego de la creación del Ministerio de Energía, la CNE se constituyó como un “organismo técnico encargado de analizar precios, tarifas y normas técnicas a las que deben ceñirse las empresas de producción, generación, transporte y distribución de energía, con el objeto de disponer de un servicio suficiente, seguro y de calidad, compatible con la operación más económica”. En consecuencia, con la reforma del año 2010 y la consecuente creación del Ministerio de Energía, la CNE tiene por mandato legal la regulación técnico-económica del sector energía, encomendando las competencias en materia de formulación de políticas, normas legales y reglamentarias, planes y programas al Ministerio de Energía.

### ***Centro de Despacho Económico de Carga***

El CDEC, por su parte, es el organismo encargado de determinar la operación del conjunto de instalaciones del sistema eléctrico (artículo 2 del Decreto Supremo Nº 291 del Ministerio de Economía), con la responsabilidad de: i) preservar la seguridad global del sistema eléctrico, ii) garantizar la operación más económica para el conjunto de instalaciones del sistema eléctrico, iii) garantizar el acceso abierto a los sistemas de transmisión troncal y de subtransmisión, y, iv) a los sistemas de transmisión adicionales, v) determinar las transferencias económicas entre los integrantes y/o coordinados del CDEC, vi) elaborar los estudios e informes requeridos por la CNE, la SEC o el Ministerio de Energía dentro de la esfera de sus atribuciones, y vii) realizar los análisis y estudios sobre requerimientos y recomendaciones de expansión de la transmisión de corto, mediano y largo plazo (Artículo 3 DS Nº 291 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción).

Cuenta con un Directorio, compuesto por dos representantes de las empresas generadoras<sup>(12)</sup>, uno de las transmisoras troncales, uno de las instalaciones de subtransmisión y un representante de los clientes libres abastecidos directamente desde instalaciones de un sistema de transmisión.

11 El artículo 3 del DL Nº 2224 señala que “para los efectos de la competencia que sobre la materia corresponde a la Comisión Nacional de Energía, el sector de energía comprende a todas las actividades de estudio, exploración, explotación, generación, transmisión, transporte, almacenamiento, distribución, importación y exportación, y cualquiera otra que concierna a la electricidad, carbón, gas, petróleo y derivados, energía nuclear, geotérmica y solar, y demás fuentes energéticas”.

12 Uno por el segmento que corresponde a los integrantes propietarios de centrales eléctricas cuya capacidad instalada total sea inferior a 200 MW, y otro por generadoras de 200 MW o más.

### ***Superintendencia de Electricidad y Combustibles y Panel de Expertos de la Ley General de Servicios Eléctricos***

La Superintendencia de Electricidad y Combustibles es un organismo creado por la Ley 18.410 de 1985 y tiene como función principal la fiscalización y supervigilancia del cumplimiento de las disposiciones legales y reglamentarias, así como las normas técnicas en materia de generación, producción, almacenamiento, transporte y distribución de combustibles líquidos, gas y electricidad, para velar por la calidad y la seguridad de los servicios que se prestan a los usuarios.

Por su parte, el Panel de Expertos fue creado mediante la Ley 19.940 de 2004 y tiene como objetivo dirimir las controversias que se susciten entre la autoridad reguladora de la CNE y los operadores privados. Está integrado por siete profesionales, cinco de los cuales deben ser ingenieros o licenciados en ciencias económicas, y dos abogados, designados por el Tribunal de Defensa de la Libre Competencia.

### ***Comisión Chilena de Energía Nuclear (CChEN)***

Fue creada por la Ley 16.319 de 1965 y se concibió como un organismo de Administración Autónoma del Estado, relacionándose con el gobierno a través del Ministerio de Energía. Su objetivo es atender los problemas relacionados con la producción, adquisición, transferencia, transporte y uso pacífico de la energía atómica y de los materiales fértiles, fisionables y radioactivos.

Entre otras funciones, la CChEN debe asesorar al Gobierno en todos los asuntos relacionados con la energía nuclear, elaborar y proponer planes nacionales para la investigación, desarrollo, utilización y control de la energía nuclear en todos sus aspectos, así como ejecutarlos por sí o de acuerdo con otras personas o entidades. Igualmente, tiene la tarea de ejercer el control de la producción, adquisición, transporte, importación y exportación, uso y manejo de los elementos fértiles, fisionables y radioactivos.

### ***El Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables***

Por último, el Centro Nacional para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (CIFES) reemplazó recientemente al Centro de Energías Renovables (CER). Nace por una iniciativa de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) y tiene como objetivo, de acuerdo a su reglamento, apoyar a CORFO “en el diseño, implementación, seguimiento, evaluación y promoción de programas y proyectos estratégicos con financiamiento público de innovación y fomento en energías sustentables; en particular, en la implementación de la política y plan de acción de innovación en energía” (Art. I, n° 2, del Reglamento). En este sentido, el objeto propuesto para el CIFES va en línea con las metas y objetivos descritos en la Agenda de Energía propuesta en mayo de 2014, en el cual se pretende desarrollar una política energética de largo plazo. Así, entendemos que el CIFES habrá de ser el organismo técnico encargado de implementar la política energética en el área de la innovación en materia de energías sustentables.

Con la creación del CIFES, se da un paso más en materia de estructura institucional de apoyo a la diversificación de la matriz energética en relación con el objetivo que perseguía anteriormente el CER<sup>13</sup>. Las funciones del CIFES pueden clasificarse de acuerdo a su naturaleza, en:

- a) De coordinación y apoyo a otras instituciones: así, encontramos que el CIFES tiene como función: i) apoyar la implementación de la política y plan de acción de la innovación en energía; ii) articular y/o gestionar iniciativas impulsadas por el Estado; iii) proponer líneas de investigación y desarrollo en innovación y fomento de energía sustentable; iv) Colaborar en la coordinación de los centros de investigación en energía, así como apoyar la asociación entre la industria y centros de investigación; v) gestionar y/o articular programas y proyectos de energía sustentable a escala piloto; vi) apoyar el diseño de instrumentos de fomento; vii) apoyar la formación de capacidades para el desarrollo de las ERNC, y; viii) fomentar soluciones que eliminen las barreras que hacen difícil la materialización efectiva de los proyectos de ERNC.
- b) De información: en esta clasificación, el CIFES tiene como funciones: i) mantener un catastro y una visión sistémica de los instrumentos e iniciativas de fomento a la inversión en ERNC y energías sustentables; ii) monitorear, evaluar y sistematizar resultados de los instrumentos de fomento implementados; iii) mantener información relativa a las innovaciones en energía sustentable, también denominada vigilancia tecnológica; iv) gestionar las consultas de agentes públicos o privados relacionadas con nuevos emprendimientos, prototipos y soluciones basadas en energía sustentable, y v) implementar y mantener la denominada Plataforma de Gestión del Conocimiento Solar en Chile con foco en la autogeneración.

El Reglamento dispone que el Consejo Directivo estará compuesto por los Ministros de Energía, de Economía Fomento y Turismo y de Medio Ambiente, así como por el Vicepresidente Ejecutivo de CORFO, un integrante designado por el Ministro de Energía, con acuerdo del Vicepresidente Ejecutivo de CORFO, el Jefe de División de Energías Renovables del Ministerio de Energía, y dos miembros provenientes de entidades públicas, organizaciones empresariales, gremiales, no gubernamentales, o del mundo académico. Uno de ellos es designado por el Ministro de Energía, y el otro por el Vicepresidente Ejecutivo de CORFO.

### ***Institucionalidad aplicable a las FHNC***

El punto de partida para un análisis de la gobernanza y gobernabilidad relativa al uso de FHNC debe ser siempre la institucionalidad existente en el país para abordar los desafíos generales derivados de la extracción, uso y tratamiento de recursos hídricos.

En este sentido, la orientación general de este apartado será el estudio elaborado por el Banco Mundial (BM), en conjunto con el Ministerio de Obras Públicas (MOP) y la Dirección General de Aguas (DGA), relativo al mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua (2013), el

<sup>13</sup> De acuerdo al Reglamento del CER, éste tenía por objeto “contribuir al fortalecimiento de la matriz energética nacional, aumentando su diversificación e independencia para apoyar la materialización de proyectos de energías y/o de medios de generación renovables no convencionales”.

que contiene un diagnóstico de la institucionalidad actual en materia de gestión de agua, así como un conjunto de propuestas para su mejoramiento. Esta orientación servirá para identificar el impacto que tiene la actual institucionalidad en la Región de Antofagasta, así como para identificar líneas de acción para el adecuado funcionamiento la institucionalidad de la gestión del agua en la Región de Antofagasta.

Dentro del marco del diagnóstico descrito, el informe del BM destaca que dentro de las principales deficiencias de la institucionalidad relativa al agua se encuentran: a) la falta de consolidación e integración de la información generada por las instituciones vinculadas a la gestión del agua, b) una inadecuada delimitación y coordinación de funciones entre los organismos que intervienen en la gestión de las aguas, c) la falta de una autoridad política superior que coordine las funciones e instituciones del Estado en relación con el agua, y d) la falta de coordinación de los actores responsables de la gestión del agua a nivel local, en una misma unidad geográfica (Banco Mundial, 2013). Además, identificó un total de 102 funciones que se consideran necesarias para la gestión del agua en Chile, las que se desarrollan dentro de un marco institucional en el que participan 43 actores institucionales, incluyendo organismos de gobierno, organizaciones de usuarios de agua y organismos autónomos. Esta complejidad del marco institucional produce muchas veces duplicidades en la ejecución de funciones, vacíos por omisión y problemas de coordinación entre los diferentes organismos (Banco Mundial, 2013).

El cuadro que se muestra a continuación ilustra el diagnóstico institucional descrito:

**Figura V.2**  
*Diagnóstico institucional del agua*



**Fuente:** Banco Mundial (2013 p. 33)



Frente a este diagnóstico, el estudio estructuró la propuesta de soluciones sobre la base de (Banco Mundial, 2013):

- › Aquellas que se pueden realizar dentro del marco institucional y legal vigente, consistente, con carácter general, en medidas administrativas que requieren reasignación de recursos humanos y financieros, y una redefinición de objetivos y estrategias internas. Entre las propuestas de este tipo se encuentran 1) la mejora de la atención oportuna de solicitudes de terceros, 2) la formulación del plan de financiamiento de mediano y largo plazo para la gestión de recursos hídricos, 3) el desarrollo de la capacidad institucional y de los recursos humanos, que no solo se refiere a un número adecuado de personal, sino que además de personal especializado, con experiencia y liderazgo consolidado; 4) el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios de aguas, 5) fortalecer la coordinación interinstitucional, y 6) de los mecanismos y sistemas para generar datos y compartir información, 7) el fortalecimiento del Catastro Público de Aguas, y 8) el mejoramiento de la fiscalización<sup>(14)</sup>;
- › Aquellas que requieren nuevos reglamentos, modificaciones a los reglamentos existentes o modificaciones legales menores, que se refieren a promulgar e implementar reglamentos, introducir modificaciones a leyes, modificar y reasignar algunas funciones entre las instituciones existentes. Entre estas propuestas se puede contar: 1) el fortalecimiento de las organizaciones de usuarios de aguas y el mejoramiento de su fiscalización en aspectos como la profesionalización y capacitación, así como en la ampliación de sus atribuciones, rendición de cuentas y transparencia; 2) la constitución de la DGA en el eje de la gestión de la calidad del agua y del medio ambiente relacionado; 3) extender y fortalecer las funciones ejercidas por otras instituciones, como la Dirección de Obras Hidráulicas, DIRECTEMAR, CONAF, entre otras; y 4) radicar el procedimiento de perfeccionamiento de derechos de aprovechamiento de aguas en sede administrativa.
- › Aquellas que involucran la creación de nuevas instituciones, teniendo como consecuencia cambios administrativos, reglamentarios y legales de mayor profundidad que implican la reestructuración importante de organismos existentes, la reagrupación de funciones entre los mismos y/o la creación de nuevos organismos. En este sentido, el informe presentó tres alternativas diversas: 1) el fortalecimiento de la institucionalidad actual; 2) la creación de una Subsecretaría de Recursos Hídricos; y, 3) la creación de una Agencia Nacional del Agua.

### **Consideraciones generales y líneas de discusión**

De la institucionalidad aquí descrita se pueden desprender algunas consideraciones generales, que inciden directamente en la gobernanza de los aspectos críticos para el desarrollo de la Región. El concepto de gobernanza, aquí desarrollado puede entenderse desde dos perspectivas. La primera, de carácter institucional, dice relación con la capacidad de coordinar, acordar y planificar intervenciones multiescala desde lo nacional a lo regional con inclusión de los intereses públicos,

<sup>14</sup> Cabe mencionar que en la Región de Antofagasta la DGA cuenta solo con dos fiscalizadores.

privados y de la comunidad. La segunda, de carácter operativo, se puede entender como el desarrollo de capacidades institucionales, como de los actores públicos, privados y de la sociedad civil para construir acuerdos compartidos e integrales que orienten un conjunto coordinado de políticas, programas, proyectos y acciones de largo plazo con el objetivo de disminuir riesgos y generar cambios de trayectoria en la dirección de un desarrollo regional sustentable. En ambos aspectos, la percepción de los actores tiende a ser coincidente con el diagnóstico relativo al bajo impacto que tiene la gobernanza de aspectos críticos en la región.

Como primera cuestión se debe tener presente la percepción de los actores regionales en relación con la presencia e importancia de la institucionalidad en materia de gobernanza del agua y energía para el desarrollo regional. En este sentido, según se verá con mayor profundidad en la sección Comunidad y Actores, la institucionalidad descrita se desempeña en un segundo plano en relación con el mercado imperfecto de la energía y del agua, lo que supone un obstáculo para el mayor desarrollo de las ERNC y de las FHNC. Solo a modo de ejemplo, la percepción de los actores en este sentido es que “en la actualidad cada privado decide lo que hace” (Panel II, 23 de julio de 2014).

Un segundo aspecto a considerar dice relación con el confuso entramado de funciones que existe actualmente en materia de agua y energía. De la descripción de la institucionalidad del agua se puede desprender una multiplicidad, duplicación y solapamiento de las funciones en la materia. De esta manera, existe una dificultad institucional para el ejercicio adecuado de las funciones de planificación estratégica a nivel nacional en materia de energía y de agua, cuestión que se puede identificar con mayor fuerza en la Región de Antofagasta.

De esta forma, se hace necesario vencer la primera gran brecha de carácter institucional, relativa al diseño e implementación de una estructura orgánica racionalizada en materia de gestión del recurso hídrico que sea capaz de orientar los esfuerzos hacia una mayor planificación en relación con el uso y disposición del agua en general, junto con una mirada específica en la planificación en zonas desérticas, como es la Región de Antofagasta. En los paneles desarrollados se puede detectar que la diversificación de la matriz hídrica en la Región ha surgido básicamente por una respuesta que han dado los actores privados que requieren un suministro continuo y seguro para el uso sanitario, minero e industrial. La diversificación, así, no ha surgido de un ejercicio de planificación por parte de la institucionalidad estatal.

## **Normativa aplicable a proyectos ERNC y FHNC**

### ***Normativa general del sector eléctrico y la progresiva incorporación de normas de fomento a ERNC***

Durante los últimos, se han dictado una cantidad importante de normas que han tenido por objeto, o como efecto, la incorporación de ERNC al mercado energético. Sin embargo, todavía se puede señalar que la regulación legislativa se encuentra marcada por vacíos legales que hacen difícil su incentivo y desarrollo por parte de los sectores privado y público (Quinzio, 2013).

En efecto, estas normas han tenido como objetivo fundamental la intervención en el mercado energético para facilitar el ingreso de generadores por energías renovables no convencionales. Sin embargo, no se han desarrollado instrumentos normativos que ayuden a financiar proyectos de I+D+i en tecnologías de generación de ERNC, así como tampoco incentivos para asimilar los costos de generación mediante mecanismos renovables no convencionales con respecto a generación eléctrica por mecanismos convencionales. Así, las normas de incentivo que se pueden identificar a nivel legislativo son las siguientes:

- › Ley N° 19940, de 13 de marzo de 2004: dicha norma fue conocida como “Ley Corta I” y tuvo por objeto, entre otras cuestiones, abrir espacios para la introducción de las energías renovables no convencionales y facilitar un mayor desarrollo de la cogeneración. En este sentido, 1) estableció que todas las centrales, con independencia de su tamaño y nivel de conexión a la red, tendrán el derecho de acceso al mercado *spot*, donde pueden vender su energía al precio marginal de energía y su potencia al precio nudo de potencia. 2) En el caso de las centrales menores a 9 MW de potencia, otorgó la opción de acogerse a un mecanismo estabilizador de precios para aumentar la seguridad de sus inversiones. 3) Estableció la obligación para los operadores de redes de distribución de conectar las centrales de hasta 9 MW a sus redes, y 4) dispuso que las centrales que utilicen ERNC se encuentran exentas del pago de peaje troncal. La exención es total si la central no supera los 9 MW, y parcial en el caso de centrales menores a 20 MW (Maldonado y Herrera, 2007).
- › Ley N° 20018, de 26 de julio de 2006: también conocida como “ley corta II”, estableció un mecanismo de licitaciones para asegurar el abastecimiento de energía a las empresas de servicio público de distribución para períodos largos y a precio fijo. A su vez, a los pequeños generadores que utilizan ERNC se les asignó el derecho a suministrar el 5% del suministro total licitado por las distribuidoras al precio de nudo promedio resultante de las licitaciones, todo ello en el mercado regulado (Maldonado y Herrera, 2007). A su vez, el Decreto N° 244 de 2006, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, reguló la participación de los medios de generación no convencionales dentro del sistema previsto en la Ley General de Servicios Eléctricos, luego de las modificaciones incorporadas por las leyes 19940 y 20018.
- › Ley N° 20257, de 1 de abril de 2008: La normativa tuvo por objeto crear incentivos para la generación de ERNC, buscando mayor estabilidad y seguridad en el suministro eléctrico, así como el cumplimiento de los acuerdos y compromisos adoptados por parte del Estado con la adscripción de Chile a la OCDE. Dentro de las medidas más destacables de esta ley, se puede identificar la obligación de toda empresa eléctrica con más de 200MW de capacidad instalada de suministrar un porcentaje variable de sus ventas anuales con ERNC. Tal porcentaje va desde un 5% a partir de enero de 2010, aumentando un 0,5% anual, hasta lograr un 10% en 2024. Esta energía puede ser producida por la misma empresa o comprada a otros generadores con excedentes de ERNC. Además, la obligación rige tanto para el mercado regulado como para el mercado no regulado. Por su parte, la Ley 20698 del año 2013 –también conocida como ley 20/25– dispuso que: 1) en el caso de los contratos suscritos a partir del 1 de julio de 2013, la obligación será del 5% al año 2013, con incrementos del 1% a partir del año 2014, hasta llegar al 12% el año 2020, e incrementos del 1,5% a partir del año 2021 hasta

llegar al 18% el año 2024, y un incremento del 2% el año 2025, para llegar al 20% el año 2025. Además, dispuso que 2) para dar cumplimiento a la obligación contenida en la Ley 20257, “el Ministerio de Energía deberá efectuar licitaciones públicas anuales, para la provisión de bloques anuales de energía provenientes de medios de generación de energía renovable no convencional. Para estos efectos, el Ministerio de Energía efectuará hasta dos licitaciones por año en caso de que el bloque licitado no sea cubierto en su totalidad”.

- › Ley N° 20.571, de 22 de marzo de 2012: Introdujo modificaciones a la legislación eléctrica, con el objetivo de “estimular la producción de generación eléctrica residencial, [...], estableciendo descuentos en el pago del consumo eléctrico” (Historia de la Ley 20571), norma que entró en vigor el pasado 6 de septiembre, con la dictación de su reglamento. Esta modalidad de incentivo, conocida como “net billing”, consiste en el reconocimiento del derecho de los usuarios finales sujetos a fijación de precios que dispongan para su propio consumo de equipamiento de generación de energía eléctrica por medios renovables no convencionales, a inyectar la energía que generen de esta forma a la red de distribución a través de los respectivos empalmes. Para poder hacer uso de este derecho, el usuario final debe tener una capacidad instalada que no supere los 100 kilowatts y la valorización de la inyección de energía debe hacerse al precio que los concesionarios de servicio público de distribución traspasan a sus clientes, regulados de conformidad con la regla general del artículo 158 de la Ley General de Servicios Eléctricos. De esta forma, la valorización será el precio de nudo de energía que las empresas distribuidoras deben traspasar mensualmente a sus clientes finales sometidos a regulación de precios, incorporando las menores pérdidas eléctricas de la empresa distribuidora asociada a estas inyecciones de energía. Esta valorización, a su vez, debe incorporar las menores pérdidas eléctricas de la empresa distribuidora asociadas a las inyecciones de energía efectuadas por el equipamiento de generación.

Las inyecciones de energía valorizadas de la manera señalada, deben ser descontadas de la facturación correspondiente al mes en el cual se realizaron las inyecciones. De haber un excedente a favor del cliente, se debe imputar y descontar de las facturaciones subsiguientes. Si al término del contrato quedan remanentes a favor del usuario que no hayan podido ser descontados de facturas, deben ser pagados al cliente por la empresa distribuidora.

Por último, la energía inyectada de esta forma puede ser considerada por las empresas eléctricas que efectúen retiros de energía desde los sistemas eléctricos con capacidad instalada superior a 200 megawatts, para los efectos del cumplimiento de la obligación prevista en la denominada “Ley 20/25”.

La estructura de incentivos que se ha dispuesto por este conjunto normativo puede ser definida en tres ámbitos identificables. El primero, consiste en los intentos por reducir los costos de ingreso al sistema; el segundo, a través de una participación obligatoria para el suministro de energía eléctrica hacia las empresas distribuidoras. Por último, a través de una reducción del precio de la energía eléctrica para el usuario final que puede autoabastecerse a través de ERNC. Si bien estos aspectos pueden ir en la dirección correcta, se puede destacar que el costo del uso de ERNC aún recae mayormente en los consumidores. A pesar de la reciente introducción del mecanismo de

*net billing* al sistema, el usuario o cliente final debe realizar una inversión que aún puede ser excesivamente alta en relación con el beneficio que pueda obtener en el corto o mediano plazo. Ello puede ser especialmente complejo en la Región de Antofagasta, debido a la necesidad de contar con la infraestructura necesaria para dar soporte a paneles fotovoltaicos en los techos, así como en la complejidad que supone la mantención de los mismos en zonas áridas.

Por otra parte, falta todavía una mayor intervención del Estado en la reducción de costos de generación de ERNC, a través de una estructura de financiamiento en materia de I+D+i en materia de tecnologías de generación eléctricas por vías renovables no convencionales, como una forma de abaratar los costos de instalación y de generación. En este contexto, la percepción de los actores es de una falta de concordancia entre las estrategias de desarrollo regionales y las líneas de financiamiento de instituciones como CONICYT, “lo que genera un desfase entre la estrategia nacional de I+D y la estrategia regional de desarrollo” (Panel I de 13 de junio de 2014).

### **Normas específicas aplicables a proyectos de generación eólica**

En los últimos años, la energía eólica se ha convertido en la fuente de energía más dinámica, incrementando varias veces su capacidad instalada, tanto a nivel nacional como mundial. De acuerdo a datos del CIFES de noviembre de 2014, existen proyectos eólicos aprobados por más de 2.000 MW de potencia eléctrica proyectada para la II Región, lo que demuestra la creciente importancia que han tenido las inversiones en ERNC en esta zona. A la fecha, sin embargo, existe sólo un parque eólico en operación en la Región de Antofagasta, de capacidad de 90 MW<sup>(15)</sup>.

Sin embargo, la legislación nacional carece de normativa específica aplicable a los proyectos de energía eólica, más allá de las disposiciones ambientales, territoriales y específicas relativas a ERNC.

A nivel de propuestas, se encuentra detenido en el Congreso la tramitación de un proyecto de ley específico en materia de energía eólica. Este, sin embargo, se encuentra limitado a la regulación de la generación de energía eólica *onshore*, esto es, sobre la tierra, sin abordar la generación de energía eólica *offshore*, esto es, generación de energía eólica marítima (Quinzio, 2013).

### **Normativa específica aplicable a proyectos de generación de energía solar**

Respecto de la energía solar, la Región de Antofagasta presenta condiciones óptimas para el desarrollo de este tipo de energía. De acuerdo a datos proporcionados por el CIFES, a noviembre de 2014 son más de 3.700 MW de potencia proyectada aprobados para la Región de Antofagasta en el marco del SEIA en energía solar fotovoltaica, que se suma a 860 MW aprobados en materia de energía por concentración solar. En las regiones XV y I, por su parte, se encuentran aprobados proyectos solares fotovoltaicos por más de 1.600 MW de potencia proyectada<sup>(16)</sup>.

15 Chile. Ministerio de Energía, Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (2014). Recuperado de <http://cifes.gob.cl/wp-content/uploads/downloads/2014/11/Status-ERNC.pdf>

16 Chile. Ministerio de Energía, Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (2014). Recuperado de <http://cifes.gob.cl/wp-content/uploads/downloads/2014/11/Proyectos-SEIA-ERNC.pdf>

Desde el punto de vista de incentivos al uso de este tipo de energía, sólo se puede identificar el crédito tributario para las empresas constructoras para la instalación de sistemas solares térmicos en bienes corporales inmuebles destinados a la habitación construidos por ellas, dispuesto en la Ley 20365. Al margen de esta disposición, no existe un desarrollo normativo en la materia, más allá del marco general en materia de ERNC. Tampoco existen proyectos en tramitación en el Congreso Nacional respecto de incentivos al uso de este tipo de energía, ni tampoco en relación con fondos específicos para I+D+i en materia de generación de energía solar.

### ***Normas específicas aplicables a proyectos de generación geotérmica***

Dentro del marco del SEIA, sólo es posible identificar un proyecto aprobado en materia de generación geotérmica en la Región de Antofagasta, que no se encuentra en operación<sup>(17)</sup>. Ello también puede ocurrir debido a que no existe una norma expresa que exija que los proyectos de energía geotérmica ingresen al SEIA. En efecto, en aquellos casos en que las centrales geotérmicas tengan una capacidad menor a 3 MW, quedan excluidas de la evaluación de impacto ambiental obligatoria. Además, es discutible que las centrales de energía geotérmica puedan constituir un proyecto de desarrollo minero, en los términos del artículo 10 letra i) de la Ley 19.300,

La normativa en la materia está constituida principalmente por la Ley 19.657 sobre Concesiones de Energía Geotérmica, del año 2000, que se aplican, además de energía geotérmica; a las concesiones y licitaciones para la exploración<sup>(18)</sup> o la explotación<sup>(19)</sup> de energía geotérmica; a las servidumbres que sea necesario constituir para la exploración o la explotación de la energía geotérmica; a las condiciones de seguridad que deban adoptarse en el desarrollo de las actividades geotérmicas; a las relaciones entre los concesionarios, el Estado, los dueños del terreno superficial, los titulares de pertenencias mineras y las partes de los contratos de operación petrolera o empresas autorizadas por ley para la exploración y explotación de hidrocarburos, y los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas, en todo lo relacionado con la exploración o la explotación de la energía geotérmica, y; a las funciones del Estado relacionadas con la energía geotérmica (Art. 1).

La ley define la energía geotérmica como “aquella que se obtenga del calor natural de la tierra, que puede ser extraída del vapor, agua, gases, excluidos los hidrocarburos, o a través de fluidos inyectados artificialmente para este fin” (Art. 3). Además, la define como un bien del Estado, susceptible de ser explorada y explotada, previo otorgamiento de una concesión. Dicha concesión, puede

17 Chile. Ministerio de Energía, Centro para la Innovación y Fomento de las Energías Sustentables (2014). Recuperado de <http://cifes.gob.cl/wp-content/uploads/downloads/2014/11/Proyectos-SEIA-ERNC.pdf>

18 De acuerdo al artículo 6 inciso segundo de la Ley 19657, la exploración “consiste en el conjunto de operaciones que tienen el objetivo de determinar la potencialidad de la energía geotérmica, considerando entre ellas la perforación y medición de pozos de gradiente y los pozos exploratorios profundos. En consecuencia, la concesión de exploración confiere el derecho a realizar los estudios, mediciones y demás investigaciones tendientes a determinar la existencia de fuentes de recursos geotérmicos, sus características físicas y químicas, su extensión geográfica y sus aptitudes y condiciones para su aprovechamiento”.

19 De acuerdo al artículo 6 inciso final de la Ley 19657, la explotación “consiste en el conjunto de actividades de perforación, construcción, puesta en marcha y operación de un sistema de extracción, producción y transformación de fluidos geotérmicos en energía térmica o eléctrica. En consecuencia, la concesión de explotación confiere el derecho a utilizar y aprovechar la energía geotérmica que exista dentro de sus límites”.

ser de exploración<sup>(20)</sup> o de explotación<sup>(21)</sup>, y puede solicitarse directamente, o bien a través de una licitación pública<sup>(22)</sup>. Para este fin, debe realizarse una distinción entre la energía geotérmica de fuentes probables<sup>(23)</sup> y de fuentes no probables. Las primeras se encuentran en el Decreto Nº 142 del año 2000, del Ministerio de Minería, que identifica las fuentes probables de energía geotérmica. Aquellas que no se encuentran en dicho decreto se entienden como fuentes no probables.

En este sentido, las concesiones sobre fuentes probables de energía geotérmica deberán ser otorgadas por el Ministerio de Energía siempre previa la convocatoria de una licitación pública (Art. 16 inciso primero). Respecto de las fuentes no probables, pueden ser objeto de concesión de exploración o de explotación en su caso sin necesidad de convocar una licitación pública.

Actualmente, se encuentran en tramitación tres proyectos de ley que dicen relación con la energía geotérmica. El primero de ellos (Boletín Nº 7730-12 del año 2011), tiene por objeto contemplar una norma expresa que obligue a las actividades o proyectos de exploración y explotación de energía geotérmica a someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, de acuerdo a los términos de la Ley 19300. Los restantes (Boletines 6379-08 y 7162-08) tienen como objetivo agilizar los procedimientos de entrega de concesiones de exploración y de explotación de la geotermia y asegurar que los concesionarios efectúen los trabajos de exploración y de explotación que correspondan, entre otras cuestiones.

### **Normativa aplicable a FHNC**

Sin duda, el recurso hídrico es escaso en la región de Antofagasta y tanto el consumo humano como la utilización industrial han aumentado exponencialmente. Una de las principales formas de hacer frente a tal necesidad ha estado dada por la instalación de plantas desaladoras, que han tenido un crecimiento sostenido en las últimas décadas en la Región. No obstante ello, cabe mencionar que existen otras medidas que han dado muy buenos resultados, como aquellas que apuntan al ahorro y la reutilización de aguas en sede industrial, así como proyectos no concretados de trasvase interregional.

20 Su Artículo 4, inciso segundo, define la exploración como “el conjunto de operaciones que tienen el objetivo de determinar la potencialidad de la energía geotérmica, considerando entre ellas la perforación y medición de pozos de gradiente y los pozos exploratorios profundos. En consecuencia, la concesión de exploración confiere el derecho a realizar los estudios, mediciones y demás investigaciones tendientes a determinar la existencia de fuentes de recursos geotérmicos, sus características físicas y químicas, su extensión geográfica y sus aptitudes y condiciones para su aprovechamiento”.

21 El artículo 4 inciso tercero define la explotación como “el conjunto de actividades de perforación, construcción, puesta en marcha y operación de un sistema de extracción, producción y transformación de fluidos geotérmicos en energía térmica o eléctrica. En consecuencia, la concesión de explotación confiere el derecho a utilizar y aprovechar la energía geotérmica que exista dentro de sus límites”.

22 De acuerdo a datos del Ministerio de Energía, hasta abril de 2012 se encontraban vigentes 67 concesiones de exploración geotérmica, y 6 de explotación. 82 solicitudes de exploración se encontraban en trámite, mientras que solo una concesión de explotación se encontraba en trámite.

23 Por fuentes probables de energía geotérmica se entienden los afloramientos espontáneos de aguas que contengan calor del interior de la tierra y el área geográfica circundante que no exceda de las 100,000 hectáreas para las concesiones de exploración ni de 20,000 hectáreas para concesiones de explotación (Art. 16 inciso tercero).

Parece previsible que este tipo de proyectos aumentarán en capacidad y en número, dada la natural escasez del recurso hídrico en el desierto de Atacama, el crecimiento de la población y la creciente demanda por parte de la industria minera. Estimamos que ello hace necesaria la formulación de un conjunto normativo coherente y sistemático que permita afrontar de mejor manera estos desafíos. Desde un punto de vista ambiental, entendemos que se deben seguir desarrollando tecnologías y estudios que permitan controlar de mejor manera los residuos que la actividad de desalación genera, especialmente en el caso de la salmuera. Con carácter general, la mejor forma de tratar la salmuera como residuo suele ser su vertido al medio acuático marino a través de dispersores, que deben tener la capacidad suficiente para no alterar la salinidad natural del mar, y con ello afectar el ecosistema de la zona de vertido.

En efecto, aunque la salinidad es una característica natural del agua de mar, su desviación de los niveles normales de la zona de descarga puede dañar el medio marino y provocar un cambio en la composición y abundancia de las especies presentes en las comunidades (Jiménez y Díaz-Romeral, 2007). Al margen de los problemas ambientales, se hace necesaria una regulación que sea capaz de enfrentar los problemas jurídicos que plantea la desalación, tales como la naturaleza jurídica de la extracción del agua de mar<sup>(24)</sup> y su apropiabilidad, así como el régimen jurídico del agua resultante del proceso de desalación. Para ello, se debe tomar en consideración que es un agua artificial, por lo que en principio no tendría que seguir el mismo régimen jurídico que el agua de mar. Es necesario determinar en qué supuestos el agua desalada es privada y en cuál es pública, y cuál es su incidencia sobre la planificación hidrológica nacional (Jiménez, 2003).

La reutilización de aguas, por su parte, debe entenderse como un componente intrínseco del ciclo del agua, ya que mediante el vertido de efluentes a los cursos de agua y su dilación con el caudal circulante, las aguas residuales han venido siendo reutilizadas tradicionalmente por tomas de agua abajo del punto de incorporación al cauce. Este es el proceso de reutilización indirecta, que debe distinguirse del proceso de reutilización directa, que es aquella en la que el segundo uso se produce a continuación del primero, sin que entre ambos el agua se incorpore a ningún cauce público (Pérez y Sánchez, 2011).

Es conocido que una recuperación de calidad suficiente y la posterior reutilización de las aguas residuales permiten incrementar los recursos hídricos disponibles y minimizar el impacto ambiental que su disposición ocasiona (López y Melgarejo, 2007). De esta forma, y especialmente tratándose de zonas áridas como la II Región, se hace necesario un mayor incentivo en la investigación y desarrollo de esta técnica. No existe una regulación específica en la normativa nacional, más allá de los estándares que debe cumplir el agua para su uso potable. Es necesario que la regulación en la materia también pueda comprender los estándares que sean aplicables para todos los usos posibles del agua depurada, y las condiciones higiénicas y ambientales que en cada caso se debe cumplir.

---

24 Consideradas bienes nacionales de uso público de conformidad con el Código Civil.



### ***Normas específicas aplicables a proyectos de desalación de agua oceánica y a la reutilización de aguas***

Actualmente hay seis proyectos de desalación de agua oceánica aprobados en el SEIA en la II Región. Cabe agregar que se encuentra en estado de calificación ambiental la actualización y ampliación de la planta desaladora La Chimba. Ello da cuenta de la creciente importancia de la actividad de desalación en la región. En materia de reutilización de aguas solo ha sido posible identificar un proyecto aprobado dentro del SEIA, consistente en la planta de potabilización, planta de tratamiento de aguas servidas y nuevo campamento MEL.

Más allá de la normativa general de interés ambiental aplicable a los proyectos de desalación y de reutilización, no existe en nuestro sistema regulatorio una norma específica aplicable a los procesos de desalación y de reuso, así como tampoco normas que generen incentivos a las inversiones en este ámbito. Sin embargo, actualmente existen en proceso de tramitación dos proyectos de ley en el Congreso Nacional que tienen por objeto obligar a las empresas mineras con una extracción determinada de agua a incorporar el uso de agua desalada en sus procesos productivos.

El primero de ellos (Boletín 8006-08), tiene por objeto obligar al explotador minero cuya extracción de agua exceda los 200 l/s. a incorporar el uso de agua desalada a partir del año 2016, así como a disminuir su extracción de los afluentes superficiales y subterráneos utilizados actualmente. El segundo proyecto (Boletín 9185-08) tiene por objeto obligar a las empresas mineras cuya extracción de agua superen los 150 l/s a incorporar la desalación de aguas marinas a sus procesos productivos. Ambos proyectos se encuentran en primer trámite constitucional.

La única normativa específica aplicable a los proyectos de desalación se puede encontrar en el Decreto Nº 1199, de 2005, del Ministerio de Obras Públicas, el cual establece que, entre los antecedentes que debe contener la solicitud de concesión para establecer, construir y explotar servicios públicos sanitarios, se debe acreditar la calidad de las fuentes de abastecimiento. En este ámbito, señala que será admisible como fuente de abastecimiento el agua proveniente del mar, mediante su desalación acreditada con un informe técnico y con la autorización de las autoridades correspondientes. En lo demás, aplica la legislación general de interés ambiental, así como las normas sanitarias aplicables a otros sistemas de captación y generación de agua potable y las relacionadas con los estándares que debe cumplir el agua, ya sea para consumo humano, o bien para uso agrícola o industrial.

Las restantes normas dicen relación con bienes nacionales de uso público. En efecto, el artículo 595 del Código Civil dispone que todas las aguas –entre las que se incluyen las marítimas– pertenecen a esta categoría. En el Art. 5º del Código de Aguas de 1981 (CA) se establece claramente que las aguas son un bien nacional de uso público y se otorga a los particulares el derecho de aprovechamiento de ellas en conformidad a las disposiciones que dicho ordenamiento establece. Al respecto, cabe mencionar que, de acuerdo con el Art. 589 del Código Civil, se llaman bienes nacionales aquellos cuyo dominio pertenece a la nación como un todo. Este agrega, en su inciso 2º que si su uso pertenece a todos los habitantes de la nación, se llamarán bienes nacionales de uso público o bienes públicos. El espíritu del legislador fue, al igual que en materia minera, otorgar al

Estado el dominio exclusivo de todas las aguas terrestres y marítimas, otorgando a los particulares el aprovechamiento de ellas. Sin embargo, el Código de Aguas solo norma las aguas terrestres del país, no las aguas de mar.

Corresponde al Ministerio de Defensa Nacional, Subsecretaría de Marina, el control, fiscalización y supervigilancia de toda la costa y del mar territorial de la República (D.F.L. N° 340, de 1960). Es facultad privativa del Ministerio de Defensa y de la Dirección General del Territorio Marítimo y de Marina Mercante (Directemar), el conceder el uso particular, en cualquier forma de los terrenos de playa, de las playas, rocas, porciones de agua, fondo de mar, dentro y fuera de las bahías. Por lo anterior, para invertir y operar una instalación desaladora de agua de mar, se requiere de una concesión marítima (CM) otorgada por el Ministerio de Defensa (MD). Toda concesión marítima tiene como límite máximo un plazo de 50 años, sin perjuicio de su renovación (Arts.3° y 5° Reglamento CM). Más específicamente, una CM se entiende como aquella cuyo plazo de otorgamiento excede de diez años, o involucra una inversión superior a las 2.500 UTM.

El proceso de obtención de permisos para el uso del borde costero puede ser un obstáculo importante en la tarea de la diversificación de la matriz hídrica. De acuerdo a la percepción de los actores en la materia, “se generan demoras para concesiones marítimas de entre dos y tres años, debido a que para la concesión se debe presentar una serie de estudios más allá de la [resolución de calificación ambiental]. Muchas veces existe una inconsistencia entre la [resolución de calificación ambiental] y la concesión marítima, transformándose esta última en un verdadero estudio de impacto ambiental nuevo” (Panel N° 1 de 13 de junio de 2014).

### ***Normativa ambiental común a los proyectos ERNC y FHNC***

Tanto los proyectos de ERNC mayores a 3 MW<sup>(25)</sup> como las líneas de transmisión eléctrica de alto voltaje<sup>(26)</sup> deben ser sometidos al SEIA, de acuerdo a lo previsto en el artículo 10 letras b) y c) de la Ley 19300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente.

Por su parte, en el caso de los proyectos de desalación y reuso de agua, estos ingresan al SEIA en tanto se consideran proyectos de saneamiento ambiental, tales como sistemas de alcantarillado y agua potable, y plantas de tratamiento de aguas o de residuos sólidos de origen domiciliario, en los términos del artículo 10 o) de la Ley 19300, Además, la construcción de acueductos que requieran someterse a la autorización establecida en el artículo 294 del Código Sanitario también deben entrar en el SEIA (Artículo 10 letra a de la Ley 19300). El procedimiento contenido en dicha ley contempla dos vías por las cuales el proyecto puede ser evaluado: 1) a través de una Declaración de Impacto Ambiental (en adelante “DIA”), o, 2) a través de un Estudio de Impacto Ambiental

---

25 En el caso de proyectos de generación de energía menores a 3 MW, el procedimiento de evaluación de impacto ambiental es voluntario.

26 Se entiende por línea de transmisión eléctrica de alto voltaje aquellas que conducen energía eléctrica con una tensión mayor a 23 kilovoltios (Art. 3, b.1) del Reglamento del SEIA).

(en adelante “EIA”). Esta última exigencia se produce en los casos en que el proyecto se encuentre dentro de las hipótesis contempladas en el artículo 11 de la Ley 19300<sup>(27)</sup>.

Así, los proyectos de ERNC y FHNC deben acreditar el cumplimiento de la normativa ambiental general como sectorial, a través del procedimiento de evaluación de impacto ambiental y presentar, en su caso, las medidas de mitigación necesarias para dicho cumplimiento. Desde el punto de vista procedimental, el SEIA constituye una técnica que, a través de una metodología determinada, y sobre la base del espacio geográfico en que se encuentra emplazado el proyecto o la actividad, introduce elementos multidisciplinarios que permiten predecir de forma más o menos precisa los efectos que el proyecto o actividad pueda provocar en el medio ambiente, tanto en las etapas de construcción, operación y abandono, en términos tales que puedan establecerse mecanismos de reducción, compensación o reparación de las consecuencias ambientales que se generen en el medio natural, artificial, sociocultural, o en sus interacciones (Guzmán, 2012).

Desde el punto de vista de la Ley 19300, el SEIA constituye un instrumento de gestión conformado por un procedimiento a cargo del Servicio de Evaluación Ambiental que determina si el impacto ambiental de una actividad o proyecto se ajusta a las normas vigentes. Cabe destacar que el procedimiento de evaluación de impacto ambiental *per se* no constituye un instrumento que tenga por objeto fomentar actividades o proyectos ambientalmente sostenibles, sino que sólo busca que los proyectos o actividades cumplan con la normativa ambiental definida tanto a nivel legislativo como reglamentario. A la vez, se debe señalar que el procedimiento de evaluación de impacto ambiental comprende una amplia gama de normas y estándares, tanto generales como sectoriales, que el proyecto debe cumplir y que no necesariamente dicen relación directa con la actividad de ERNC o FHNC a desarrollar.

Por lo tanto, la normativa general de interés ambiental es muy amplia y variada, de manera que en esta sección individualizaremos aquellas que pueden afectar el funcionamiento de los proyectos de ERNC y FHNC que se analizarán en lo sucesivo.

Así, en una primera aproximación a la normativa aplicable a los proyectos o actividades de ERNC y FHNC, podemos sostener que no existe una normativa específica, –dentro del marco del SEIA– que deba cumplir o presentar el proponente del proyecto. La normativa nacional es neutra en el contexto de la evaluación del impacto de un proyecto o actividad de ERNC o de FHNC, en el entendido de que un proyecto de esta naturaleza no prefiere, dentro del sistema normativo ambiental, un proyecto de generación eléctrica convencional o uno de fuentes hídricas convencionales. Como se ha dicho *supra*, el sistema de evaluación de impacto ambiental tiene por objeto verificar que se dé cumplimiento a la normativa relativa al medio ambiente, y no constituye un instrumento de incentivo a la generación de energía mediante recursos renovables no convencionales, así como tampoco un incentivo para proyectos o actividades de fuentes hídricas no convencionales.

---

27 Cabe mencionar que en el caso que el proponente del proyecto decida someter el mismo a un DIA, debe justificar la inexistencia de los efectos, características o circunstancias del artículo 11 que pueden dar origen a la necesidad de efectuar un EIA (Artículo 12 letra b) de la ley 19.300,

En la misma línea de análisis, todo proyecto o actividad que deba entrar al SEIA a través de un DIA o un EIA puede estar sujeto a la obligación de obtener los permisos ambientales sectoriales, los que han sido recientemente sistematizados en el Nuevo Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Decreto 40 de 2012, del Ministerio de Medio Ambiente). Esta regulación se encuentra en los artículos 107 y siguientes y, dependiendo de la actividad que se realice, o en el emplazamiento en el que se vaya a ejecutar, requiere las autorizaciones de acuerdo a los requerimientos establecidos en dicho reglamento. Adicionalmente, cada instalación desaladora debe cumplir con lo previsto en la Ley 20417 que, en su Art. 8°, establece que, sin perjuicio de los permisos o pronunciamientos sectoriales, siempre se requerirá el informe del Gobierno Regional, del Municipio respectivo y la autoridad marítima competente, cuando corresponda, sobre la compatibilidad territorial del proyecto presentado. Toda propuesta de inversión de una desaladora, con cualquier fin, debe contar con este informe favorable respecto de su compatibilidad territorial.

El Reglamento del SEIA hace una distinción entre los permisos ambientales sectoriales de contenidos únicamente ambientales, frente a los permisos mixtos, que son aquellos que tienen contenidos ambientales y no ambientales. En el caso de los primeros, “la Resolución de Calificación Ambiental favorable dispondrá su otorgamiento por parte de los órganos de la Administración del Estado con competencia ambiental, bajo las condiciones o exigencias que en la misma se expresen” (Art. 108). En el caso de los permisos ambientales sectoriales mixtos, la Resolución de Calificación Ambiental favorable certificará que se da cumplimiento a los requisitos ambientales de dichos permisos. El Reglamento también establece una tercera categoría, denominada “pronunciamientos”, que sólo se aplica a la calificación de instalaciones industriales y bodegaje. El pronunciamiento únicamente será exigible para aquellos proyectos o actividades emplazados en áreas reguladas por un instrumento de planificación territorial en el cual se impongan restricciones al uso de suelo en función de dicha calificación (Art. 161 del Reglamento).

### ***Consideraciones generales respecto de la normativa descrita, y líneas de discusión***

Con carácter general, las normas de incentivo a la generación de energía por medios renovables no convencionales han tenido un desarrollo sostenido a nivel nacional durante los últimos años. A nivel legislativo, se puede apreciar un importante esfuerzo en incorporar progresivamente las ERNC a la matriz energética. Ello, sin embargo, no ha tenido un correlato en las normas de incentivo a la diversificación de la matriz hídrica en zonas de extrema aridez, como es el caso de la Región de Antofagasta. Por el contrario, de acuerdo al diagnóstico realizado, las acciones tendientes hacia la diversificación de la matriz hídrica se han producido, en buena parte, por la escasez del agua dulce, y por la estructura de mercado que gobierna las aguas continentales, lo que ha obligado al sector privado a buscar alternativas de abastecimiento seguro.

En materia específica de ERNC, la incorporación del mecanismo de *net billing* puede constituir un hito en la percepción que se puede tener en el futuro acerca de la generación de energía –especialmente solar y eólica–, dado que hasta la dictación del reglamento de la Ley 20571, la inyección de energía al sistema se hacía a través de grandes generadores. Por primera vez, se permite a pequeños generadores inyectar energía al sistema. Sin embargo, la limitación prevista de 100 kilowatts de

capacidad instalada puede dejar fuera de la posibilidad de participar de este mecanismo a ciertos clientes regulados cuya superficie de operación permite instalar una capacidad mayor. Con ello, solo se cumple parcialmente el objetivo de diversificar la matriz energética a través de mecanismos renovables no convencionales. Si el objetivo es diversificar la matriz energética a través de la introducción de ERNC, el mecanismo de *net billing* debe entenderse como un primer paso hacia la ampliación de la capacidad instalada necesaria para operar en el sistema. Este es un aspecto especialmente sensible para la Región de Antofagasta, que tiene un mayor potencial de aporte en la generación de energía, especialmente a través de energía solar.

En el caso específico de esta región, se debe estudiar la capacidad de infraestructura existente, especialmente para la instalación de paneles fotovoltaicos, ampliando el apoyo existente para la adecuación de los techos domiciliarios que permitan la carga de esta infraestructura.

Otro aspecto a tener presente es que la estructura de incentivos existentes no ha dado el resultado esperado para el uso de ERNC en la minería (en tanto clientes libres), así como para la generación de energía por medios solares o eólicos, que son aquellos que tienen mayor potencial en la Región. Así, “el impulso a la generación de ERNC se ha concentrado en las centrales de pasada [que se compra en el Sistema Interconectado Central, y no en el Sistema Interconectado del Norte Grande], que son las más baratas dentro de las ERNC” (Panel I, 13 de junio de 2014). En este sentido, una brecha relevante que se habría de superar consiste en que la meta del aumento de las ERNC en el SING puede conseguirse comprando esta clase de energía en un sistema distinto del que se consume.

En materia ambiental, la neutralidad que presenta el sistema de evaluación de impacto ambiental, así como la estructura de permisos ambientales sectoriales, puede significar una traba en materia de los costos asociados a los proyectos de ERNC, en la medida en que los mismos permisos requeridos para la instalación de una central de tamaño pequeño son los requeridos para la instalación de una central de tipo convencional, aunque sea de tamaño mayor, lo que aumenta considerablemente los costos por la gestión de dichos permisos, lo que constituye una barrera de entrada normativa para nuevos generadores que operan mediante recursos renovables no convencionales.

## Conclusiones

El fomento de la inclusión de ERNC a la matriz energética, así como el suministro de agua para fines sanitario, industrial y minero en una región desértica, como lo es Antofagasta, no puede lograrse solamente por la acción del mundo privado. La comunidad demanda una mayor participación del Estado en la planificación estratégica relativa al abastecimiento del recurso hídrico y del suministro de energía, que sea seguro, razonablemente económico y limpio.

Desde un punto de vista institucional, la comunidad demanda una mayor participación en las decisiones y una mirada territorial en el diseño de la gobernanza de temas críticos para el desarrollo regional. A mayor abundamiento, la planificación estratégica en materia de agua y energía debe ser desarrollada con una mirada territorial, teniendo presente la diversidad de realidades existentes en

el país. Este aspecto es muy relevante en materia de diversificación de la matriz hídrica, teniendo presente que en la Región de Antofagasta el agua es vital para el desarrollo de la industria minera, motor del desarrollo nacional.

Desde el punto de vista normativo, los avances que se han descrito en materia de fomento a las ERNC no han logrado penetrar de forma relevante en la Región. Muchos proyectos de ERNC aprobados en el sistema de evaluación de impacto ambiental no han sido construidos, cuestión que preocupa, teniendo en cuenta el potencial existente para el desarrollo de este tipo de energía en la Región. A su vez, las barreras de ingreso de las ERNC al SING no han logrado ser levantadas por completo, a pesar de los esfuerzos constatables. El enfoque mercantilista que tiene la legislación eléctrica, junto con la estructura del mercado de generadores y clientes libres en la Región de Antofagasta, dificulta el ingreso de ERNC al sistema. La Agenda propuesta por el Gobierno debiera suponer un paso importante para una mayor inclusión de ERNC a la matriz energética, pero debe ser concretada con una mirada estratégica de largo plazo, que mejore los incentivos para la inversión en ERNC desde sus primeras etapas y que incentive a la vez una mayor investigación y desarrollo de tecnologías que permitan suministro de energía más barato, continuo y seguro mediante ERNC.

En materia de desalación y reuso de aguas, falta una legislación que aclare los aspectos de propiedad sobre las mismas, así como también un mayor incentivo al desarrollo de tecnologías que permitan mitigar los impactos ambientales que la desalación genera.

Según se ha visto, un enfoque interdependiente entre agua y energía en la Región habrá de permitir un adecuado equilibrio entre el desarrollo del sector industrial y minero, con una mirada de sustentabilidad a largo plazo. Esta mirada debe incluir aspectos de gobernanza multinivel, en que la toma de decisiones que impactan a la Región sea con participación de todos los actores, dentro de una planificación estratégica que responda a los intereses nacionales, regionales y locales.

## CAPÍTULO 6

### GOBERNANZA PARA LA SUSTENTABILIDAD EN EL USO Y GENERACIÓN DE ENERGÍA Y RECURSOS HÍDRICOS

#### **Gobernanza Multinivel en Agua y Fuentes Hídricas No Convencionales**

Un estudio reciente de la OCDE, *Gobernabilidad del Agua en América Latina y el Caribe: un enfoque multinivel (2012)*, nos permite conocer innovaciones sobre el desafío que implica la gobernanza en trece países de América Latina, entre ellos, Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Perú y la República Dominicana. El objetivo es hacer un aporte a quienes toman las decisiones respecto del uso del agua, así como un diagnóstico de obstáculos para una efectiva coordinación a través de los actores públicos y distintos niveles de gobierno.

El concepto de gobernanza multinivel aborda los problemas de las interdependencias en la formulación de políticas de múltiples órdenes de gobierno (local, regional, provincial/estatal, nacional, internacional, etc.) y entre sectores gubernamentales. Este enfoque permite examinar de qué manera los actores públicos manejan sus preocupaciones, cómo se toman las decisiones y cómo se compromete a los responsables de las políticas en políticas efectivas de rendición de cuentas.

Por tanto, se considera la gobernanza del agua como un marco político, institucional y administrativo para la gestión de los recursos hídricos tanto en América Latina como en las distintas regiones que la componen.

#### **Modelos de gobernanza en América Latina**

Una política pública del agua es decisiva para asegurar el acceso universal al agua para todos. Es una cuestión de seguridad humana y un indicador primordial de la determinación de los gobiernos para prestar servicios básicos.

En el informe anteriormente nombrado se identifican herramientas que permitan conocer los problemas o las brechas que debilitan la gobernanza del agua: 1) el mapeo institucional, 2) el diagnóstico de brechas de gobernabilidad, 3) la identificación de instrumentos para la coordinación y la formación de capacidad y, finalmente, 4) las directrices para una gestión efectiva de gobernanza en múltiples niveles.

Con respecto a las brechas en gobernanza del agua podemos encontrar, en común, el poco interés y participación por parte de los usuarios del agua y una falta de personal y capacidad técnica a nivel central y, sobre todo, a nivel regional. Las temáticas relevantes ya no son sólo asegurar la cuestión hidrológica y el financiamiento, sino que también una buena gobernanza.

También encontramos objetivos comunes entre los países de América Latina; ya que se busca evidencia que permita la relación entre las estructuras de gobernanza para la gestión del recurso hídrico y el rendimiento de los resultados de las políticas en torno al agua. Una iniciativa nombrada es generar mecanismos de gobernanza que puedan hacer frente a la fragmentación institucional, como la complementariedad intersectorial.

Finalmente, se debe mencionar que existen diversos desafíos claves en la implementación de una gobernanza del agua. Estos incluyen un elevado grado de fragmentación territorial e institucional; falta de capacidad de los actores locales o de capital humano especializado, débiles marcos normativos, regulatorio, de integridad y transparencia; asignación de recursos, rendición de cuencas endebles, objetivos, estrategias y mecanismos de vigilancia de políticas poco claras, así como también un clima de inversión impredecible. Estas problemáticas, según la OCDE (2012), se vuelven particularmente serios debido a las características intrínsecas del sector del agua, que suelen combinar variadas brechas de gobernanza en comparación con otras áreas, como la energía, por ejemplo.

En los países de América Latina se pueden identificar tres grandes modelos de gobernanza, los cuales reflejan los grupos de los sectores de los niveles central y regional involucrados. No obstante, los tres modelos afrontan los desafíos anteriormente nombrados en gobernanza y ninguno es idóneo (OCDE, 2012).

**Figura V.3**  
*Modelos de gobernanza del agua en América Latina*

MODELOS DE GOBERNANZA	CARACTERÍSTICAS	BRECHAS
MODELO 1	Cuenta con múltiples actores en el nivel central y pocos implementadores a nivel regional. Entre ellos podemos encontrar a Chile, Costa Rica, El Salvador.	Necesidad de coordinación entre ministerios o secretarías y entre órdenes de gobierno.
MODELO 2	Cuenta con múltiples actores tanto en el nivel central como en el regional. Entre ellos, podemos encontrar a Brasil, México y Perú.	Necesidad de coordinación entre los ministerios o secretarías, entre órdenes de gobierno y entre actores locales.
MODELO 3	Cuenta con pocos actores en el nivel central y múltiples autoridades regionales, podemos encontrar también en esta categoría a México, Argentina y Panamá.	Necesidad de coordinación entre actores regionales y entre órdenes de gobierno.

**Fuente:** Gobernabilidad del Agua en América Latina y el Caribe: un enfoque multinivel (OCDE, 2012)

Las principales brechas en recursos hídricos podrían impedir la coordinación e implementación efectivas de una política integral del agua. Se identifican las siguientes brechas que aumentan la crisis en la gobernanza de recursos hídricos OCDE (2012):



- › Brechas en políticas públicas: se dan donde la fragmentación de funciones y responsabilidades está debilitada, donde se han establecido autoridades nacionales del agua, mientras una multiplicidad de interlocutores a nivel central dificulta en la práctica el diseño y la implementación coherente de las políticas públicas del agua, impactando significativamente a los actores locales y regionales.
- › Brechas en rendición de cuentas: existe falta de interés público y poca participación de las asociaciones de usuarios del agua en la formulación de las políticas públicas.
- › Brechas en financiamiento. No es un principal obstáculo en el diseño de políticas integrales del agua. Sin embargo, podemos destacar un desajuste entre el financiamiento ministerial y las responsabilidades administrativas constituye un desafío significativo.
- › Brechas en las capacidades: aspecto definido como un gran obstáculo para implementar de manera efectiva las políticas del agua. Esto porque no sólo existen necesidades con respecto al conocimiento técnico y al especializado, sino también a la falta de capital humano.
- › Brechas en información: es otro gran obstáculo para la implementación efectiva de políticas públicas en gobernanza del agua; en general, existe información fragmentada, transparente, actualizada, al igual que la dispersión. Estos son cuellos de botellas importantes entre los ministerios o secretarías.
- › Brechas administrativas, como falta de coincidencia entre las zonas administrativas y las fronteras hidrológicas, no obstante que se hayan creado entidades de gestión de cuencas fluviales. Con frecuencia las municipalidades sólo consideran sus propias perspectivas y planes al ejercer sus presupuestos, y la inexistencia de un enfoque integral.
- › Brechas de objetivos: finalmente, se dan al tratar de lograr un equilibrio entre las metas a menudo encontradas en las áreas financieras, económicas, social y ambiental, a fin de poder aplicar colectivamente las políticas del agua. Por ende, la coherencia de políticas entre sectores resulta decisiva, ya que las políticas de desarrollo regional, administración de tierras, agricultura e incluso energía también inciden en la demanda del agua.

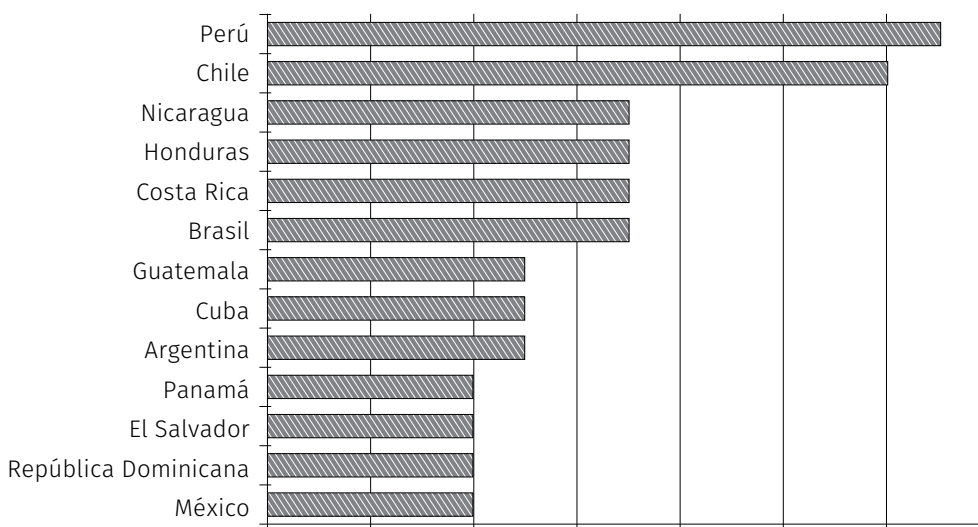
### ***Modelo de gobernanza del agua en Chile y en la Región de Antofagasta***

Actualmente, en Chile se ha emprendido un proceso de transición desde la gestión del agua basada en el aprovechamiento, hacia un sistema de gestión del agua integrada de cuencas hidrográficas. Algunos aspectos a considerar como parte de este desafío y que pueden ser consideradas como fortalezas al momento de conducir al país hacia este sistema integrado y sustentable radican en que: 1) se defina un marco normativo que asegure la tenencia del agua para su aprovechamiento, 2) un incremento en la generación de información integrada, y 3) un aumento de la coordinación intersectorial e interinstitucional en la gestión del agua. La incorporación legal de la gestión

integrada de cuencas significa, por tanto, un desafío nacional que requiere, por sobre todo, una verdadera voluntad política de descentralización (Retamal, 2013).

En Chile existen dos modalidades de administración de las aguas. Por un lado, está una administración de tipo institucional centralizada, en la que el papel más importante lo realiza la Dirección General de Aguas en conjunto con otros 43 organismos vinculados a la gestión del agua en Chile. Por otro, existe una administración descentralizada en la que se gestiona a partir de la titularidad de derechos (organizaciones de usuarios) (Donoso, 2014).

**Figura V.4**  
*Número de autoridades que participan en la formulación de políticas públicas del agua a nivel del gobierno central*  
 13 PAÍSES DE AMÉRICA LATINA ESTUDIADOS (OCDE, 2012)



**Fuente:** Gobernabilidad del Agua en América Latina y el Caribe: un enfoque multinivel (OCDE, 2012)

Según este recuadro formulado por la OCDE, existen múltiples entidades centrales que intervienen en las políticas del agua en Chile. Esto quiere decir que hay un elevado número de entidades centrales que participan del diseño, implementación y vigilancia de las políticas del agua.

**Tabla V.1**  
*Principales entidades que intervienen en políticas del agua en Chile*

ENTIDAD O INSTITUCIÓN	FUNCIONES
1. Ministerio de Salud	Responsable de supervisar los estándares de calidad del agua y las regulaciones industriales en el sector industrial.
2. Dirección General de Aguas - DGA	Responsable de la gestión de recursos hídricos en aras de la sostenibilidad, el interés público, la distribución eficaz y la difusión de información.
3. Dirección de Obras Hidráulicas	Responsable de la infraestructura para aprovechar eficazmente los recursos hídricos y proteger a la población de inundaciones y otros desastres.
4. Superintendencia de Servicios Sanitarios	Responsable de determinar las tarifas de los servicios de agua potable y saneamiento. En cuanto a las concesiones, trabaja con el proveedor de servicios del sector privado para garantizar la calidad de éstos y vigilar los líquidos residuales que producen los parques industriales.
5. Ministerio del Medio Ambiente	Responsable de trabar con otros ministerios y entidades para la formulación de leyes y criterios medioambientales, en particular respecto de la gestión, el uso y la explotación de los recursos naturales.
6. Programa de Agua Potable Rural	Lo puso en marcha el Ministerio de Obras Públicas y tiene como propósito abastecer de agua potable a las áreas rurales.
7. Comisión Nacional de Riego	Responsable de temas relacionados al riego, desde el diseño de políticas públicas hasta el aprovisionamiento de infraestructura.
8. Comisión Chilena del cobre	Desarrolla e implementa y supervisa las políticas de explotación de los recursos naturales, incluidas aquellas para la gestión del agua en el sector minero.

**Fuente:** Gobernabilidad del Agua en América Latina y el Caribe: un enfoque multinivel (OCDE, 2012).

Para una formulación de políticas del agua, se requiere de una acción conjunta entre el gobierno central y los actores regionales para diseñar, regular e implementar las etapas de dichas políticas. Esto, por tanto, implica superar los obstáculos de coordinación entre órdenes y/o instituciones de gobierno.

**Figura V.5**  
*Categorías tentativas en Chile y América Latina*

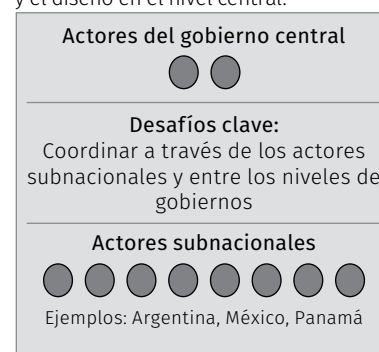
**CATEGORÍA 1:** Los instrumentos de gobernabilidad multinivel deben ofrecer un enfoque integral y contextualizado en el nivel territorial.



**CATEGORÍA 2:** Los instrumentos de gobernabilidad multinivel deben integrar la participación de diferentes actores en los niveles central y subnacional.



**CATEGORÍA 3:** Los instrumentos de gobernabilidad multinivel deben integrar especificaciones multisectoriales y territoriales en la planeación estratégica y el diseño en el nivel central.



**Fuente:** Gobernabilidad del Agua en América Latina y el Caribe: un enfoque multinivel (OCDE, 2012).

Una de las brechas importantes de observar está en la necesidad de una mejor coordinación y descentralización a nivel nacional en la formulación de políticas del agua entre ministerios y entidades públicas del gobierno central. Estos obstáculos son definidos por la OCDE (2012) como la falta de personal y tiempo, la falta de interés ciudadano en políticas pública, entre otros, que se presentan a continuación.

**Figura V.6**  
*Principales obstáculos para una buena gobernanza a nivel central*



Fuente: Gobernabilidad del Agua en América Latina y el Caribe: un enfoque multinivel (OCDE, 2012)

**Fortalezas del actual modelo de gobernanza del agua en Chile**

Se identificaron las siguientes fortalezas (Retamal, 2012) en el actual modelo de gobernanza del agua en Chile:

Existe un marco normativo que asegura la tenencia del agua para usos productivos. Se percibe que la información integrada y que sustenta la toma de decisiones se ha incrementado. Este avance es valorado mundialmente ya que se reconoce la relación entre los usos productivos del agua y

los usuarios respectivos, permitiendo definir arreglos institucionales que aseguren la tenencia del agua para su aprovechamiento y para generar los incentivos para evitar la sobre-explotación.

Por otra parte, se han evidenciado y promovido iniciativas de coordinación intersectorial e interinstitucional en la gestión del agua y para enfrentar el cambio climático. Se puede observar que se ha avanzado desde una legislación que pasó por alto el ciclo hidrológico para la asignación de derechos de agua y no considera las interacciones entre los sistemas eco-sociales para la utilización de usos prioritarios.

### ***Debilidades del actual modelo de gobernanza del agua en Chile***

Se identificaron las siguientes debilidades (Retamal. 2012) en el actual modelo de gobernanza del agua en Chile:

- › El análisis realizado permitió sugerir que una herramienta eficiente en el sector productivo, como el mercado del agua, no es necesariamente eficiente en todos los posibles (no) usos del agua, y que las mejoras en cuanto a inclusión y democratización al interior de las OUAs y futuros organismos de cuencas son inconsistentes con los acuerdos multilaterales.
- › Debe existir una lógica de incorporar otras valoraciones para promover el uso de disciplinas capaces de recoger esa información subjetiva e integrada, e incluirlas a la hora de tomar decisiones. La integración de las visiones de usuarios será de mucha relevancia para definir estrategias de adaptación al cambio climático, ya que ellos conocen a cabalidad la dinámica eco-social de la cuenca en la que habitan e interaccionan.

### ***Gobernanza del agua en la Región de Antofagasta y/o a nivel territorial***

Como parte de los lineamientos estratégicos que el Banco Mundial ha considerado como desafíos para realizar una gestión pública de recursos hídricos para la Región de Antofagasta (Banco Mundial, 2011) podemos encontrar:

- › Proteger los derechos de agua de los grupos vulnerables
- › Mantener la seguridad hidráulica de los derechos de aguas
- › Integrar la gestión de cuencas y fomentar la participación de los grupos interesados
- › Mejorar la resolución de conflictos

Con respecto al punto cuatro, sobre la gobernanza del recurso hídrico en la Región de Antofagasta, el Banco Mundial plantea las limitaciones institucionales, indicando la necesidad de fortalecer las capacidades de la institución para que ésta pueda desarrollar sus funciones actuales de una manera adecuada, debido a que se asume que existe falta de personal y recursos financieros. Además se

plantea que “la DGA también enfrenta problemas de autonomía, autoridad, presencia a nivel local, y conflictividad para cumplir su mandato con éxito” (Banco Mundial, 2011).

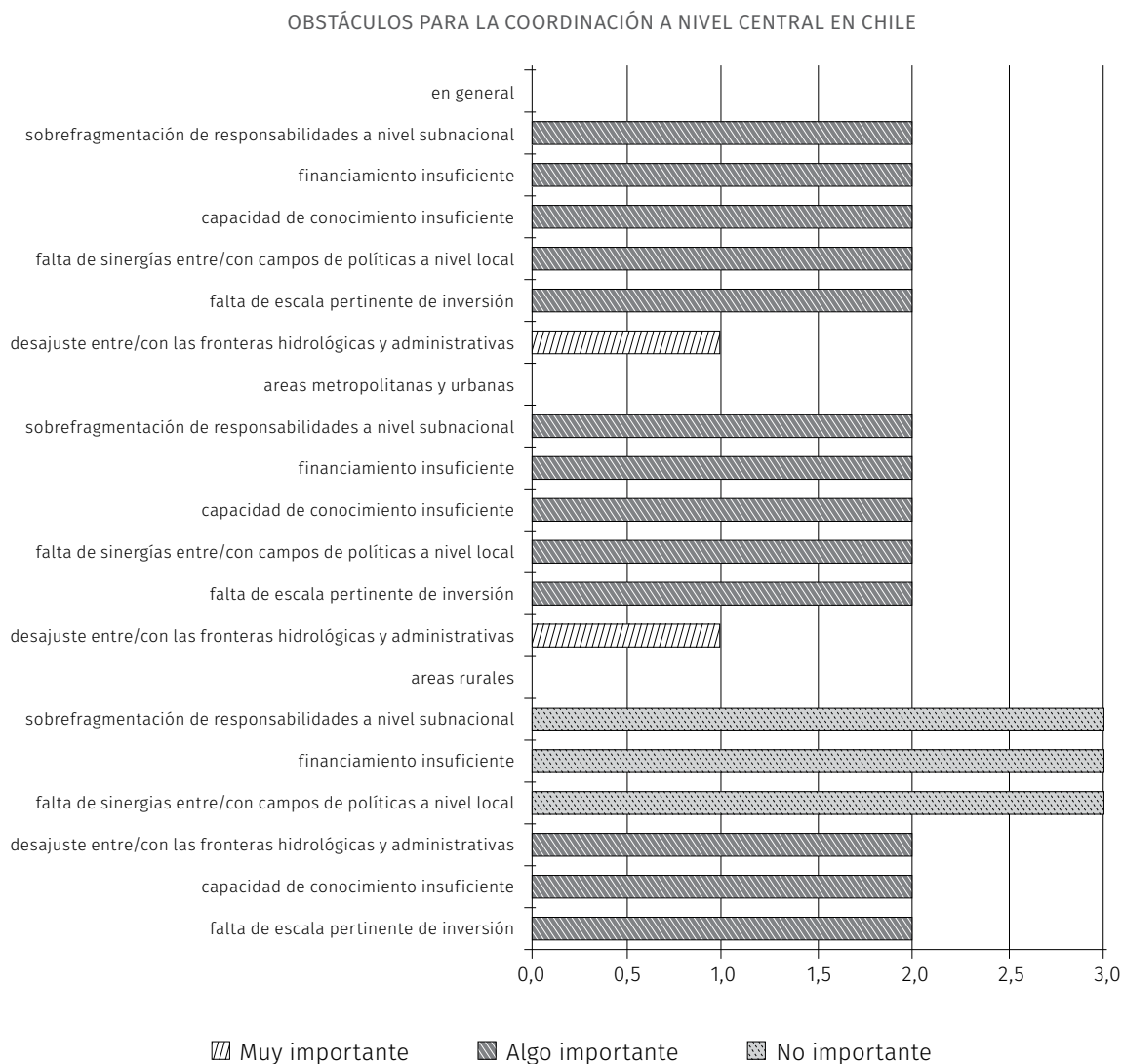
La insuficiente autonomía se asocia a que la institución, primero, posee designaciones político-partidistas, por lo cual se producen remociones arbitrarias de los titulares de la DGA y, en segundo lugar, a que ella no cuenta con fuentes de financiamiento independiente, debiendo soportar las fluctuaciones del presupuesto nacional. En términos de autoridad, se indica que la DGA no posee el nivel jerárquico adecuado ni la autoridad suficiente para relacionarse con todos los entes implicados en los recursos hídricos (ministerios, gobiernos locales, sector privado) (Banco Mundial, 2011).

En términos regionales, se indica que la presencia a nivel local no es adecuada ni en la cantidad ni la calificación del personal, siendo insuficiente para supervisar, por ejemplo, las organizaciones de usuarios de agua y entregarles apoyo en los aspectos de administración, conocimiento y conducción legal (Banco Mundial, 2011).

En general, las asimetrías de poder existentes en el país hacen que el sector económico tenga mayores influencias sobre el entorno en el que se adoptan las autorizaciones y sobre las decisiones mismas. A consecuencia de esto, las comunidades se han visto mermadas en sus condiciones de vida y posibilidades de acción, siendo nuevamente las presiones y tendencias internacionales las que han permitido disminuir, en alguna medida, las brechas y/o desequilibrios existentes (Convenio 169 de la OIT).

El garantizar una “buena” gobernanza, por tanto, significaría promover la cooperación y los enfoques basados en la participación de los distintos actores, lo cual se convierte en un desafío objetivo. Se requiere avanzar en la superación de obstáculos que faciliten la capacidad y la coordinación a nivel territorial, para luego seguir avanzando en la construcción de un desarrollo del Plan Estratégico de la Gestión de los Recursos Hídricos de la Región de Antofagasta.

**Figura V.7**  
*Obstáculos para la formación de capacidad y la coordinación a nivel territorial*



**Fuente:** Gobernabilidad del Agua en América Latina y el Caribe: un enfoque multinivel (OCDE, 2012)

Por tanto, los principales desafíos en la formulación y funcionamiento de las políticas públicas en agua se centran en (OCDE, 2012):

- › Capacidad de los gobiernos locales y regionales.
- › Regulación económica.

- › Participación limitada de los ciudadanos.
- › Gestión de las capacidades en áreas rurales.
- › Gestión de áreas específicamente geográficas.
- › Asignación de recursos hídricos.
- › Aplicación de normas ambientales.
- › Coordinación horizontal y vertical con órdenes de gobierno.

A consecuencia de la escasez hídrica, se ha generado un escenario permanente de conflictos por el agua en el que los niveles de demanda han sido superados con respecto a la oferta de este recurso hídrico y, además, estratégico para la región. Esto ha traído consigo un escenario de alta complejidad en la que distintos actores con diferentes intereses han afectado la disponibilidad (cantidad) y la composición química (calidad) del recurso hídrico en tanto que, en el lapso de los últimos 50 años, se ha generado, por ejemplo, un riesgo a la subsistencia de los pueblos agro-pastoriles e indígenas de la región (DGA. 2012).

Por ejemplo, podemos observar que la preocupación de las comunidades indígenas en el norte está en la amenaza que representan en sus territorios hídricos las explotaciones, alumbramientos y explotación de aguas subterráneas, cuestión que abre un gran debate sobre el futuro de estas comunidades y los derechos de agua de los pueblos indígenas (DGA. 2012). Todo esto, sin dejar de lado la gestión de esta agua para el cuidado de la diversidad ambiental, que tiene directa conexión con la flora y fauna propia del territorio.

El recurso hídrico es escaso y la multiplicidad de actores aumenta, por tanto, los conflictos sociales. Se trata este tema de un componente importante de la propia gobernanza del recurso hídrico, pues podemos encontrar actores de distintos sectores, como son la industria minera, las productoras y distribuidoras de agua, las comunidades indígenas y el Estado, a través de los diversos organismos públicos en el marco del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, entre los cuales la Dirección General de Aguas es un actor relevante.

### ***Gobernanza en Energía y en Energía Renovable No Convencional***

Con respecto al recurso energético en Chile, desde hace 40 años se han trasladado las competencias del sector público al privado, en relación a su gestión. Si bien el Estado ha creado diversas instituciones que abordan la gestión eficiente de la energía, no se han observado cambios con respecto a la gobernanza entre los actores sociales.

Este esquema ha propiciado fallos dentro del mercado. Uno de los más urgentes es la asimetría de información y poder entre lo público y lo privado; es decir, no existe una horizontalidad respecto



a la información que relevan los actores privados frente al tema energético, lo que dificulta aún más la intervención del Estado para corregir y generar nuevos espacios de inclusión para todos los actores que desean intervenir en el diseño de una política energética de cara a la emergente complejidad que presenta la región, el país y el mundo.

Una notoria asimetría de poder genera una concentración en sólo algunos actores, principalmente económicos, caracterizados porque monopolizan actividades, mientras no existe un Estado que corrija las desviaciones producidas a partir de la lógica de funcionamiento de un sistema vital para el desarrollo regional (CCTP, 2011).

### ***Modelo de la Gobernanza en energía***

En el contexto de una matriz energética poco diversificada, con costos de la energía elevados y falta en la capacidad de planificación y generación de estrategias en el mediano y largo plazo, resaltan algunos aspectos que devienen de una estructura de propiedad, agrupada en tres conglomerados empresariales principales, E-CL (GDF Suez), Gener (AES GENER) y Gas Atacama (CMS Energy y ENDESA).

Según el propio diagnóstico, tenemos como resultado que las opciones de generación y suministro energético se manejan en base a las capacidades económicas de estas tres empresas, dejando de lado la posibilidad de potenciar estrategias que permitan diversificación, considerando que más del 99% de las fuentes energéticas en el SING provienen desde termoeléctricas y gas natural, y en ocasiones, teniendo estas fuentes energéticas altos costos no sólo económicos, sino también socio-ambientales.

Si pensamos en términos ambientales o incorporamos la idea de un desarrollo sustentable ligado a la lógica ambiental, podemos concluir que la renovación e implementación de otras fuentes tecnológicas tiene un margen de acción limitado. Finalmente, las empresas tienden a inclinarse por aquellos proyectos que remitan mayores utilidades y menores costos.

Este modelo ha tenido grandes impactos en la democratización de las estrategias para el funcionamiento del sistema. En este sentido, el Estado se ha mantenido al margen de cualquier decisión, estando incluso marginado de la celebración de contratos entre empresas de generación, transmisión y distribución. Estas transacciones son poco transparentes y generan una falta de información importante sobre el funcionamiento del mercado. Este elemento se visualiza de mejor manera al analizar la función del Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC), principal organismo encargado del mantenimiento (tanto SING como SIC) y funcionamiento del sistema, el cual está controlado en su directorio por las empresas que participan en el mercado y sólo un representante de los clientes no regulados (clientes libres). Esta situación no se repite en otros países, en donde las CDEC constan de organizaciones ajenas al empresariado y que actúan de manera independiente (CCTP, 2011).

Estos elementos son visibles al momento de analizar las características del funcionamiento del mercado y el rol de las empresas y el Estado en este nicho. Sin embargo, al momento de incorpo-

rar otros actores, como la sociedad civil, se evidencia en muchos casos una desvinculación de las demandas locales y las posteriores manifestaciones.

Se observa que el caso de la gobernanza del agua en Chile es opuesto al de la gobernanza de la energía, dado que se intenta posicionar al Estado como actor principal de coordinación y gestión del recurso hídrico, mientras que lo energético es regulado y coordinado en su mayoría por el mercado, dejando al Estado en un rol parcial. Mientras la falta de participación ciudadana se refleja en que esta se da sólo en ámbitos de consulta, se reduce el empoderamiento de los actores locales en la toma de decisiones y, aún más, se debilita la coordinación de estrategias a mediano y largo plazo en el ámbito energético.

Según (Román, 2012) el cambio fundamental que se debe realizar es manejar nuestro sistema eléctrico como sistema y no simplemente como un conjunto de generadoras asociadas a consumos específicos. Especifica algunas oportunidades respecto de los gobiernos locales:

- › Posibilidad de generación eléctrica conectada a red (net - metering) por sistemas eólicos o solares.
- › Mejorar la gestión eléctrica a nivel local, coordinando y desarrollando acciones de capacitación y formación de capital humano

### ***Actores y gobernanza en energía***

Desde otro punto de vista, la gobernanza también se expresa a partir de los dispositivos legales e institucionales que orientan las relaciones de poder entre los diferentes actores, ya sean políticos, económicos o sociales (Burhenne-Guilmin y Scanlon, 2004; Fontaine, 2010). De esta manera, tratándose del tema energético, se convoca una valoración del régimen general que no deja de presentar encuentros con el marco sectorial, como medio ambiente y procesos de consulta a poblaciones indígenas (Fontaine, 2010).

Este último aspecto, en las últimas décadas, y gracias a la ratificación del Convenio 169 de la OIT, ha levantado fuerza y debe ser considerado al momento de introducir en el territorio proyectos de distinta índole, dentro de los cuales los energéticos tienen amplia cabida.

Tal y como se ha mencionado anteriormente, la gobernanza energética en Chile ha estado, principalmente, guiada por la vía de la regulación del mercado (Fontaine, 2010). En términos generales, la entidad gubernativa en la materia es el Ministerio de Energía.

No obstante, por su relación con otros usos de suelo, también suele apearse a normas sectoriales a partir de las que se despliegan otros actores de interés y canales para la toma de decisiones en el desarrollo y manejo del recurso.

El modelo de energía en Chile requiere de un modelo de diálogo en torno a su gobernanza multi-sectorial que responda a todas las aristas que significa la eficiencia energética en el país. Se deben

contemplar temas que son considerados importantes, como, por ejemplo, los abordados en la plataforma de diálogo “Escenarios Energéticos Chile 2030 (EE)”. En ella se ha trabajado desde hace varios años en torno al análisis de los factores que posibilitarán el desarrollo del sector energético-eléctrico en Chile, gracias a múltiples procesos de diálogo multisectorial con base técnica que han permitido construir y poner en discusión pública diversos insumos (Escenarios energéticos, 2014).

Se acuerda que, con respecto a la capacidad técnica y la gobernanza desde una perspectiva multinivel, es posible aportar a los esfuerzos del país asociados a la Agenda Energética, avanzando en una materia. Se trata de una variable vital para construir las políticas que permitan un desarrollo armónico y eficiente de nuestra matriz energética (Escenarios energéticos, 2014).

Según ACERA, la Asociación Chilena de Energías Renovables, el valor de este ejercicio reside en “la metodología de discusión abierta y colaborativa entre personas con diferentes visiones sobre esta materia”. Se insiste en que, como resultado de este proceso y tal como ya ha ocurrido en procesos de discusión previos sobre otras materias del sector energético, al término del ejercicio de externalidades alcancemos un buen nivel de consenso sobre cuáles son las externalidades relevantes que permiten caracterizar a cada una de las fuentes de energía que usa nuestro país. Esa será una base de mucho valor para analizar escenarios de desarrollo energético futuro para Chile”.

No es posible hacer una política pública energética si no se ha concordado cuál es el modelo de gobernanza entre los actores que giran en torno al escenario energético. Por ejemplo, desde la perspectiva de lo privado en materia energética se tiende a generar una desconexión con la sociedad civil. El Estado actúa, por un lado, con un rol institucional, más que coordinador y fiscalizador, mientras el sector privado regula la demanda y oferta, poniendo sus propias reglas en un marco que, frente al actual escenario de gobernanza en temas energéticos, resulta cómodo.

Por ejemplo, la participación del Estado en el sector eléctrico se encuentra ajeno a cualquier intervención en cuanto al desarrollo y planificación de proyectos que involucran la matriz energética nacional y regional. En este sentido, el dónde, cómo y cuándo están en manos de las empresas, dejando al Estado solo labores de fiscalización y planificación de carácter indicativo. Por lo tanto, si pensamos en términos ambientales o incorporamos la idea de un desarrollo sustentable ligado a la lógica ambiental, la renovación e implementación de otras fuentes tecnológicas tiene un margen de acción limitado, debido a las condiciones que hoy en día se mantienen entre los actores. Finalmente, las empresas tienden a inclinarse por aquellos proyectos que remitan mayores utilidades y menores costos (Diagnóstico, 2014)

Este modelo ha tenido grandes impactos en la democratización de las estrategias para el funcionamiento del sistema. En este sentido, el Estado se ha mantenido al margen de cualquier decisión, estando incluso marginado de la celebración de contratos entre empresas de generación, transmisión y distribución. Estas transacciones son poco transparentes y generan una falta de información importante sobre el funcionamiento del mercado. Este elemento se visualiza al analizar la función del Centro de Despacho Económico de Carga (CDEC), principal organismo encargado del mantenimiento del sistema (tanto SING como SIC) y funcionamiento de estos. Está controlado en su directorio por las empresas que participan en el mercado y sólo un representante de los clien-

tes no regulados (clientes libres). Esta situación no se repite en otros países, en donde las CDEC constan de organizaciones ajenas al empresariado y actúan de manera independiente (CCTP, 2011).

La democracia y participación juegan un rol importante tanto para la continuidad de cualquier proyecto energético como para la confianza en el proyecto por parte de los actores impactados. Por lo tanto, resulta urgente introducir la gobernanza, y esta la entendemos como la expresión *“a partir de los dispositivos legales e institucionales, que orientan las relaciones de poder entre los diferentes actores, ya sean políticos, económicos o sociales”* (Burhenne-Guilmin y Scanlon, 2004: 84).

Existe un consenso generalizado –en el discurso– de que el medio ambiente hay que cuidarlo y de que a la matriz energética hay que descarbonizarla. Empresarios, expertos, funcionarios, políticos y ambientalistas están abiertos hacia las fuentes renovables de energía. En realidad, las alternativas técnicas no son sólo técnicas sino socio-técnicas y, por ende, políticas.

En la práctica, en términos de decisiones, todavía éstas parecen estar dominadas preferentemente por criterios económicos de competitividad y de rentabilidad de las inversiones en energía. En consecuencia, podríamos entregar como aporte la reflexión estratégica el tema de la sustentabilidad y de las energías renovables como variables centrales, dado que la discusión acerca de ellas está intrínsecamente ligada con el desafío de la gobernabilidad ya que precisamente los conflictos socioambientales surgen con mayor probabilidad en localidades donde se proyectan o ejecutan megaproyectos.

La falta de participación ciudadana efectiva –pues esta ha sido dejada sólo a ámbitos de consulta– deviene finalmente en una baja del empoderamiento de los actores locales en la toma de decisiones, y mucho menos, en la capacidad de una coordinación de estrategias a mediano y largo plazo en el ámbito energético.

## **Comunidad y Actores:**

### **Gobernanza regional del agua y la energía desde las percepciones**

#### ***El tema y su problemática***

En la Región de Antofagasta, las problemáticas de escasez y restricciones que impone el agotamiento de los recursos hídricos continentales, junto con los elevados niveles de carbonización y emisiones contaminantes debido a la elevada fosilización de la matriz energética, son procesos incrementales cuyos efectos se agudizan con la dinámica expansión de las actividades extractivas.

La complementariedad de ambos procesos, con sus efectos, son claves para la sustentabilidad presente y futura, como consecuencia de la estrecha vinculación de ambos ámbitos en el crecimiento económico y el desarrollo de largo plazo. Las limitaciones expuestas en los capítulos anteriores sobre la escasez de recursos hídricos continentales, junto con los efectos de la elevada fosilización

de la generación de energía, permite observar avances recientes en la incorporación de nuevas fuentes de diversificación facilitadas por avances normativos e institucionales.

Sin embargo, los avances en la diversificación de ambos ámbitos han sido muy graduales como para resolver las consecuencias ambientales y sociales, a la vez que débiles para el aprovechamiento de las ventajas de localización que ofrece la disponibilidad de agua de mar y de fuentes de energía renovable.

Sin duda, la región experimenta un importante atraso en ámbitos complementarios del desarrollo regional. Si bien la actual institucionalidad nacional ha experimentado escasos avances en cuanto a elevar el nivel de regulación en el caso de las aguas continentales, así como en la tarea de plantear incentivos y facilitar la incorporación de fuentes renovables en el sector energético, la región sigue observando rezagos en ambos ámbitos.

Tal como se ha descrito en el diagnóstico (capítulos 3 y 4), la arquitectura institucional que da forma a los sistemas energéticos, como el hídrico, es difusa. Las funciones son múltiples, se duplican y solapan a través de una multiplicidad de agencias públicas con escasos recursos humanos y financieros para planificar y regular ambos sectores. La actual arquitectura institucional es, más bien, un diseño que responde a la sumatoria de preferencias e incentivos individuales de los actores que son parte de ambos mercados.

En un contexto como el descrito, en donde los avances orientados a la incorporación de nuevas fuentes renovables no convencionales están rezagados en un contexto institucional difuso, en tanto que en donde la iniciativa está en manos de los actores del mercado, es importante explorar el papel que la escala subnacional, con sus actores y agentes, tiene en el actual escenario. Existe en este aspecto una opción de desarrollo que podría permitir abordar el desafío del desarrollo sustentable regional.

La gobernanza, entendida como la capacidad de coordinar, acordar, planificar intervenciones multiescala desde lo nacional a lo regional con inclusión de los intereses públicos, privados y la comunidad, resulta un enfoque fundamental para evaluar las posibilidades de un territorio de escala subnacional para gobernar de manera sustentable ámbitos críticos de su desarrollo.

Si bien los capítulos del diagnóstico describen el cuadro actual y las perspectivas futuras en ambos ámbitos, es importante plantearse si es posible en el actual escenario económico e institucional, acelerar la incorporación de fuentes renovables no convencionales y, al mismo tiempo, cuestionar los obstáculos, el papel de las agencias y de los actores en este desafío.

### ***Problemas y factores en agua y energía de acuerdo a la percepción de los actores***

Los actores y agentes asociados a los tres ámbitos que participaron de los sucesivos paneles de trabajo (Diagnóstico, Energía, Recursos Hídricos-Gobernanza e Instituciones) comparten en sus percepciones las principales líneas de problemas que señala el diagnóstico elaborado por el equipo

de expertos. Por una parte, se comparte el lento y escaso avance observado en la incorporación de nuevas fuentes no convencionales en la actual matriz energética. Por otra parte, se reconoce que la introducción de nuevas fuentes hídricas no convencionales es una tendencia robusta por parte de la industria, pero a la vez se asume que esta trayectoria no ha estado acompañada de devolución de los recursos de agua dulce al ecosistema regional. Ambos procesos tienen como causas y factores explicativos el déficit institucional de gobernanza y las prioridades que impone el mercado en estos ámbitos críticos del desarrollo regional.

### ***El mercado de la energía y el lento avance de nuevas fuentes no convencionales***

El mercado de la energía en el Norte Grande dispone de una sobrecapacidad de generación en base a fuentes convencionales para hacer frente a la demanda actual y de corto plazo. La incorporación de nuevas fuentes renovables no convencionales en la actual matriz es un escenario de desarrollo aún incierto. Tal como sintetiza la situación uno de los participantes:

“Haciendo un balance, es claro que hasta la actualidad nunca ha existido un déficit energético. La necesidad se describe según la mayor demanda proyectada. En teoría no hay que invertir... de aquí al 2018 está todo resuelto y además se debe considerar que la demanda minera está frenada...” (Panel N° 2, 23 de julio del 2014).

Y aunque se percibe como problemático el aumento de los precios de la energía en base a fuentes convencionales, esta no es aún una dimensión considerada problemática a escala regional, dado que numerosos contratos de largo plazo se realizaron a precios menores que los actuales.

Los entrevistados perciben al sector de las energías renovables como estrechamente dependiente en la actualidad de las condiciones del mercado energético en el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING). Tal como se describe en el diagnóstico, es un mercado de baja competencia, concentrado en pocos y grandes actores en los ámbitos de generación, transmisión y consumo, tal como se señala por parte de uno de los participantes del panel de trabajo:

“En este mercado el oligopsonio de la generación eléctrica tiene un impacto importante en las negociaciones con los clientes libres, como son las grandes mineras..., en la práctica negocian con el generador de energía más barato (carbón regularmente), quien a su vez compra energía a los restantes generadores para completar el déficit si es necesario” (Panel N° 1, 13 de junio del 2012).

En este contexto de un mercado dominado por pocas generadoras y grandes clientes libres, como es la industria minera, los incentivos para el desarrollo del potencial de energías renovables existentes en la región son escasos, dado que las normas sobre ERNC no han servido para abordar un mercado de estas características:

“Los costos adicionales de las generadoras se traspasan a los clientes libres para cumplir con el porcentaje de ERNC..., por ello el impulso por las ERNC se concentra en la compra a

centrales de pasada que no operan dentro del SING, y que son las más baratas de las ERNC..., y que no han beneficiado a los sistemas de generación por energía solar o eólica” (Panel N° 1, 13 de junio del 2012).

Junto con la concentración del mercado y los inadecuados incentivos las ERNC tienen un factor de planta bajo, que se traduce en un obstáculo para la incorporación de nuevos generadores al sistema, dado que esta condición les impide que puedan ir a licitaciones que exigen un suministro permanente, para energías que son altamente intermitentes.

Finalmente, se proyectan dos escenarios adicionales. Por una parte, el de una tendencia negativa en cuanto a que la interconexión SING-SIC en el futuro implique trasladar el superávit de energía del norte hacia el sur, subsidiando energéticamente a esa parte del país, quedando las externalidades negativas en la zona norte. Se señala que en la interconexión existe el riesgo de una situación de *green washing* que implique descarbonizar otras partes del país y no la región:

“El SING no tiene déficit de capacidad instalada; tiene instalada más potencia que la consumida y si existe interconexión puede que ocurra que el norte va a subsidiar al sur energéticamente..., quedando las externalidades negativas en la zona” (Panel N° 1, 13 de junio del 2012).

Otro entrevistado subraya la idea anterior:

“Sobre el tema GDF SUEZ y la interconexión, se debe destacar que esta funciona solamente en un solo sentido que va desde el SING al SIC; de este modo, la interconexión permitiría vender energía a proyectos generados en la Región de Atacama” (Panel N°2, 23 de julio del 2014).

Por otra parte, otro escenario que los participantes señalan y comparten con el diagnóstico es que las necesidades de energía segura, estable y a menores costos requieren que el desarrollo de las ERNC esté asociado al crecimiento de las energías convencionales:

“Las ERNC tienen un factor de planta bajo y son intermitentes; por lo tanto, se requiere tener reservas de energía para actuar rápidamente cuando no operan las ERNC. La respuesta más fácil es la entrada del diésel... que permite mantener un balance operativo, estable y seguro” (Panel N° 1, 13 de junio del 2012).

### **La problemática del agua: agotamiento y brechas de sustitución**

Una primera visión transversalmente extendida entre los participantes de los paneles es que la principal problemática hídrica que afecta a la región es la actual escasez y agotamiento de agua continental, situación que tiene efectos negativos sobre la sustentabilidad de los ecosistemas naturales y el desarrollo regional. La Región aprecia un deterioro grave del Río Loa, el conector ecológico de los ecosistemas, y la consecuencia de este fenómeno es la desaparición irrecuperable de humedales, bofedales y lagunas. Se trata de un diagnóstico que revela cómo se limitan las posibilidades de desarrollo de las comunidades, la agricultura y el turismo (Panel N° 1, 13 de junio del 2012).

Para los participantes es casi un consenso que el sector de los recursos hídricos regionales se caracteriza por ser un sistema extremadamente atomizado, que carece de información transparente y compartida. Es, por tanto, un mercado que funciona de manera extremadamente imperfecta al estar basada en la sumatoria o la agregación de preferencias y decisiones de agentes individuales. Lo señalado ha provocado un déficit sistémico que se expresa en sobre-extracción, agotamiento, especulación y distorsiones que amenazan la sustentabilidad (Panel N° 3, 28 de agosto del 2014).

Una tercera problemática es la existencia de una institucionalidad centralizada, dispersa, con escasas capacidades para planificar, coordinar, regular, conocer y fiscalizar al sector de los recursos hídricos. Son numerosas las afirmaciones que describen la escasa capacidad de las agencias públicas para recolectar y analizar información integral y fidedigna. Por lo tanto, el sector público no es un componente que permita una eficiente toma de decisiones y de gestión de un recurso que se encuentra agotado y es crítico para la sustentabilidad del territorio.

Para los informantes, la situación que afecta al agotamiento de los recursos hídricos de agua dulce continental y subterránea en la región, es producto de la combinación de mercado imperfecto con inexistencia de un rol activo, estratégico e indicativo del sector público. Una situación idéntica se extrapola hacia la incorporación de fuentes hídricas no convencionales, como es el caso del agua de mar, o desalada en las actividades productivas.

Una cuarta tendencia comparte la noción de que la minería, como principal actividad extractiva de recursos hídricos continentales, está realizando un importante avance en inversiones que permiten la incorporación de nuevas fuentes hídricas, como la desalación de agua de mar. Es una tendencia que se ha venido robusteciendo, de acuerdo a las cifras del diagnóstico, junto con reconocer la realización de importantes esfuerzos por parte del sector privado en el reuso del agua en sus actividades productivas.

Sin embargo, a pesar del aumento en la incorporación de nuevas fuentes no convencionales, como el agua de mar en cuanto insumo para los procesos de expansión, no existe en la actualidad una obligación por parte de la industria de liberar ni reducir la presión actual sobre los caudales de agua dulce, tal como lo señala uno de los participantes:

“Se debe considerar que las mineras van a mantener el consumo de caudal y las nuevas necesidades se asocian al agua desalada...” (Panel N° 3, 28 de agosto del 2014).

Y se subraya:

“Las localidades esperan que las empresas devuelvan el agua a los acuíferos... va a existir una desalación consolidada hacia el 2020..., pero si bien se soluciona una parte de la problemática, aún quedan los conflictos sociales, pues las comunidades esperan que se devuelvan las aguas... El conflicto social va a permanecer a pesar de la consolidación de la nueva matriz ¿cómo resolver eso?” (Panel N° 3, 28 de agosto del 2014).



En resumen, el agua de mar es una nueva fuente que está en un proceso de incorporación. Sin embargo, su incorporación no reemplazará la demanda por agua dulce, sino que solo vendrá a cubrir el aumento de la demanda hídrica impulsada por la expansión de la producción o las menores leyes del mineral y, por lo mismo, no es dable esperar que se reduzca su uso ni su devolución, como tampoco que se reduzcan los impactos sobre las cuencas.

### ***Factores que inciden sobre las problemáticas, obstáculos y avances***

La ausencia de déficit energético en el corto plazo en un mercado concentrado en pocos actores de escasa competencia entre ellos, junto con las limitaciones que impone una institucionalidad energética promercado, hacen extremadamente complejo el panorama de incorporación de las ERNC sin una intervención activa sobre el actual régimen que predomina en el país y, por extensión, sobre la región.

Un primer elemento que se subraya frente a este contexto restrictivo a la incorporación de nuevas fuentes no convencionales es la necesidad de aplicar el concepto de la “territorialidad energética”. Es un concepto asociado al principio de que las ERNC deben producirse y comprarse en donde se requieren, por lo que se deben implementar políticas territoriales activas, con un horizonte de largo plazo que norme el uso, que establezcan nuevos mecanismos institucionales y de mercado, que faciliten el desarrollo, la generación y la compra de energía en el territorio en donde se necesita.

Lo señalado se sintetiza, según un panelista, en que “debe existir el compromiso, desde el consumidor al comprador, de generar y comprar ERNC en la Región...” (Panel N°2, 23 de julio del 2014).

El principio de la territorialidad energética de las ERNC debe estar incorporado a una planificación energética de la Región, según palabras de un participante del panel:

“Debe existir un ordenamiento territorial que fomente el uso de las ERNC, que impulse el desarrollo de políticas públicas regionales que potencien el desarrollo regional y de las ERNC, y que permita una bajada de la agenda energética nacional de acuerdo a las características regionales, después de evaluar alternativas, usos y adaptaciones según las condiciones del territorio” (Panel N°2, 23 de julio del 2014).

Un segundo factor que se describe son los obstáculos de mercado e institucionales para la incorporación de fuentes energéticas no convencionales, como son las elevadas restricciones que impone un mercado con escasas puertas de entrada para proyectos que comienzan desde cero. Se señala que instrumentos como las licitaciones y los contratos cerrados no son adecuados, profundizando las limitaciones para el ingreso de otras fuentes como son las renovables. Tal como señala uno de los presentes en el panel:

“Se pensó en las licitaciones como un mecanismo de mercado que facilitara la competencia, pero en la realidad las condiciones no se dan..., por los tiempos de licitación se favorece a los que tienen las capacidades instaladas... impidiendo el ingreso de nuevos generadores”. En el

caso de los contratos: “Estos son particularmente cerrados... así las empresas generadoras de energía tradicionales tienen más chances de adjudicarse los contratos con grandes empresas mineras, ya que poseen un mayor rango de negociación (...). Así, los generadores tradicionales no tienen los incentivos para cambiar su condición hacia fuentes no convencionales..., de ahí que se requiere importantes cambios en el sistema” (Panel N° 23, 23 de julio del 2014).

Un tercer componente se relaciona con el peso de los actores y de la participación. Se refiere a un sector compuesto de pocos oferentes y pocos grandes demandantes o clientes libres, en donde la toma de decisiones es centralizada y se realiza con criterio maximizador. Es un sector en donde el rol del actor público y de la ciudadanía es difuso, dado que predomina el principio de subsidiariedad y en él el ciudadano queda limitado a su papel de consumidor, el cual representa una participación menor del consumo de la energía.

Al respecto, la recuperación de un rol activo del Estado en la escala regional, junto con el fortalecimiento de la participación, es percibida como componentes esenciales de una agenda energética regional, “ya que de esta forma disminuye el poder de los proveedores al aumentar el número de actores...” (Panel N°2, 23 de julio del 2014).

Sin embargo, esta es una dimensión que los entrevistados perciben como problemática:

“Falta de lineamientos para la participación de todos los actores regionales. Existe una misma institucionalidad, pero en desacuerdo... Es necesario responder cómo se pueden abordar estas problemáticas de manera asociativa, considerando tanto el tema de la oferta como la demanda por energía. Sin embargo, las soluciones asociativas se dan en contextos de crisis, situación que se debería extrapolar a cualquier momento” (Panel N° 2, 23 de julio del 2014).

Para un conjunto de los entrevistados, la combinación del fortalecimiento de un papel activo del Estado y de la participación son elementos fundamentales para la elaboración de una planificación estratégica energética descentralizada. Esto alude a un conjunto de elementos actualmente disociados o ausentes que permitan generar condiciones que disminuyan barreras de entrada para la incorporación de nuevos actores, como las energías renovables a la generación energética, el fortalecimiento del desarrollo de ciencia y tecnología en las universidades regionales, pero particularmente incorporar y fortalecer los intereses de las comunidades en donde se insertan las actuales y nuevas iniciativas.

En este último aspecto se señala:

“En general, la comunidad observa las inversiones en la región como una fuente adicional de problemas sin mayor impacto positivo local, en vez de una mejora en la calidad de vida... La gente no percibe mejoras en su calidad de vida y surge el conflicto” (Panel N° 1, 13 de junio del 2014).

De ahí que:

“Frente a las relación con las comunidades, se requiere un rol del Estado que no sea solo subsidiado de las distintas iniciativas. Se requiere, para ello, de puentes de comunicación. Es labor del Estado informar a las comunidades y realizar una interpretación correcta de la normativa” (Panel N° 1, 13 de junio del 2014).

En resumen, a través de los paneles se comparte la necesidad de un rol más activo, menos subsidiario y descentralizado del Estado en el sector de las energías con capacidad para planificar, incorporar nuevos actores, disminuir barreras e incorporar a las comunidades científicas regionales, así como los intereses de las comunidades.

### ***El mercado imperfecto del agua***

En las diferentes discusiones de los paneles se configura una apreciación general sobre los factores que caracterizan y explican el funcionamiento del sector de los recursos hídricos. Se lo describe como un mercado atomizado, con escasa transparencia en la disponibilidad de la información, en donde existe una alta desconfianza entre los diferentes actores involucrados. Tampoco se observa un rol público con capacidad para abordar estos desafíos, no existe un sistema institucional con una mirada integradora, sino que predomina una lógica con racionalidad economicista e individualista.

Las agencias públicas con competencia en el sector hídrico son actualmente centralizadas y, adicionalmente, ocupan un rango secundario en la escala institucional que las contiene. Las funciones, como en el caso de los recursos hídricos, están diluidas, duplicadas y en permanente conflicto. Adicionalmente, carecen de recursos humanos y financieros para generar información y conocimiento, como para regular y fiscalizar el sector.

La falta de información transparente sobre la disponibilidad de recursos hídricos es un factor que se señala en los paneles, como variable relevante en la explicación sobre el mal desempeño del mercado del agua. La escasa transparencia sobre disponibilidad, uso o consumo del recurso es un tema que atraviesa a todos los usuarios, desde las grandes mineras a las comunidades indígenas:

“En el caso de las industrias, la información se maneja de manera reservada por fines estratégicos; en el caso de las comunidades, porque es parte de una estrategia de protección del recurso” (Panel N° 3, 28 de agosto del 2013).

Al respecto, uno de los participantes hace una comparación en relación con la información con el sector de la energía, expresando que “en energía, existe la obligación de entregar información incluso diariamente respecto del consumo; en cambio, en agua no existe nada similar” (Panel N° 3, 28 de agosto del 2013).

Un segunda variable, que caracteriza al sector, es la incapacidad de acción colectiva, lo cual se relaciona con la escasa capacidad de organización y de poner de acuerdo a los diferentes agentes que componen el sector hídrico. Al respecto, se describe por parte de los participantes la débil or-

ganización de las juntas de vigilancia, la inexistencia de un ente que organice y reúna a los actores que se relacionan con el agua para generar acuerdos y transparentar la información.

Al respecto, se señala como una necesidad para el sector el desarrollo de instancias de participación que reúnan a los actores y agentes del sector público, privado y la comunidad con el objeto de generar una visión compartida de largo plazo que permita generar una gestión integrada, inclusiva e informada de los recursos hídricos. Una instancia de participación, con un papel activo del sector público, podría permitir fortalecer una instancia descentralizada de acuerdos, tomas de decisiones y de la gestión del sector, a partir de acuerdos compartidos entre instancias multinivel y sus principales actores. A partir de este tipo de iniciativas, podría ser superada la atomización, las desconfianzas, la falta de información compartida, la descoordinación, la dispersión de funciones y de tomas de decisiones, la disminución de conflictos y de competencia entre usos alternativos con el objetivo de generar una gestión sustentable e innovadora de las fuentes hídricas convencionales y no convencionales, a una escala regional y descentralizada.

Al respecto, uno de los entrevistados señalaba:

“Las mesas regionales de agua eran provechosas, pero los cambios de gobierno las han desarticulado. Esas mesas eran solo de discusión, pero lograron impulsar iniciativas como CEIT-ZASA y otras medidas. Incluso, hubo comunicación entre macro zonas desde Arica a Copiapó. Se planteaba una institucionalización de todo esto, pero ahora este proceso está detenido” (Panel N° 3, 28 de agosto del 2014).

En el mismo sentido, se concluía que:

“Falta una mesa regional integrada por diversos actores para tener una institucionalidad válida para asegurar que funcione, y que el trabajo deje de ser voluntario y se deba a una responsabilidad validada. Es el momento de instalar una nueva institucionalidad regionalizada. En el Ministerio de Obras Públicas hay una sobrecarga de trabajo y no ha sido capaz de abordar correctamente el tema” (Panel N° 3, 28 de agosto del 2014).

Ejemplo de la necesidad de una instancia de coordinación es el desarrollo de articulación de soluciones descentralizadas para abordar problemáticas específicas relacionadas con la gestión de los recursos hídricos. Esta requieren generar desde la escala regional iniciativas de política pública que se conviertan en normativas, como fue el ejemplo de la elaboración de una normativa para abordar la contaminación lumínica de los cielos de la Región. Esfuerzos similares se podrían realizar para abordar adecuadamente temas como el reuso de las aguas tratadas, la sustitución de los derechos de agua dulce por desalación o los derechos de aguas residuales, entre otras materias.

Una tercera variable es la existencia de una institucionalidad regional centralizada con escasas capacidades para planificar, coordinar, regular, conocer y fiscalizar al sector de los recursos hídricos. Son numerosas las afirmaciones sobre la escasa capacidad de las agencias públicas para recolectar y analizar información fidedigna y, por lo tanto, el sector público no es en la actualidad

un componente que permita a la Región una eficiente toma de decisiones y gestión de un recurso agotado, que es crítico para la sustentabilidad del territorio.

Frente a aquella realidad, se señalaba la necesidad del fortalecimiento del rol y del papel del Estado:

“Hay que resaltar el rol del Estado y sumar a todos los actores. Generar espacios de comunicación para la consolidación de lineamientos regionales. Rearmar las mesas, integrar la realidad regional con la planificación, manteniendo la comunicación con la política pública nacional” (Panel N° 3, 28 de agosto del 2014).

En definitiva, se espera un rol público activo que permita a escala regional articular soluciones que el mercado no resuelve, como es la gestión integrada de cuencas, la sustitución y recuperación para otros usos sostenibles de fuentes de agua dulce por nuevas fuentes de agua de mar y abordar un aspecto crítico, como es el ordenamiento territorial de la extracción, desalación y disposición de salmueras, así como el desafío de una carretera hídrica.

### ***La gobernanza: un factor estratégico, crítico y ausente***

La gobernanza es entendida como el desarrollo de capacidades institucionales de los actores públicos, privados y de la sociedad civil para construir acuerdos compartidos e integrales, que orienten un conjunto coordinado de políticas, programas, proyectos y acciones de largo plazo, con el objetivo de disminuir riesgos y generar cambios de trayectoria en la dirección de un desarrollo regional sustentable. Ese concepto es para los entrevistados un conjunto de capacidades fundamentales a desarrollar a escala regional en los ámbitos de la energía y de los recursos hídricos.

A través de los diferentes entrevistas y conclusiones de los paneles, quedó de manifiesto que el despliegue de las potencialidades energéticas regionales en base de fuentes renovables no convencionales, junto con un cambio de la trayectoria insostenible en el ámbito de la gestión de los recursos hídricos, requiere la construcción de capacidades por parte de los actores de los distintos ámbitos de la sociedad regional. El desarrollo de capacidades de planificación, gestión, coordinación, participación inclusiva, elaboración de políticas, construcción de conocimiento y tecnologías son un conjunto de herramientas fundamentales para el fortalecimiento de los actores de la gobernanza energética e hídrica regional.

En primer lugar, una necesidad compartida transversalmente a escala regional es la necesidad de fortalecimiento de capacidades descentralizadas del Estado en la región, para elaborar y coordinar una visión estratégica compartida, planificar y ordenar el territorio junto con el desarrollo de las condiciones para coordinar y articular actores, recursos y políticas que permitan el aprovechamiento del potencial de nuevas fuentes energéticas e hídricas.

En el caso de las ERNC se señala por uno de los panelistas que:

“Las reglas se encuentran formuladas en forma general para el país, pero no para las regiones, por lo que es relevante considerar que las regiones presentan diferentes características económicas, productivas y sociales... la solución a ello es la generación de políticas públicas regionales, que potencien el desarrollo de la región...En el caso de las energías renovables no convencionales se requiere un Estado con capacidad de aplicar el principio de ‘territorialidad energética’, con capacidad para orientar las inversiones antes que solo el factor económico” ( Panel N° 2, 23 de julio del 2014).

En el caso de los recursos hídricos, existe la necesidad de un estado con capacidades descentralizadas para “ordenar un sector anárquico, con escasa información, que adolece de vacíos de ordenamiento territorial en el caso de la incorporación de las nuevas fuentes hídricas no convencionales”.

Se requiere una visión integrada que sea capaz de superar la estrechez de las miradas actuales y que permita, por ejemplo, evaluar un proyecto que “implique generar una fuente masiva de agua desalada para el uso de múltiples usuarios, en vez de proyectos individuales” (Panel N°1, 13 de junio del 2014).

De ahí la necesidad de un Estado “que en cada región pueda elaborar un paquete de medidas con sus propias características, con gobernabilidad, descentralizando la toma de decisiones” (Panel N° 2, 23 de julio del 2014).

En relación con el papel del Estado en la región, resulta fundamental que este tenga un rol orientador y articulador en la escala regional. Sin embargo, para ello se destaca el papel que debe tener la estrategia regional de desarrollo, en términos de orientar bajo una mirada ordenadora la inversión pública y privada en ambos sectores.

Para los entrevistados, el Estado debe tener la capacidad de integrar la realidad regional con una planificación estratégica con lineamientos u objetivos regionales inclusivos, manteniendo la comunicación con la política nacional, todo lo cual permita superar las conductas centralizadas, oligopólicas o individuales que predominan a escala regional en los mercados de los recursos energéticos e hídricos. Al decir de uno de los entrevistados:

“Las empresas cuidan sus insumos (agua y energía) y visualizan como vulnerable que existan suministros compartidos. Hay una historia de la autonomía minera en diversos países, pero en algún momento el Estado debe sumar a todos los actores, generar espacios de comunicación para la consolidación de los lineamientos regionales... y esto significa integrar la realidad regional con la generación de planificación, manteniendo comunicación con la política pública nacional” (Panel N° 3, 28 de agosto del 2014).

En segundo lugar, el impulso de una visión estratégica compartida en ambos sectores requiere, desde la perspectiva de los actuales procesos de descentralización, resolver los déficits de capacidades institucionales de las agencias públicas para coordinar la relación entre agua-energía-medio ambiente. Al respecto, se señala la necesidad de crear desde la región una “conceptualización regionalizadora” de las instituciones.

Según un conjunto de entrevistados, es necesaria una gestión estratégica público-privada que permita articular armónica y sustentablemente la relación entre las diversas fuentes convencionales y no convencionales en agua y energía con el medio ambiente, las comunidades y el territorio. Sin embargo, es un desafío que requiere superar la fragmentación de las instituciones involucradas, la alta discrecionalidad, los déficit de gestión, regulación y de recursos de las agencias involucradas. Es fundamental una gestión integrada de las fuentes tradicionales y no convencionales, en el cual el Estado es un actor fundamental para articular, cruzar y atraer al resto de los actores.

Lo señalado en el caso de los recursos hídricos, al decir de los panelistas, requiere “un cambio, pues la DGA y la DOH no disponen de las competencias suficientes; tienen áreas de acción parceladas y recursos insuficientes” (Panel N° 3, 28 de agosto del 2014).

En otras intervenciones se señala la necesidad de superar el déficit de la institucionalidad para la gobernanza de aspectos críticos y que deberían ser incorporados en las definiciones abordadas por los procesos de descentralización actualmente en desarrollo:

“Se detecta un desbalance en la administración pública, pocos funcionarios para los temas relevantes de la región... se debiera apuntar a hacer trajes a la medida respecto de cada región” (Panel N° 1, 13 de junio del 2014).

En tercer lugar, se señala que el Estado debe realizar un esfuerzo por generar líneas coherentes en el ámbito del desarrollo científico-tecnológico para abordar los actuales desafíos, una gobernanza coherente entre los esfuerzos de las agencias nacionales y el interés por el fortalecimiento de comunidades científicas regionales. Al respecto, se da relevancia al papel de las universidades regionales, como actores estratégicos para generar conocimiento, tecnologías, educación y políticas en los ámbitos de la energía y el agua, permitiendo superar las actuales divergencias en I+D+i entre lo nacional, regional, comunidades y sector privado:

“Se detecta un desfase de las prioridades actuales de investigación con las necesidades reales de la región... se debe lograr alcanzar un alineamiento que permita resolver el actual desfase entre la inversión privada y el esfuerzo científico tecnológico necesario” (Panel N° 1, 13 de junio del 2014).

“El gobierno regional y las instituciones académicas deben unirse para manejar información y decisiones” (Panel N° 3, 28 de agosto del 2014).

“Cuando el Estado piense en un desarrollo integrador, se debe partir del trabajo que realizan las universidades, como una fuerza sostenible en el tiempo” (Panel N° 3, 28 de agosto del 2014).

En resumen, en los desafíos de la construcción de gobernanza en los sectores de agua y energía se requiere superar los actuales “cuellos de botella”. Desde el punto de vista de todos los sectores involucrados, el fortalecimiento del rol del Estado resulta ser el factor crítico que requiere el desenvolvimiento de capacidades estratégicas, administrativas y políticas. Esto debe abordarse junto con la inclusión de instancias de participación de nuevos agentes, como son el sector privado, las

universidades y las comunidades, todo lo cual es necesario para enfrentar los antiguos y nuevos desafíos de sustentabilidad, y del potencial científico-tecnológico vinculado al desarrollo hídrico y energético de la Región de Antofagasta.

## Conclusiones

### ***La utilidad del marco conceptual de la gobernanza del desarrollo sustentable***

En las últimas décadas, la Región de Antofagasta se ha caracterizado por la expansión de un modelo primario exportador que ha conllevado desequilibrios importantes entre economía, medio ambiente y sociedad. En dos décadas, el aumento de la demanda de los países emergentes del sudeste asiático ha implicado triplicar los niveles de extracción de minerales, con consecuencias ambientales que amenazan la sustentabilidad sistémica del territorio (Rodríguez, 2012).

El uso intensivo de los recursos hídricos amenaza la disponibilidad futura de un elemento crítico para la sustentabilidad del territorio, afectando la sobrevivencia de los ecosistemas, así como el debilitamiento de centros poblados y sus culturas. También, la expansión de las actividades económicas ha estado acompañada de un escaso desacople del uso de combustibles fósiles en la generación de energía; se ha incrementado el consumo de estos, acompañado por el aumento de los residuos y las emisiones con consecuencias sobre el ecosistema y la población.

De acuerdo con lo señalado, el capítulo tiene como uno de sus objetivos últimos determinar e identificar las capacidades institucionales que la escala subnacional puede movilizar para generar respuestas e intervenciones orientadas a transformar en un horizonte de largo plazo los obstáculos que comprometen el desarrollo de una matriz energética e hídrica armónica con los desafíos de desarrollo sustentable de la economía, el medio ambiente y la sociedad regional.

La gobernanza del desarrollo sustentable es una perspectiva que subraya, como elemento clave del desarrollo regional, el fortalecimiento de aquellas capacidades de coordinar y articular acuerdos e intervenciones público-privadas que incorporen actores e intereses diversos, junto con marcos estratégicos comprensivos.

Una perspectiva que entrega una importante responsabilidad a la escala subnacional para intervenir sobre aquellos atributos territoriales que definen los grados de fortaleza o de debilidad de una trayectoria de desarrollo, asociada a déficit hídricos y a la elevada fosilización energética en el norte de Chile.

### ***La gobernanza: herramientas para el desarrollo sustentable***

Lo que demuestra el diagnóstico sobre las capacidades de un gobierno de escala subnacional para gobernar los aspectos críticos del agua y la energía, así como el tránsito a una matriz eficiente y



diversificada en ambos sectores, es que estas capacidades son actualmente débiles, producto de un régimen institucional que ha combinado una excesiva centralización con fragmentación sectorial en ambos sectores en un contexto de fuerte traspaso de las decisiones al mercado. Esto ha limitado las capacidades subnacionales para hacer frente a responsabilidades en ámbitos estratégicos sobre las cuales tiene en la actualidad escasos recursos para financiar, desarrollar instrumentos, articular y concertar acuerdos con el resto de los actores privados y públicos, y la comunidad.

A través de la investigación se identifican cuatro factores clave que componen la “caja de herramientas” de la gobernanza regional. Se trata de factores que son identificados por incidir decisivamente de diversa manera sobre el cuadro que compromete la matriz hídrica y energética: 1) aumentar las capacidades de articular acuerdos e intervenciones, 2) disminuir las limitaciones y vacíos institucionales que imponen las normas e instrumentos de política, identificados como uno de los factores críticos que han incidido en la escasa capacidad para resolver las problemáticas agudas que arroja el diagnóstico regional y que requieren de adaptación, 3) fortalecimiento de los débiles espacios de participación, una categoría subrayada como un factor crítico del problema y, finalmente, 4) desarrollo de un enfoque estratégico sobre el futuro de los recursos hídricos y energéticos, que incorpore una visión de largo plazo. Al respecto, la incorporación de aquella perspectiva, tanto en los instrumentos de planificación como en sus intervenciones, permitiría la construcción de un marco de acción dentro del cual se pueda organizar, invertir y disminuir las vulnerabilidades que arroja la actual situación hídrica y energética de la región. Se identifica al Estado como el actor responsable de desarrollar capacidad estratégica, a través de procesos que aseguren la incorporación de la diversidad de sectores e intereses presentes con el objetivo de entregar respuestas integrales de largo plazo (Rodríguez, 2012).

### ***La gobernanza como modelo de desarrollo sustentable regional***

La investigación registra la débil integración de los procesos de gobernanza en una planificación estratégica, que incorpore los requisitos y los objetivos del desarrollo sustentable con evaluación y seguimiento de resultados en ambos sectores.

Un número importante de iniciativas impulsadas desde el ámbito regional ha carecido de un modelo que integre los factores de la caja de herramienta de la gobernanza, lo cual finalmente ha provocado pasividad institucional o intervenciones del sector público y privado que se desvirtúan y se apartan de los objetivos (Rodríguez, 2012).

Sin embargo, los capítulos anteriores de la investigación demuestran que el desarrollo de procesos de gobernanza, acompañados de marcos comprensivos de planificación, puede generar intervenciones con capacidad de modificar trayectorias negativas fortaleciendo la sustentabilidad territorial. La integración de los factores de la gobernanza robustece las capacidades de gobernabilidad descentralizada de la dimensión institucional sobre el territorio. La gobernanza permitiría concertar acuerdos, articular actores e intereses públicos, privados y de la comunidad que al ser incorporados en un marco de planificación facilitan integrar intervenciones y abordar problemáticas actuales.

En el pasado, ciertos antecedentes de resultados positivos en diversos ámbitos demuestran que efectivamente desde la dimensión regional, es posible impulsar o desencadenar procesos orientados a fortalecer los atributos sistémicos del territorio, cuando se integran procesos que aseguran articulación y coordinación de intereses, con instrumentos adecuados y adaptados a la realidad e insertos en un marco comprensivo de planificación. La investigación demuestra que los obstáculos que impiden o restringen las intervenciones sobre las problemáticas se relacionan con déficit para articular sectores y concertar actores e intereses diversos.

Múltiples experiencias de diversa escala, demuestran que, cuando se integran los requisitos del desarrollo sustentable con los factores de la gobernanza, se logran intervenciones de alto impacto en la sustentabilidad. Al contrario, cuando los criterios de sustentabilidad incorporados en los instrumentos de planificación no se relacionan con los procesos de participación ni se integran a través de instrumentos de políticas ni se da seguimiento a las trayectorias de las iniciativas, los resultados no se materializan o se desvirtúa su finalidad quedando en el ámbito de lo discursivo generando frustración e incertidumbre en los actores del territorio.

***La escala local/ regional: una dimensión fundamental para el desarrollo sustentable del agua y la energía***

Una de las principales conclusiones radicó en subrayar el papel que se asigna a los gobiernos de escala subnacional en la construcción de una gobernanza del desarrollo sustentable que permita abordar trayectorias críticas del desarrollo. El papel del gobierno del territorio es clave para armonizar los equilibrios ambientales con el desarrollo de una sólida base de sustentación económica que permita elevar los niveles de bienestar de la población (Rodríguez, 2012).

Por lo tanto, es posible en el contexto del desarrollo sustentable un modelo de escala local/regional que permita abordar las problemáticas del crecimiento, armonizando el desarrollo económico de la minería con los equilibrios ambientales, la sustentación económica y la equidad social. Es una trayectoria posible cuando se integran en un mismo modelo de intervención las capacidades de gobernanza con marcos estratégicos que den respuesta viable a la escasa disponibilidad hídrica y diversificación energética.

## CAPÍTULO 7

### PANELES MULTIACTORES COMO METODOLOGÍA EN LA DISCUSIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS Y ENERGÉTICOS

#### Introducción

La participación de los *stakeholders* en los procesos de toma de decisiones es cada vez más discutida en los procesos de adaptación al cambio climático (Barton, Krellenberg, & Harris, 2014) y es cada vez más considerada en las respuestas que se construyen a las demandas sociales, como ocurre desde la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) (D. Kemp, Boele, & Brereton, 2006; Bondy, Matten, & Moon, 2008; Acuña, 2012). Sin embargo, esta investigación se va desvaneciendo en su concepción como metodología. Para la discusión de temas críticos, existe una escasa literatura en que se clarifica el proceso de inclusión y clasificación de los *stakeholders*, así como una limitada atención a los criterios para provocar un acercamiento al método de diálogo adecuado (Grimble, 1998; Ángel, 2010; GIZ, 2012).

En este sentido, este capítulo pretende ser un aporte para el debate metodológico sobre la participación de los *stakeholders* con una mirada tanto en su proceso de identificación y selección, como desde su manejo para el diagnóstico y formulación de líneas de acción y propuestas para la promoción y difusión de ERNC y diversificación de la matriz hídrica. Algunas experiencias formales que se desarrollaron en este tema fueron impulsadas desde el gobierno a partir de las “Mesas del Agua” que se constituyeron para adoptar medidas para su protección (Oyarzún & Oyarzún, 2011). No obstante, en los niveles regionales se registran limitados esfuerzos en este alcance, principalmente, liderados por el sector académico que busca tener incidencia en las políticas públicas.

Siguiendo a Freeman (1984), la importancia de considerar a los múltiples actores recae en el potencial de estos para incidir en una organización o bien porque se ven afectados por las implicancias de la misma. Bajo este alcance, en esta experiencia se trabajó con representantes de diferentes sectores de la sociedad; en la Región de Antofagasta se hizo con un enfoque en la temática hídrica y energética. La selección de estos recursos responde a su carácter determinante tanto para el desarrollo productivo como humano (según se advierte en los capítulos previos).

Las discusiones que se generan en el entorno de los paneles con múltiples actores involucran el desarrollo de procesos de una gobernanza colaborativa, que son cruciales a través del diálogo cara a cara, la construcción de confianza entre ellos y el desarrollo del entendimiento de sus posiciones en el contexto que los engloba, orientando el diálogo hacia la política pública y la búsqueda de

consensos (Newman, Barnes, Sullivan, & Knops, 2004; Ansell & Gash, 2008; Emerson, Nabatchi, & Balogh, 2012)

El desafío del diálogo entre diversos actores y *stakeholders* está en traspasar los procesos de gobernanza (colaborativa o no) hacia aspectos del desarrollo sustentable, considerando que las temáticas hídricas y energéticas corresponden a temas críticos (Hemmati, 2002) que cobran relevancia en el contexto regional. Así, la gobernanza para el desarrollo sustentable requiere de la participación y diversidad de actores, la búsqueda de objetivos comunes y la integración de las políticas (R. Kemp, Parto, & Gibson, 2005).

El diálogo multiactor finalmente constituye una herramienta que estructura procesos complejos (Voss, Bauknecht, & Kemp, 2006) no sólo en la toma de decisiones, sino que también, en la búsqueda de objetivos comunes y de conocimiento de los involucrados. La importancia de ello para las discusiones sobre el desarrollo sustentable recae en la posibilidad de generar instancias de participación y gobernanza para la toma de decisiones, involucrando en ello el rol de los distintos organismos e instituciones, pensando en perspectivas sobre los recursos en el largo plazo (Loorbach, 2010).

## **Desarrollo regional sustentable desde la perspectiva de la gobernanza**

Los conceptos de gobernanza y desarrollo sustentable poseen una historia y planteamientos originales similares. Tal y como anuncia Kemp et al. (2005), ambos conceptos surgen a fines de la década de los ochenta a partir del interés que genera la posibilidad de comprender el rol de las instituciones en los cambios sociales. Bajo esta lógica, la sustentabilidad tiene que ser entendida como un proceso adaptativo de la sociedad y sus actores, que contiene además procesos sociales básicos que se encuentran implícitos en aspectos tales como la gobernanza y participación, y la habilidad de las instituciones para acomodarse a los cambios (Becker, Jahn, Stieß, & Wehling, 1997).

Hemmati señala este último elemento como la necesidad que tiene el desarrollo sustentable de un “proceso de diálogo y en último lugar de una construcción de consensos de todos los tomadores de decisiones y actores que juntos definen problemas, diseñan posibles soluciones y colaboran para implementarlos y monitorear y evaluar sus resultados. A través de estas actividades, los tomadores de decisiones pueden construir relaciones y conocimiento disponible para desarrollar soluciones sustentables a nuevos desafíos...” (Hemmati, 2002, p. 40).

En estos aspectos de la sustentabilidad, que no refieren a una definición completa sobre sustentabilidad, sino que más bien remiten a algunas dimensiones necesarias para ella, se encuentran enunciados los elementos esenciales de las discusiones sobre gobernanza, aspectos centrales que es necesario reconocer y clarificar para comprender la necesidad de un diálogo entre múltiples actores.

El concepto de gobernanza adquiere múltiples dimensiones, dependiendo de los autores y puntos de vista disímiles que existen dentro de las ciencias sociales. Autores como Jessop (1997) destacan en el concepto de gobernanza la necesidad, o más bien una consecuencia del capitalismo moderno,

de una desestatización de los modelos de gobernabilidad tradicionales transformando su estructura vertical a una horizontal que traspasa además límites geográficos y que en ocasiones se globalizan, representadas a través de corporaciones transnacionales y organismos supranacionales. Sin duda, esta descripción remite a una radicalización del concepto mismo; sin embargo, la idea de participación de múltiples organismos (horizontalidad), está presente en la mayor parte de las definiciones.

Por otro lado, Weiss (2000) destaca que el concepto ha variado desde la descripción de las características en las cuales se administra un Estado nacional, hasta los actos y las maneras en las cuales las empresas se manejan a una microescala. Una definición más universal, y que quizás engloba las características generales del concepto, es la que entrega la Comisión para la Gobernanza Global, que lo presenta como “la suma de las maneras en que los individuos e instituciones, públicas y privadas, administran sus asuntos comunes. Es un proceso continuo a través del cual los conflictos y los intereses diversos son acordados y se toman acciones cooperativas...” (Commission on Global Governance, 1995, p. 2).

Más allá de las diversas formas en las cuales es administrada una organización, en términos complejos, la gobernanza, o gobernanza multinivel según algunos autores (Liesbet & Gary, 2003; Duit & Galaz, 2008), contiene por necesidad una multiplicidad de actores que interactúan entre ellos, buscan acuerdos y participan de procesos complejos que contienen a su vez múltiples dimensiones. Se trata en parte de una teoría desde las relaciones entre actores y cómo estos son gobernados. Es posible encontrar muchas definiciones al respecto.

Sin embargo, ciertos actores recalcan las diferencias que existen entre hacer gobernanza, sobre todo a una escala supra nacional, y hacer una mala gobernanza. Weiss (2000). Existe evidencia de que una de las ejemplificaciones sobre una mala gobernanza se da en los actos que ha tenido el Banco Mundial como organismo supranacional, debido a personalización del poder, problemas de corrupción y de derechos humanos, siendo este también un organismo que no tiene elecciones, a la vez que algunas críticas se manifiestan también desde la geografía (Peet, 2003). Por el contrario, las acciones que llevan hacia una buena gobernanza se deben dirigir a atenuar dos problemas principales: el carácter poco representativo de los gobiernos y la ineficiencia que causan los sistemas que no están sujetos a los mercados. Sumado a ello se deben entender además la complejidad real que tiene el plantear métodos y alternativas de gobernanza, tomando en cuenta el contexto de la globalización. Además, está la necesidad de balancear el sector público con el sector privado, planteamiento que se dirige principalmente como desafío a controlar por parte de los organismos supranacionales, como Naciones Unidas, aunque también es posible considerarlo para escalas menores. Y, finalmente, está la idea de que los derechos políticos de los individuos y la democratización van de la mano con la buena gobernanza (Weiss, 2000).

Por otro lado, UNESCAP (2006) refiere a la buena gobernanza observando la necesidad de ocho elementos principales, que se relacionan también con la idea de la sustentabilidad en el sentido en que ésta debe ser responsable en términos presentes y futuros con las necesidades de la sociedad. Los ocho elementos principales son: participación, transparencia, responsabilidad, estado de derecho, orientación hacia el consenso, equidad e inclusión, efectividad y eficiencia y “*accountability*”. Sin duda que estas características son parte importante de lo que se puede llamar también como

una buena forma de relacionarse en términos políticos y entre los actores involucrados a distintas escalas, incluyendo, sobre todo, a la sociedad civil.

Así, la gobernanza compone también uno de los aspectos importantes del desarrollo sustentable ya que, sin duda, la complejidad de este/os temas radica precisamente en su evolución en el tiempo y en el dinamismo consiguiente, lo que se traduce por sobre todo, en la incapacidad de actuar de manera única frente a este “proceso” (Meadowcroft, 1997). Es por ello que, además, se debe recoger la idea de una gobernanza para la sustentabilidad, indicada además a una escala local.

Se ha llegado a consenso la necesidad de un desplazamiento de los enfoques de gobernabilidad tradicional hacia los procesos de gobernanza más modernos y que permitan el desarrollo sustentable. Ya no sólo la transferencia de capital o desconcentración basta, sino que se debe avanzar en cómo hacer funcional la institucionalidad en conjunto con una gobernanza, referida a la interacción de la sociedad civil y las capacidades de los actores en coordinación de soluciones posibles a problemáticas específicas.

La incorporación del concepto de gobernanza ha facilitado una mejor comprensión de las interacciones políticas, económicas y sociales que se han visto complejizadas con la incorporación de la dimensión medio ambiental, en concordancia con un proceso de modernización del Estado y con las nuevas nociones de desarrollo (Baker, 2009).

Este proceso no sólo implica acciones que requieren la desconcentración del capital, sino que también etapas de adaptación que requieren de ciertas propiedades, como la confianza entre los actores que componen la sociedad civil, compromisos sociopolíticos fuertes que se llevan adelante a través de una dirección de escala temporal y territorial con un alto grado de incertidumbre de acuerdo con el proceso de la emergencia social, que genera la aparición de estructuras complejas a partir de reglas simples.

En la dimensión institucional, la búsqueda del desarrollo sustentable depende de cómo el enfoque de gobernanza integra verticalmente aquellos criterios a través de los distintos niveles escalares y, horizontalmente, a través de actores con características propias en cada nivel del territorio, la sociedad y el Estado (Rodríguez, 2012). De allí la búsqueda de una gobernanza multinivel, en que se realice un análisis de las interdependencias verticales y horizontales que se establecen en el proceso político.

A escala horizontal, los mecanismos que envuelven los procesos participativos dependerá de varios factores, como es el tipo de acceso, las etapas en que se permite el acceso, la estructura de oportunidades existentes en el proceso político para influir en las formulaciones y el marco político-institucional que limita o permite la participación (Baker, 2009).

Será importante determinar las capacidades existentes en la dimensión institucional, además de las relaciones e interacciones horizontales y verticales entre los actores sociales y/o *stakeholders*, para orientar procesos que se encuentran insertos en escalas nacionales y globales de toma de decisión. Frente a la interdependencia que caracteriza la emergencia social y/o los nuevos problemas, las políticas ya no pueden ser sectoriales, sino integradas.

En este sentido, la incorporación de métodos y herramientas que permitan solucionar estas temáticas de manera integral e integrada con diversos actores, conforman un primer paso para aplicar procesos de gobernanza que se alejen de los procesos de toma de decisiones cotidianos y, en este sentido, los procesos multiactores (que incluyen a su vez los diálogos multiactores y otro tipo de herramientas), se basan principalmente en los aspectos que guardan relación con la sustentabilidad y la gobernanza, además de otros elementos esenciales, como la democracia, la participación, equidad y justicia, unidad y diversidad, entre otros (Hemmati, 2002).

### Metodologías en los diálogos multiactores

El diálogo multiactor se entiende como un espacio (único o de proceso largo) que reúne a representantes de diversos sectores para intercambiar conocimientos y opiniones, en un esfuerzo por construir una comprensión colectiva del tema que se aborda (Pruitt & Thomas, 2008). Existen diversas metodologías para estructurar un diálogo con los actores y direccionar los procesos de toma de decisiones. Estas varían conforme a la identificación de los mismos y los objetivos a los que se orientan.

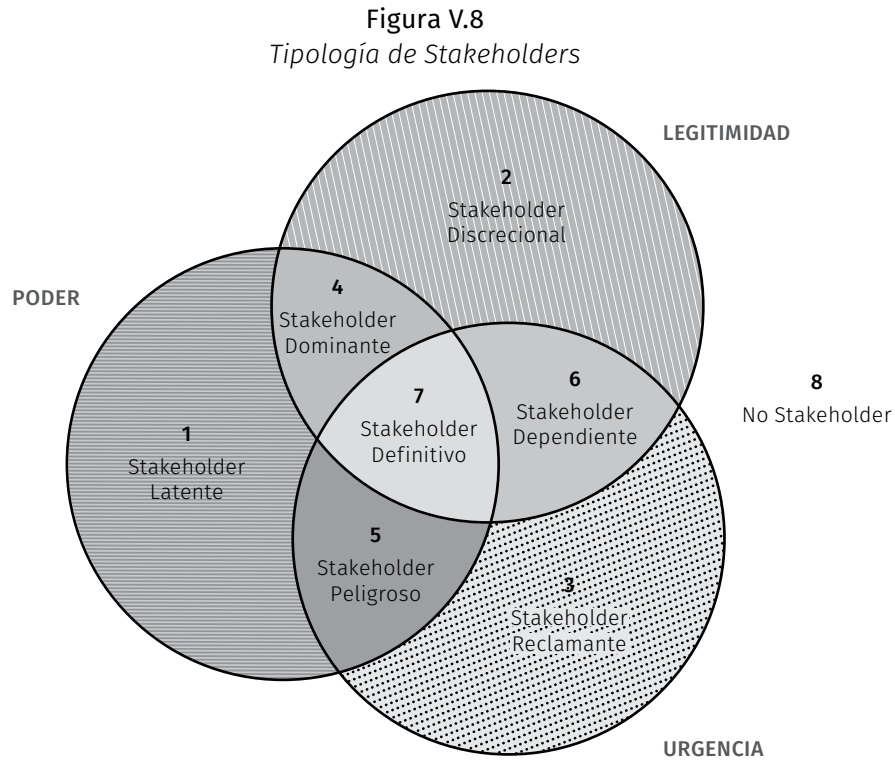
En la temática específica de recursos naturales, Grimble (1998) advierte la relevancia del método de análisis de actores, en tanto se convierte en una herramienta para identificar y resolver aspectos divergentes que inciden en el direccionamiento del desarrollo, a partir del reconocimiento de los actores y sus intereses. En este andar, Ángel (2010) especifica que este análisis se constituye en un aporte para la identificación de roles y responsabilidades, que se logran individualizar según sean los intervinientes.

La consideración de los *stakeholders* en los procesos de las organizaciones fue propuesta inicialmente por Freeman (1984), quien declaró que se debe valorar no sólo las visiones del sector directivo o productivo, sino de la comunidad en general. Para su adecuada inclusión, se ha hecho hincapié en la importancia de clasificar, identificar y seleccionar a los mismos conforme a su capacidad de intervención, examinando ciertos atributos como la legitimidad, urgencia y poder (Mitchell, Agle, & Wood, 1997; Olander & Landin, 2005). Para este último atributo, Nohria (1992) advierte que una característica determinante la constituye el escalafón que se ocupa en la red de actores, ya que esta incidirá sobre los distintos factores que están inmersos en el poder. En la combinación de estos atributos, los autores indicados advierten que se pueden generar siete subcategorías, entre las cuales los *stakeholders* adquieren flexibilidad para moverse debido a que se trata de un modelo dinámico:

- › Dormantes: Tienen poder, pero carecen de legitimidad y reclamaciones
- › Discretos: Tienen legitimidad
- › Demandantes: Tienen reclamos, pero carecen de legitimidad y poder
- › Dominantes: Tienen poder y legitimidad, pero carecen de urgencia
- › Dependiente: Tienen urgencia y legitimidad, pero carecen de poder

- › Peligrosos: Tienen poder y urgencia, pero carecen de legitimidad
- › Definitivos: Tienen los tres atributos (legitimidad, urgencia y poder)

En la siguiente figura se pueden apreciar las siete subcategorías, propuestas según su cercanía con los atributos de legitimidad, urgencia y poder.



Para identificar a estos múltiples grupos de interés existen variadas herramientas en la literatura sobre el tema. Autores como Grimble y Wellard (1997) y Grimble (1998) advierten que las mismas pueden derivar ya sea de información primaria (grupos de discusión y entrevistas, etc.) o secundaria (análisis demográfico, región geográfica y reputación, etc.). Cabe notar que si bien esta identificación es requerida en la etapa inicial, se debe realizar una evaluación y verificación a lo largo de todo el proceso (Grimble, 1998).

En una segunda etapa, posterior a la identificación de los grupos de interés, se requiere evaluar la adecuada metodología de diálogo. En este sentido, resulta enriquecedora la guía metodológica propuesta por GIZ (2012). Este documento presenta la existencia de once formatos metodológicos para direccionar el diálogo multiactor, de los cuales cada uno tiene ventajas y limitaciones que dependerán del propósito y participación de los intervinientes:



**Tabla V.2**  
*Formatos metodológicos en el diálogo multiactor*

FORMATOS METODOLÓGICOS	OBJETIVO	VENTAJA	LIMITACIÓN
<i>Sociograma</i>	Obtener un panorama del grupo de participantes.	Introducción de participantes y reconocimiento de afinidades y diferencias.	Introduce al diálogo, pero no profundiza análisis temático.
<i>Exposición central y panelistas</i>	Entregar información de manera sistémica a un grupo numeroso y complementariedad con opiniones de expertos, en un lapso de tiempo corto.	Transmite información a participantes respecto de los temas centrales.	Participación limitada respecto a la temática y por el tiempo.
<i>Diálogo en plenaria</i>	Promover la transmisión de opiniones de participantes ante los asistentes.	Amplia participación y levantamiento de diferentes puntos de vista.	Se restringe a evidenciar tendencias y no alcanza un consenso general.
<i>Talk Show</i>	Incentivar diálogo entre expertos y participantes, aportando distintas visiones sobre un tema.	Permite confrontar e interrogar sobre los diferentes puntos de vista de los expertos y los participantes pueden intervenir.	Recoge diversas opiniones, pero pierde claridad en las ideas opuestas.
<i>Trabajo Grupal</i>	Promover el intercambio de experiencias y opiniones entre pequeños grupos.	Aborda diferentes temas e incentiva una participación activa.	Se restringe a evidenciar tendencias y no alcanza un consenso general.
<i>Café Mundial</i>	Facilitar el diálogo sobre diversos temas y desde grupos grandes localizados en diferentes mesas.	Brinda oportunidad de que todos los interesados participen y exista un intercambio de ideas sobre diversos aspectos de un tema central.	Tiene alcance limitado en la obtención de decisiones directas y asignación de responsabilidades.
<i>La Pecera</i>	Incentivar el interés y promover el diálogo a través de pequeños subgrupos.	Todos tienen oportunidad de participar y, sabiendo que pueden ser reemplazados (entrar a la pecera), se fomenta un diálogo directo y sin protocolos.	Algunos participantes se pueden mantener como observadores, debido a que la participación (entrar a la pecera) es voluntaria.
<i>Phillips 66</i>	Fomentar la participación democrática en grupos numerosos por medio de una pregunta específica.	Obtener la opinión de todos los participantes a partir de estimula el diálogo a través de la capacidad de síntesis y concentración.	Recoge opiniones superficiales y dispersas.
<i>Humorómetro</i>	Evaluar el estado anímico de los participantes en determinado momento del diálogo.	Permite identificar las emociones del grupo con respecto al diálogo.	No profundiza análisis temático.
<i>Tiro al blanco</i>	Identificar los hallazgos del diálogo.	Evidencia las percepciones de los participantes respecto a los hallazgos.	Tiene alcance limitado en la obtención de decisiones directas y asignación de responsabilidades o compromisos.
<i>"Dicen por ahí..."</i>	Profundizar en las apreciaciones de los participantes.	Mediante entrevistas se comparten y profundizan las apreciaciones.	Tiene alcance limitado en la obtención de decisiones directas y asignación de responsabilidades o compromisos.

Fuente: Elaboración propia en base a GIZ (2012)

Otros formatos metodológicos, para recoger opiniones o ideas de los actores, Candelo et al (2003) son identificados como: lluvia de ideas, sondeo por tarjeta, grupos circulantes y diálogos simultáneos, entre otros. Se debe destacar, que independiente de la metodología que se adopte, su aplicación supone tanto la apertura de espacios de diálogo entre múltiples actores, como la introducción al intercambio de percepciones y valoraciones sobre temas críticos que inciden en el desarrollo a distintas escalas y que no pueden ser exitosamente abordados por una única institución (Grimble, 1998; GIZ, 2012).

Finalmente, estos formatos metodológicos aportan a resultados que se los pueden clasificar, según se trate de corto, mediano o largo plazo. En el primero, se identifica una construcción de relaciones de confianza y empatía, en el segundo, se alcanzan comprensiones conjuntas de temas coyunturales y, en el último, se proyectan propuestas que se ajusten a una política pública (GIZ, 2012). De esta manera, estas metodologías se constituyen en herramientas que apuntan a coadyuvar procesos desde una etapa inicial, donde aún el tema ni los actores involucrados están claramente delimitados, hasta su futura proyección, para acordar cambios estratégicos para incidir en la toma de decisiones.

### **Paneles multiactores y cooperación estratégica: experiencia en el caso de la Región de Antofagasta**

Los recursos hídricos y energéticos suelen ser valorados de manera independiente, tanto desde su fuente de origen como en su consumo final. Esta percepción no es equívoca. Empero, tratándose de ERNC y FHNC, se plantea una visión holística, pues su desarrollo está ligado a la oferta recíproca de estas distintas fuentes.

Según se ha advertido en capítulos previos, el escenario en la Región de Antofagasta está marcado por un aumento sostenido en proyectos de ERNC y FHNC (ver capítulos 3 y 4). Esta realidad se convierte en un desafío que requiere ser afrontado de manera conjunta entre los distintos *stakeholders*. La gobernanza de los recursos críticos y la metodología para la cooperación estratégica son parte de la propuesta que se desarrolla a continuación.

#### **Recomendaciones para la gobernanza de recursos críticos**

Tanto las temáticas sobre agua como las temáticas energéticas, han sido blanco en el último tiempo de múltiples debates, que no solo se presentan a una escalan local/nacional, sino que forman parte de las preocupaciones globales que afectan hoy en día a gran parte de los territorios.

La importancia de las instituciones, ya sean públicas y privadas, y la consideración de cómo ellas se comunican, comparten y cooperan para el entendimiento de procesos complejos, forma parte de importante del ejercicio realizado en la Región de Antofagasta, y que no es muy distinto de las discusiones globales sobre estos temas, en donde se plantean las aproximaciones desde la gobernanza para resolverlos (Goldthau & Witte, 2010).

La idea de actuar sólo a través de la intervención del mercado, y en el sentido contrario, actuar sólo desde el sector público, no puede ser vista como una solución habitual para este tipo de problemática. Muy por el contrario, el dinamismo y la complejidad de estos temas limita el ámbito de acción único, transformando la discusión en una búsqueda de consensos sobre las necesidades y proyecciones de las sociedades sobre su futuro.

Es por ello que el planteamiento de políticas sobre estos temas que se trabajen de manera aislada y desconociendo el papel de los diversos actores que interactúan en ellos, es sin duda, una buena forma de fracasar en la búsqueda de soluciones sustentables y de largo plazo. Así, es posible advertir que, por ejemplo, las problemáticas que guardan relación con la política energética no tratan solamente de una necesidad local sino que, más bien, forma parte integral de la agenda global (Dubash & Florini, 2011).

En términos energéticos, la importancia de este tema a nivel mundial, involucra completamente la idea de hacer frente al desarrollo de los mercados internacionales, considerando que, por ejemplo en el caso del petróleo, los impactos no se limitan exclusivamente a los ámbitos de acción local. Las fluctuaciones de los mercados globales afectan de sobremanera el desarrollo de los territorios a una escala menor. Este es uno de los factores relevantes al momento de considerar los procesos de gobernanza en el planteamiento de políticas estratégicas. Y es que hoy en día es tal la cantidad de actores involucrados en estos mercados, que la idea de un mercado sin instituciones parece como una premisa de las reglas del juego para el desarrollo de este tipo de recursos (Goldthau & Witte, 2010).

Sin embargo, la importancia y consideración de los territorios locales constituye una de las aproximaciones necesarias y, para el caso de Chile, parece evidente dada la magnitud de las diferencias geográficas que existen dentro del país y que limita, además, la posibilidad de plantear políticas nacionales dado que los alcances de estas homogenizan el territorio sin considerar sus estructuras y dinámicas particulares.

Evidentemente, gran parte de las problemáticas energéticas (a excepción de algunos casos de interés global, como lo que ocurre con el petróleo), afectan de manera directa al desarrollo de los territorios locales, no así supranacionales. Sin embargo, casos emblemáticos son conocidos en Chile producto de las relaciones comerciales energética con países vecinos, evidenciados en la crisis del gas como un conflicto político ajeno a las intenciones del Estado local (Huneeus, 2007). Pero, más allá de estos casos, el planteamiento de las estrategias energéticas debe ser acordado entre actores locales y nacionales, y es eso lo que en definitiva, se pone en duda al momento de analizar los impactos que tiene una gobernanza global energética, frente a una gobernanza local, en donde la escala de aplicabilidad constituye ya una discusión en sí misma (Patt, 2010).

En el caso del ejercicio aplicado a la Región de Antofagasta que involucra la creación de paneles multiactores, se ha involucrado a una multiplicidad de integrantes del ámbito local y nacional, que participan de manera directa o indirecta en estos debates y que componen además parte importante de quiénes toman las decisiones y plantean finalmente estrategias a seguir en estas materias.

En este sentido, la metodología de paneles multiactores involucró un proceso inicial de gobernanza entre los distintos participantes que guarda relación con los aspectos de participación (no efectiva), transparencia y responsabilidad señalados anteriormente en este apartado.

De ello se obtuvieron una serie de líneas de acción involucradas con la política de aguas y energética del país. Así, los temas que surgieron de las conversaciones con los actores se presentan en términos de cambios a la institucionalidad actual. Esta es una de las mayores problemáticas, como así también lo es el otorgamiento de garantías respecto de la información, elemento fundamental para la toma de decisiones tanto públicas como privadas, que en muchas ocasiones presenta problemas de inaccesibilidad y, derechamente, inexistencia. Asimismo, otro de los puntos destacables de dichas rondas tiene que ver con la aplicación de diálogos más concretos y formales entre el mundo público-privado y, en una esfera distinta, la consideración del mundo académico como el catalizador de la información, dado su carácter de “neutralidad” y de desarrollo científico innovador. Todos estos resultados han sido analizados capítulos atrás, a excepción de los relaciones con la gobernanza, lo cual será analizado en el capítulo siguiente.

Sin embargo, más allá de los resultados que ha entregado este ejercicio en materia de recomendaciones para la implementación de FHNC y ERNC, la importancia de este “experimento” radica en la experiencia metodológica que conlleva. Para el caso de la gobernanza, por ejemplo, dado que para la Región de Antofagasta se trata de una temática compleja debido a la escasez del recurso, la necesidad de que todos los tomadores de decisión (o la gran mayoría de ellos) participen de reuniones con otros actores involucrados, se sostiene como un elemento de buena gobernanza. Como paso primero, esto involucra un avance dado que la gobernanza del agua involucra a sectores políticos, sociales y económicos (este elemento con una importancia superlativa en Chile) y un sistema administrativo que permite gestionar este recurso como también la prestación de servicios ligados a ellos a los distintos niveles de la sociedad (Rogers & Hall, 2003).

Este último punto queda en evidencia al considerar los diversos actores que coexisten en la Región y cómo estas temáticas atraen también una gran cantidad de ellos. Esto se refiere a los sectores privados representados principalmente por las grandes corporaciones mineras privadas y estatales, como también al sector público manifestado en el poder legislativo y ejecutivo, y a escalas menores con la presencia de autoridades comunales.

Tanto en el caso de la gobernanza para la energía como para el tema del agua es necesario además el planteamiento de la sustentabilidad analizado en el punto 7.2 de este apartado. El trabajo metodológico con los diversos actores apunta hacia ello, considerando además las limitantes y perspectivas del método. Sin duda que se trata de un primer paso y que revierte una situación presente en la región: la falta de una instancia participativa para tratar los temas relevantes del desarrollo regional.

### ***De la metodología, sus alcances y limitantes***

Para afrontar la discusión de temas críticos, como lo constituye el recurso hídrico y energético para la Región de Antofagasta, se optó dentro de la amplia gama de metodologías existentes para el diálogo multiactores (ver sección previa) por un formato metodológico compuesto. Lo anterior significa que se utilizaron simultáneamente dos metodologías: a) exposición central y panelistas y b) trabajo grupal. Esto condujo a que se proponga la denominación de “paneles multiactores”.

La selección previa se justifica en el interés tanto de transmitir información a partir de la exposición de expertos como de abrir espacios de participación desde el intercambio de experiencias y opiniones de los *stakeholders* (GIZ, 2012). De esta manera, el valor de esta alternativa recae en la obtención y confrontación de información proveniente desde dos direcciones: expertos y sectores interesados. Empero, este desafío puede traer consigo un escenario de conflictividad, que sobresale cuando los distintos puntos de vista compiten para tener una mayor incidencia (Barton et al., 2014).

Bajo esta metodología se procuró obtener resultados que, conforme advierte GIZ (2012), sean destacables a corto, mediano y largo plazo. En el primero se construyeron relaciones entre diversos actores, pero con un desafío, no menor, que implica tener una comprensión sinérgica del tema hídrico y energético. Desde el segundo, se obtuvo una comprensión conjunta del tema, que fue guiada a través de exposiciones y trabajo grupal. Es de notar que, conforme al alcance de estas metodologías, no fue posible lograr un consenso general. El último resultado forma parte, a su vez, del origen de este desafío, cuyo fin fue responder a los objetivos de la ERI (Estrategia Regional de Innovación) del Gobierno Regional de Antofagasta, en la producción de instrumentos que orienten la toma de decisiones.

En la búsqueda de estos resultados, la identificación y mapeo de *stakeholders* se constituyó en un proceso crucial. Siguiendo a Grimble y Wellard (1997) y Grimble (1998), estos se seleccionaron a partir de una combinación de fuentes primaria y secundaria de información. En este sentido, para este estudio el levantamiento se realizó mediante el desarrollo de grupos de discusión, con expertos académicos y, a su vez, se incorporó un análisis de reputación, que se guió por la revisión de documentación gris, que incluye memorias del sector público e informes de instituciones y ONGs afines al tema.

Se trabajó con un total de 44 actores, que intervienen o evidencian interés en la Región de Antofagasta, desde las temáticas hídricas y energéticas. Estos actores fueron seleccionados apuntando a tres categorías: público, privado (empresas mineras, comercializadoras y distribuidoras de agua y generadoras, comercializadoras y distribuidoras de energía) y sociedad civil (sector académico y ONG's). El siguiente cuadro presenta una visión panorámica de lo mencionado:

**Figura V.9**

*Matriz de Principales actores y stakeholders sector Agua y Energía*

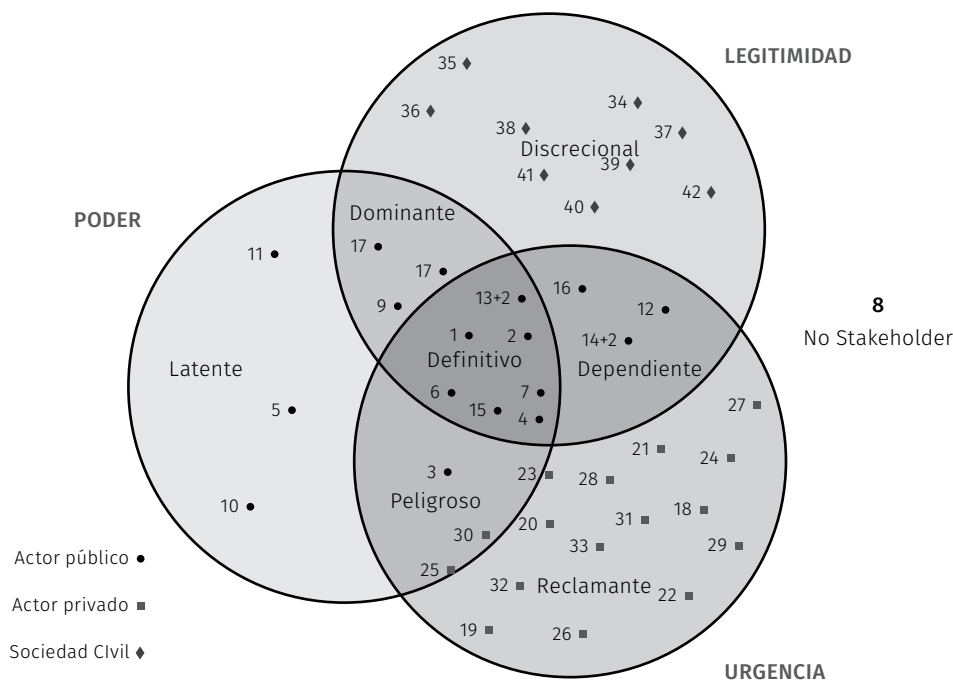
SECTOR PÚBLICO	SECTOR PRIVADO	SECTOR CIVIL
Secretarías Regionales Ministeriales	Asociación de Industriales de Antofagasta (AIA)	Sector Académico
Servicios Públicos	Industria Minera	ONG
Gobierno Regional	Generadoras, Comercializadores y Distribuidoras de Energía	Fundaciones e Instituciones
Asociación de Municipalidades	Comercializadores y Distribuidoras de Energía	

**Fuente:** Elaboración Propia.

Para la definición de los actores, fue considerada su capacidad de intervención en las problemáticas de la gobernanza del agua y energía, tales como regulaciones, planificación, mercado y la generación de conocimiento. Estos se identificaron conforme a la clasificación propuesta por Mitchell et al. (1997), según los atributos (legitimidad, urgencia y poder) y sus categorías. La siguiente figura procura presentar esta relación. Para una mayor referencia, en el anexo 1 se pueden apreciar los actores (según su identificación numérica) que se involucraron en el proceso.

Figura V.10

Clasificación de los stakeholders que intervienen en ERNC y FHNC en la Región de Antofagasta



Fuente: Elaboración propia en base a Mitchell et al (1997)

En el interés de presentar y confrontar información, respecto a ERNC y FHNC, se realizaron cuatro paneles con estos actores (en la ciudad de Antofagasta). Estos procesos de participación se prolongaron a lo largo del año 2014, con un enfoque general que se orientó a identificar los factores que obstaculizan y promueven el uso de estas fuentes de recursos en los proyectos de inversión presentados al Sistema de Evaluación Ambiental (SEIA).

Estos paneles se llevaron a cabo utilizando un conjunto predeterminado de temas y bajo una pauta de preguntas (semi-estructurada) que guiaron la exposición de expertos, invitado externo y participación de los stakeholders:

- › Diagnóstico ERNC-FHNC.
- › Recomendaciones y líneas de acción para la promoción y difusión del uso de ERNC de la Región de Antofagasta.
- › Recomendaciones y líneas de acción para la promoción y difusión del FHNC y gobernanza de los sectores energéticos e hídricos.
- › Resultados

En los trabajos grupales la participación de los actores se llevó a cabo mediante un formato divergente. Ello significó que las mesas de participación se configuraron en el interés de incentivar el diálogo e intercambio de ideas entre actores que presentan conocimientos y experiencias desde el tema hídrico y energético. Desde esta experiencia cobra relevancia la posibilidad de generar una comprensión sinérgica de ambos temas.

Conforme a lo anterior, el resultado de esta iniciativa fue la generación de un diagnóstico conjunto de los recursos críticos para la Región de Antofagasta, pero también la sistematización de “líneas de discusión” para su futura proyección y potenciales cambios estratégicos.

## Conclusión

En la discusión de temas críticos, como aquellos que se relacionan al direccionamiento de los recursos naturales, requeridos para el desarrollo a distintas escalas y que, a su vez, no pueden ser exitosamente abordados por una única institución, cobra relevancia el método de análisis de actores, como una herramienta para identificar y resolver aspectos divergentes a partir del reconocimiento de los actores y sus intereses (Grimble, 1998; GIZ, 2012). Tal como advierte Barton et al. (2014), este proceso de conexión de los diferentes actores y sectores no se produce de manera lineal. Hay una brecha en su capacidad de intervención, conforme a ciertos atributos como la legitimidad, urgencia y poder, que son determinantes para el escalafón que se ocupa en la red de actores y la consecuente apertura o bloqueo hacia la toma de decisiones (Mitchell, Agle, & Wood, 1997; Olander & Landin, 2005).

En el caso de la Región de Antofagasta, esto se gestionó bajo una lógica que permita obtener y confrontar información proveniente desde dos direcciones: expertos y sectores interesados. Desde esta estructura se buscó generar un documento con Recomendaciones y Líneas de Acción para la promoción y difusión del ERNC y FHNC. El enfoque de los “paneles multiactores”, impulsado durante el periodo de un año, permitió abrir un espacio de relación entre los diversos actores y sectores en el que se profundizó un diálogo horizontal e intercambio de experiencias. Esta práctica, tal como fue identificada por Barton et al. (2014), hizo evidente que el flujo de información y la claridad en las actividades, son un estímulo para introducir y fomentar el diálogo continuo.

De esta manera, el diálogo multiactor como una herramienta para la gobernanza fue muy útil para conocer la visión del Estado acerca de estas fuentes de recursos ERNC y FHNC. Sin embargo, su gran aporte se dio principalmente con respecto a la cuestión de generar una valoración holística de estas distintas fuentes, así como una sistematización de “líneas de discusión” para su futura proyección y potenciales cambios estratégicos.

El planteamiento de este ejercicio sobrepasa, además, los alcances investigativos de este tipo de iniciativas, teniendo impactos en términos políticos y sobre el desarrollo de iniciativas regionales que sobrepasen los ámbitos de acción ligados a la búsqueda de diálogos comunes. La generación de acuerdos e iniciativas concretas forma parte también de los elementos de la gobernanza de recursos que se han trabajado a lo largo de este apartado. Sin embargo, el trabajo de este tipo de temáticas, sobre todo en el contexto chileno, ha permanecido particularmente asociado a un ámbito estratégico en términos políticos y forma parte de una agenda de desarrollo para el país en su totalidad. Por lo tanto, para llegar a una concretización de la participación y materializar los diálogos comunes, es necesaria una proyección a largo plazo de estas temáticas que no serán resueltas con este ejercicio en particular, y que forman parte de la preparación de políticas y consensos que apunten hacia la sustentabilidad del desarrollo regional.

Sin embargo, el trabajo en esta iniciativa trae a la “mesa” temas que pocas veces son planteados en situaciones con múltiples actores. La experiencia muestra que los temas relacionados con energía y agua son, por esencia, complejos y dentro de esa complejidad coexiste otro mundo enrevesado, que es el de los actores.







## VI. CONSIDERACIONES FINALES

El presente documento representa de manera general los alcances que tiene la aplicación de metodologías relacionadas con paneles multiactores y la participación de *stakeholders* en diálogos de temáticas regionales complejas.

En este sentido, el desarrollo de este tipo de iniciativas aplicables al esbozo de líneas de discusión sobre Agua y Energía (en el caso de una región desértica, como es el caso de Antofagasta) evidencian en primer lugar que la problemática planteada puede ser abordada de manera exitosa a través de la integración de discursos, contrapuestos o no, sobre las prospectivas del desarrollo regional en términos de recursos hídricos y energéticos. Así, los planteamientos que surgen de esta investigación responden a múltiples dimensiones que rondan en el ambiente regional, pero que se materializan y concretan una vez que los actores se encuentran y debaten.

En términos de la gestión del recurso hídrico, las discusiones se centraron mayoritariamente en las demandas que presentan hoy ciertos actores relevantes, como, por ejemplo, las empresas mineras y las comunidades locales. En este sentido, la ampliación de una oferta hídrica basada en fuentes hídricas no convencionales (FHNC), constituye uno de los elementos planteados más relevantes y que surgen principalmente a partir de iniciativas de estas empresas.

Asimismo, la integración sobre la gestión del recurso no pasa evidentemente por una concentración de responsabilidad en unos pocos actores, sino que más bien, el planteamiento sobre “redes” de apoyo entre los involucrados, de características diversas y con intereses contrapuestos permite, por un lado, mejorar la información que fluye dentro de estas redes, y por otro, construye entre los participantes el sentido de responsabilidad frente al recurso (p.e., el planteamiento sobre la planeación de infraestructura en sectores críticos).

La formulación de políticas en materia hídrica y el mejoramiento de un marco institucional sólido que permita la implementación de las FHNC en la región, son algunos de los aspectos planteados y que apuntan efectivamente en la línea de un diálogo entre los diversos actores. En este sentido, se debe entender que el diseño de políticas en materia hídrica no debe realizarse en un ámbito cerrado sino que, más bien, y dado el contexto regional, reviste de vital importancia la composición de acuerdos sociales y políticos sólidos que involucren a los actores locales y nacionales.

Una de las ambiciones de este proyecto era el planteamiento de este tipo de temáticas de manera integrada, vale decir, las problemáticas relacionadas con la escasez hídrica y la búsqueda de nuevas soluciones se relaciona también con las discusiones sobre las fuentes energéticas de la región, particularmente, con el aumento del consumo energético producto del dinamismo, crecimiento y expansión de la industria minera regional.

En este sentido, la búsqueda de nuevas fuentes de abastecimiento hídrico ha involucrado también a la industria de producción energética y es que, en la realidad, ambas dimensiones forman de manera parcial aristas de una problemática similar.

Para la industria del cobre es evidente que el desarrollo de nuevas fuentes hídricas constituye una necesidad en el corto, mediano y largo plazo. Considerando los altos precios en los cuales se transan los derechos de agua hoy, es de esperar que además de mejorar eficientemente los procesos de las plantas de producción, se busquen nuevas fuentes de suministro. En este panorama, las fuentes de energía forman parte esencial de este problema, tanto en términos económicos (los variables y altos precios e algunas fuentes energéticas) como en términos socio-ambientales (no se debe olvidar los conflictos que ha traído la implementación de plantas termoeléctricas en el norte del país).

En el caso de la gestión energética, pese a tratarse de una problemática que cambia al momento de visualizar las perspectivas futuras de las regiones de Chile, paradójicamente, el tema ha sido tratado continuamente como una discusión país, dejando de lado las evidentes características y necesidades diferenciadas presentes en el territorio nacional. Este aspecto es quizás uno de los más relevantes al considerar la importancia actual de este tipo de actividades, y es que el cambio de escala incorpora de facto el planteamiento de diálogos locales y, por lo tanto, permite compromisos más cercanos con la realidad regional.

Sin embargo, el desarrollo de esta iniciativa exploratoria no tuvo por objetivo en este trabajo una instancia en la que se plantearán acuerdos entre los *stakeholders*. Por lo tanto, el diálogo surgido de los paneles de discusión, y que forma parte de las líneas de discusión presentadas en cada uno de los capítulos, corresponde a declaraciones que responden a una necesidad inicial y esencial, cual es conocer la posición discursiva de dichos actores.

Empero, igualmente, este desafío fue enriquecedor desde la óptica de la gobernanza, planteada como una herramienta para dar respuesta al desafío del equilibrio territorial. Tratándose de recursos naturales, este llamado aparece reiteradamente desde el conjunto de los actores regionales sobre los riesgos a la sustentabilidad que provoca los desequilibrios de un régimen de centralización, fragmentación sectorial y poder del mercado. Lo anterior no ha sido inadvertido en el debate de temas críticos, como ERNC y FHNC. Estos han convocado un foco en la Estrategia Regional de Innovación de Antofagasta, a partir de la cual, se busca superar y enfrentar los obstáculos que frenan su desarrollo.

En este aspecto, los esfuerzos que se hicieron para crear espacios de diálogo en los “paneles multiactores” fueron adecuados para obtener y confrontar información proveniente desde dos

direcciones: expertos y sectores interesados. Así, el resultado obtenido “Recomendaciones y líneas de acción” se espera que sea una herramienta que permita elevar la capacidad de respuesta frente a los desafíos futuros para la Región de Antofagasta.

**Anexo 1**  
*Identificación de stakeholders en el recurso hídrico y energético*

GRUPO DE STAKEHOLDER	CARÁCTER DE IDENTIFICACIÓN
Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), Región de Antofagasta	1
SEREMIA de Medio Ambiente	2
SEREMIA de Agricultura	3
SEREMIA de Energía macro zona norte	4
SEREMIA de Economía	5
SEREMIA de Minería	6
Dirección Regional de Aguas	7
Dirección de Obras Hidráulicas	8
Dirección de Obras Públicas	9
Dirección zonal Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)	10
Superintendencia de Servicios Sanitarios	11
Corporación Nacional de Desarrollo Indígena (CONADI) Calama	12
Senador Región Antofagasta+2	13
Diputada Segunda Región+2	14
Consejo Regional Antofagasta	15
Asociación Municipalidades Región de Antofagasta	16
Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante	17
<hr/>	
Asociación de industriales de Antofagasta	18
Antofagasta Minerals	19
CODELCO – Chuquicamata	20
Minera Escondida Ltda. (BHP Billiton)	21
Glencore – Altonorte	22
Anglo American Norte S.A	23
Barrick Zaldívar	24
Aguas de Antofagasta	25
Aqualogy (AGBAR)	26
SEMBICORP	27

DESAFÍOS EN AGUA Y ENERGÍA EN REGIONES MINERAS DESÉRTICAS

PRIVADO	AWT	28
	CDF SUEZ Chile - E-CL Termoeléctrica Tocopilla y Mejillones	29
	Grupo CGE – TRANSMEL	30
	ENEL Green Power	31
	CDEC SING	32
SOCIEDAD CIVIL	ABENGOA SOLAR	33
	UCN - CEITSAZA	34
	UCN - CEDRENA	35
	UA – CDEA	36
	UA – CREA	37
	PUC – CCG	38
	PUC - CEDEUS	39
	CEPAL- Unidad de Recursos Naturales y Energía	40
	Fundación Chile	41
	ACERA	42







## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Acuña, A. (2012). "La gestión de los stakeholders. Análisis de los diferentes modelos". Presentado en el Encuentro Regional Zona Sur Adenag, Trelew.
- Ángel, J. E. (2010). "Manejo de stakeholders como estrategia para la administración de proyectos de desarrollo en territorios rurales". Retrieved October 6, 2014, from <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=180320698016>.
- Anglo American. (2011). *Creating value with the future in mind: Sustainable Development Reports*.
- Ansell, C., & Gash, A. (2008). "Collaborative Governance in Theory and Practice". *Journal of Public Administration Research and Theory*, 18(4), 543–571. doi:10.1093/jopart/mum032.
- Baker, S. (2009). "In Pursuit of Sustainable Development: A Governance Perspective". 8th International Conference of the European Society for Ecological Economics Ljubljana.
- Banco Mundial. (2006). "¿Qué es RSE?" (ver en: [http://siteresources.worldbank.org/CGCSRLP/Resources/Que\\_es\\_RSE.pdf](http://siteresources.worldbank.org/CGCSRLP/Resources/Que_es_RSE.pdf))
- Banco Mundial. (2011). Chile. Diagnóstico de la gestión de los recursos hídricos. Santiago.
- Banco Mundial. (2013). Chile: Estudio para el mejoramiento del marco institucional para la gestión del agua. BANCO MUNDIAL. "Gestión de los recursos hídricos. Departamento de medio ambiente y desarrollo sostenible".
- Barrick. (2012). Environmental Performance, Data table. Web: [http://barrickresponsibility.com/2012/data-tables/environmental-performance/?utm\\_source=abx&utm\\_medium=reporting&utm\\_campaign=RR2012](http://barrickresponsibility.com/2012/data-tables/environmental-performance/?utm_source=abx&utm_medium=reporting&utm_campaign=RR2012) Visitado: 08/01/2014.
- Barton, J. (2009). "Adaptación al cambio climático y la planificación de ciudades en regiones", *Revista de Geografía Norte Grande*, 43, pp. 5-30.
- Barton, J. R., Krellenberg, K., & Harris, J. M. (2014). "Collaborative governance and the challenges of participatory climate change adaptation planning in Santiago de Chile". *Climate and Development*, 0(0), 1–10, doi:10.1080/17565529.2014.934773.
- Becker, E., Jahn, T., Stieß, I., & Wehling, P. (1997). "Sustainability: A cross-disciplinary concept for social transformations". Unesco.

- BHP Billiton. (2013). "Resourcing the future. Our shared values". *Sustainability Reports*.
- BID. (2003). Chile: Planta desalinizadora de Antofagasta. Informe de impacto ambiental y social.
- Bondy, K., Matten, D., & Moon, J. (2008). "Multinational Corporation Codes of Conduct: Governance Tools for Corporate Social Responsibility?", *Corporate Governance: An International Review*, 16(4), 294-311. doi:10.1111/j.1467-8683.2008.00694.x.
- Cáceres, L., Delatorre, J., De la Riva, F., & Monardes, V. (2003). "Greening of Arid Cities by Residual Water Reuse: A Multidisciplinary Project in Northern Chile". *Ambio*, 32(4), 264-268.
- Candelo, C., Ortiz, G., & Unger, B. (2003). "Hacer Talleres, una guía práctica para capacitadores". Retrieved October 6, 2014, from <http://www.wwf.org.co/?199111/hacer-talleres--una-gua-prctica-para-capacitadores>.
- Carvalho, M., Romero, A., Shields, G. & Millar, D.L. (2013). "Optimal synthesis of energy supply systems for remote open pit mines". *Applied Thermal Engineering* 64. pp. 315-330.
- CCTP. (2011). "Chile necesita una gran reforma energética. Propuestas de la comisión técnico-parlamentaria para la transición hacia un desarrollo eléctrico limpio, seguro, sustentable y justo". Santiago.
- CEITSAZA. (2014). *Perfil hídrico de la Región de Antofagasta*. Antofagasta.
- Centro de Análisis de Políticas Públicas del INAP. (2012). "Informe país. Informe del medio ambiente en Chile".
- Centro UC Cambio Global (2014). Proyección Escenarios Línea Base 2013 y Escenarios de Mitigación de los Sectores Generación Eléctrica y Otros Centros de Transformación (MAPS Eléctrico).
- CEPAL/OCDE. (2005) Evaluaciones de desempeño ambiental, Chile. (ver en: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/2/21252/lcl2305e.pdf>).
- CEPAL. (2012). "La Economía del Cambio Climático en Chile". Documento de proyecto. Santiago: CEPAL.
- Ciegis, R., Ramanauskiene, J. & Martinkus, B. (2009). "The concept of Sustainable Development and its use for Sustainability Scenarios. The economic conditions of enterprise functioning". *Inzinerine Ekonomika-Engineering Economics*.
- CNE. (2013). Fijación de Precio Nudo Octubre de 2013 Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) – Informe Técnico Definitivo, Octubre 2013.
- CNE. (2014). *Generación Bruta SIC-SING*, Marzo 2014.
- COCHILCO. (2007). Emisiones de gases de efecto invernadero de la minería del cobre de Chile. (ver en: <http://www.cochilco.cl/descargas/estudios/tematico/sustentabilidad/GEI.pdf>).
- COCHILCO. (2010). "Sin agua no hay minería: Impacto de la desalinización en la posición competitiva de la industria chilena de cobre" (ver en <http://www.ift-energy.cl/documentos/sin-agua-no-hay-mineria.pdf>).

- COCHILCO. (2012). *Actualización de la información sobre el consumo de agua en la minería del cobre al año 2012*. Santiago.
- COCHILCO. (2013a). *Minería en Chile: Impacto en Regiones y Desafíos para su Desarrollo*. (ver en: [http://www.cochilco.cl/descargas/estadisticas/libro/Libro\\_Mineria\\_en\\_Chile\\_Impacto\\_en\\_Regiones\\_y\\_Desafios\\_para\\_su\\_Desarrollo.pdf](http://www.cochilco.cl/descargas/estadisticas/libro/Libro_Mineria_en_Chile_Impacto_en_Regiones_y_Desafios_para_su_Desarrollo.pdf)).
- COCHILCO. (2013b). *Proyección de la demanda de agua fresca en la minería del cobre 2013-2021*. Santiago.
- COCHILCO. (2013c). *Proyección del Consumo de Energía Eléctrica de la Minería del Cobre en Chile al 2025*.
- COCHILCO. (2014a). *Recursos hídricos en la minería del cobre*. Santiago.
- COCHILCO (2014b). *Producción Chilena de Cobre de Mina*.
- Commission on Global Governance. (1995). *Our Global Neighbourhood*. Oxford: Oxford University Press.
- Compañía de Acero del Pacífico, CAP. (2012). *Reporte de sustentabilidad*. (ver en <http://www.cap.cl/reporte-de-sustentabilidad-2012/>).
- CONAMA. (2008). *Biodiversidad de Chile: Patrimonio y desafíos. Segunda parte*. (ver en [http://www.mma.gob.cl/librobiodiversidad/1308/biodiversid\\_parte\\_2a.pdf](http://www.mma.gob.cl/librobiodiversidad/1308/biodiversid_parte_2a.pdf))
- Cooley, H., Gleick, P. & Wolff, G. (2006). *Desalination, with a grain of salt: A California perspective*. California: Pacific Institute for Studies in Development, Environment, and Security.
- Cooper, M. & Henríquez, C. (2010). "Planificación territorial y crecimiento urbano: Desarticulaciones y desafíos de la sostenibilidad urbano-regional en Santiago Metropolitano". *Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias sociales*. Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Vol. XIV, núm. 331 (14).
- Cotruvo, J. (2005). *Water desalination processes and associated health and environmental issues*. Water Conditioning and Purification.
- Cowell, S., Wehrmeyer, W., Argust, P.W. & Graham, J. (1999). Sustainability and the primary extraction industries: theories and practice. *Resources Policy* 25. pp. 277-286.
- Devi, M., Davidson, B., & Boland, A. (2007). Economics of Wastewater Treatment and Recycling: An investigation of conceptual issues. *Annual Conference of Australian Agricultural and Resource Economics Society*, (págs. 1-11). Queenstown, New Zealand.
- Dirección General de Agua (DGA). (1987). *Balance Hídrico de Chile*.
- Dirección General de Agua (DGA). (2004). *Diagnóstico y Clasificación de los Cursos y Cuerpos de Agua según Objetivos de Calidad, Cuenca Salar de Atacama*. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas.
- Dirección General de Agua (DGA). (2009). *Levantamiento hidrogeológico para el desarrollo de nuevas fuentes de agua en áreas prioritarias de la zona norte de Chile, Regiones XV, I, II y III*. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas.

- Dirección General de Agua (DGA). (2012a). *Diagnóstico Plan Estratégico para la Gestión de los Recursos Hídricos, Región de Antofagasta*. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, División de Estudios y Planificación.
- Dirección General de Agua (DGA). (2012b). *Evaluación de los Recursos Hídricos Subterráneos del Acuífero del Salar de Atacama*. Ministerio de Obras Públicas, Dirección General de Aguas, Departamento de Administración de Recursos Hídricos.
- Donatiello, G. (2001). *Environmental sustainability indicators in urban areas: an Italian experience*. National Statistical Institute of Italy, Environment Methodology and Statistics Project. Ottawa, Canadá.
- Donoso, G. (2014). *Presentación gobernanza del agua*. Pontificia Universidad Católica.
- Du Plessis, G. E., Liebenberg, L. & Mathews, E. (2013). "The use of variable speed drives for cost-effective energy savings in South African mine cooling systems". *Applied Energy* 111. pp. 16–27.
- Dubash, N. K., & Florini, A. (2011). "Mapping Global Energy Governance". *Global Policy*, 2, pp. 6–18. doi:10,1111/j.1758-5899.2011.00119.x.
- Duit, A., & Galaz, V. (2008). "Governance and Complexity—Emerging Issues for Governance Theory". *Governance*, 21(3), 311–335. doi:10,1111/j.1468-0491.2008.00402.x.
- Emerson, K., Nabatchi, T., & Balogh, S. (2012). "An Integrative Framework for Collaborative Governance". *Journal of Public Administration Research and Theory*, 22(1), 1–29. doi:10,1093/jopart/mur011.
- Environmental Law Alliance Worldwide. (2010). "Guía para evaluar EIAs de proyectos mineros" (ver en <http://www.elaw.org/files/mining-eia-guidebook/Guia%20%20para%20Evaluar%20EIAs%20de%20Proyectos%20Mineros.pdf>)
- EcoSecurities Consulting, Centro de Cambio Global Universidad Católica de Chile .(2010). *Relación entre Agua, Energía y Cambio Climático: Estudio de alto nivel sobre el impacto económico del cambio climático en la industria minera de Argentina, Chile, Colombia y Perú*. Santiago.
- Escobar, M. (2010). *¿Cómo surge el concepto de RSE?, sus interpretaciones y aplicaciones*. Universidad del Valle.
- Farinos, J. (2005). *Nuevas Formas de Gobernanza para el desarrollo sustentable del espacio relational*. ERIA (67)
- Fontaine, G. (2010). *Petropolítica. Una teoría de gobernanza energética*. FLACSO. Ecuador.
- Freeman, R. E. (1984). *Strategic Management: A Stakeholder Approach* (First Edition edition). Boston: Harpercollins College Div.
- Fundación Chile. (2013). *Tecnologías emergentes no convencionales*. Santiago.
- Fundación para la Transparencia Tecnológica UNTEC. (2014), "Proyección Escenario Línea Base Tendencial 2013 y Escenarios de Mitigación de los Sectores Minería y otras Industrias". MAPS I&M.

- Gastó, J., Gálvez, C. & Morales, P. (2010). Construcción y articulación del paisaje rural. Laboratorio de Ecosistemas. Departamento de Ciencias Animales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.
- Gazapo, D. & Lapayese, C. (2010). *¿Desde dónde se construye el paisaje?* AUS, Nº 7, pp. 12-15.
- GIZ. (2012). *Guía metodológica para diálogos multiactor en el contexto de actividades extractivas*. Miraflores, Perú.
- Goldthau, A., & Witte, J. M. (2010). *Global Energy Governance: The New Rules of the Game*. Brookings Institution Press.
- GORE. (2008). *Estrategia Regional de Desarrollo 2009-2020*, Gobierno Regional de Antofagasta, Gobierno de Chile, 119 p.
- GORE. (2014a). Marco legal de los instrumentos de planificación territorial. [www.goretarapaca.gov.cl](http://www.goretarapaca.gov.cl) (Recuperado: 12-08-2014).
- GORE. (2014b). Gobierno Regional de Antofagasta, [www.territorio regional.cl](http://www.territorio regional.cl) (Recuperado: 12-08-2014).
- Grimble, R. (1998). "Stakeholder methodologies in natural resource management". Socioeconomic Methodologies. Best Practice Guidelines. Chatham, UK: Natural Resources Institute.
- Grimble, R., & Wellard, K. (1997). "Stakeholder methodologies in natural resource management: a review of principles, contexts, experiences and opportunities". *Agricultural Systems*, 55(2), 173-193. doi:10.1016/S0308-521X(97)00006-1
- Guzmán, R. (2012). *Derecho Ambiental Chileno*. Santiago de Chile: Planeta Sostenible.
- Hall, A., Scott, J.A. & Shang, H. (2010). "Geothermal energy recovery from underground mines". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15. pp. 916-924.
- Harris, J. (2000). "Basic Principles of Sustainable Development", en *The Global Development and Environment Institute*, 24 pág.
- Heinberg, R. (2010). *What Is Sustainability?. The Post Carbon Reader Series: Foundation Concepts*. Post Carbon Institute.
- Hemmati, M. (2002). *Multi-stakeholder Processes for Governance and Sustainability: Beyond Deadlock and Conflict*. Routledge.
- Huneus, C. (2007). "Argentina y Chile: el conflicto del gas, factores de política interna Argentina/ Argentine domestic policy and the conflict over gas exports to Chile". *Estudios Internacionales*, 179-212.
- IAP. (2012). "Informe País: Estado del Medio Ambiente en Chile 2012. Universidad de Chile". *Instituto de Asunto Públicos*, Centro de Análisis de Políticas Públicas.
- Ibáñez, J. (2010). *Desalación de aguas: aspectos tecnológicos, medioambientales, jurídicos y económicos*. Murcia: Fundación Instituto Euromediterráneo del Agua.

- Induambiente. (2014a). "Minería con Luz Propia". Revista de Descontaminación Ambiental, recursos energéticos y ecología. *Revista Induambiente*. Año 22, N° 127, marzo-abril 2014. p. 90.
- Induambiente. (2014b). Nuevas Luces. Revista de Descontaminación Ambiental, recursos energéticos y ecología. *Revista Induambiente*. Año 22, N° 128, mayo-junio 2014.
- INE. (1997). Resultados del VII Censo Nacional Agropecuario. Disponible en [http://www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/censos\\_agropecuarios/censos\\_agropecuarios.php](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/censos_agropecuarios.php)
- INE. (2002). Productos Estadísticos Demográficos y Vitales. Disponible en [http://www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/familias/demograficas\\_vitales.php](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/familias/demograficas_vitales.php)
- INE. (2007). Resultados del VIII Censo Nacional Agropecuario. Disponible en [http://www.ine.cl/canales/chile\\_estadistico/censos\\_agropecuarios/censos\\_agropecuarios.php](http://www.ine.cl/canales/chile_estadistico/censos_agropecuarios/censos_agropecuarios.php)
- INE. (2008). *Minería: La actividad exportadora más importante de Chile. Enfoque estadístico. Chile*.
- INE. (2013). *Compendio Estadístico 2013*. Santiago.
- IPCC. (2013). (ver en: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>)
- Rodríguez, C., Barton, J., Solís, O., León, S., Campero, C., Baeza, S. (2014). "¿Cuán sustentable es la Región de Antofagasta? Indicadores y Tendencias para un desarrollo Regional Sustentable". Instituto de Políticas Públicas de la Universidad Católica del Norte (En edición).
- Jackson, J.K. (2013). Congressional Research Service.
- Jeffery, M. (2004). "An international legal regime for protected areas". En *International environmental governance. An international regime for protected areas*, ed. J. Scanlon, F. Burhenne-Guilmin. Environmental policy and law paper, 49: 14-16. Gland: IUCN.
- Jenkins, H. (2001). United Nations Research Institute for Social Development.
- Jenkins, H. & Yakovleva, N. (2005). "Corporate social responsibility in the mining industry: Exploring trends in social and environmental disclosure". 14, pp. 271-284.
- Jessop, B. (1997). "Capitalism and its future: remarks on regulation, government and governance". 4(3), 561-581. doi: 10.1080/096922997347751.
- Jiménez, C. (2003). Valencia: Tirant Lo Blanch.
- Jiménez, C., & Díaz-Romeral, A. (2007). "Consecuencias Ambientales de la Desalación. Régimen Jurídico del Vertido de Salmuera". En S. González-Varas. Madrid: Thomson-Civitas.
- Johansson, M. & Söderström, M. (2011). "Options for the Swedish steel industry - Energy efficiency measures and fuel conversion". (36), pp. 191-198.
- Kemp, D., Boele, R., & Brereton, D. (2006). "Community relations management systems in the minerals industry: combining conventional and stakeholder-driven approaches" 9(4), 390-403.
- Kemp, R., Parto, S., & Gibson, R. B. (2005). "Governance for sustainable development: moving from theory to practice". 8(1), 12-30.

- Kempa, D., Bond, C., Franks, D. & Cote, C. (2010). "Mining, water and human rights: making the connection". n° 18, pp. 1553-1562.
- Kinross Gold Corporation Chile Reports. (2011). "Reporte de responsabilidad corporativa: Haciéndonos responsables en Chile". <http://www.kinross.com>
- Kolk, A., Van Tulder, R. & Welters, C. (1999). "International Codes of Conduct and Corporate Social Responsibility: Can transnational corporates regulate themselves?". 8 (1): pp. 143-180.
- Kolk, A. & Van Tulder, R. (2002). Erasmus University Rotterdam.
- Lara, F. (2012) Manejo integral de agua y energía. (377), pp. 151-155.
- Lardé, J., Chaparro, E. & Parra, C. (2008). División de Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL.
- Leff, E. (2007). La complejidad Ambiental. Polis. <http://polis.revues.org/4605>.
- Liesbet, H., & Gary, M. (2003). "Unraveling the Central State, but How? Types of Multi-level Governance". null(02), 233-243. doi: 10,1017.S0003055403000649.
- Loorbach, D. (2010). "Transition Management for Sustainable Development: A Prescriptive, Complexity-Based Governance Framework". 23(1), 161-183. doi: 10,1111/j.1468-0491.2009.01471.x.
- Lloveras, J., Lechuga, J., & Rodríguez, M. (2006). "Aplicación de la Teoría de Inventiva para la Resolución de Problemas para la Desalinización de Agua de Mar". España.
- Ma Li qiang, Zhang Dong sheng, Li Xiang, Fan Gang wei & Zhao Yong feng. (2009). "Technology of groundwater reservoir construction in goafs of shallow coalfields". n°19, pp. 730-735.
- Maldonado, P. & Herrera, B. (2007). "Sostenibilidad y Seguridad de Abastecimiento Eléctrico: Estudio de Caso sobre Chile con Posterioridad a la Ley 20,018". Santiago de Chile: CEPAL – Naciones Unidas.
- McLellan, B.C., Corder, G.D. & Giurco, D.P. (2012). Ishihara Renewable energy in the minerals industry: a review of global potential. 32. pp. 32-44.
- Meadowcroft, J. (1997). (Eds.), Planning sustainability (pp. 12-38). London and New York: Routledge.
- Minería Chile. (2013). Web: <http://mineriachile.com/> Visitado: 08/01/2014.
- Ministerio de Energía. (2013).
- Ministerio de Obras Públicas. (2012). Antofagasta.
- MINVU. (2009). Ministerio de Vivienda y Urbanismo, División de Desarrollo, Gobierno de Chile.
- Mitchell, R. K., Agle, B. R., & Wood, D. J. (1997). "Toward a Theory of Stakeholder Identification and Salience: Defining the Principle of Who and What Really Counts". 22(4), 853-886. doi: 10,2307/259247.
- MMA. (2013). Ministerio del Medio Ambiente, Gobierno de Chile.
- MMSD. (2002). International Institute for Environmentt and Development (IIED).
- Mudd, G.M. (2007). "An analysis of historic production trends in Australian base metal mining". n° 32. pp. 227-261.

- Mudd, G.M. (2009). "The Environmental sustainability of mining in Australia: key mega-trends and looming constraints". n° 35, pp. 8–115.
- National Water Commission. (2008). Commonwealth of Australia.
- Newman, J., Barnes, M., Sullivan, H., & Knops, A. (2004). "Public Participation and Collaborative Governance". , 33(02), 203–223. doi:10,1017/S0047279403007499.
- Nohria, N. (1992). Is a Network Perspective a Useful Way of Studying Organizations? Retrieved from <http://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=863>.
- OECD. (2001). Codes of Corporate Conduct: Expanded Review of their Contents. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD. (2011). Hacia el crecimiento verde. Un resumen para los diseñadores de políticas. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- OECD. (2012). "Gobernabilidad del Agua en América Latina y el Caribe: Un enfoque multinivel", Éditions OCDE.
- Olander, S., & Landin, A. (2005). "Evaluation of stakeholder influence in the implementation of construction projects". (4), pp. 321–328. doi:10,1016/j.ijproman.2005.02.002.
- Oxfam America. (2011). "Minería de metales y desarrollo sostenible en Centroamérica. Una valoración de costos y beneficios" (ver en <http://es.oxfamamerica.org/wp-content/uploads/2011/11/INFORME-COSTO-BENEFICIO.pdf>).
- Oyarzún, J., & Oyarzún, R. (2011). "Sustainable development threats, inter-sector conflicts and environmental policy requirements in the arid, mining rich, northern Chile territory". 19(4), 263–274. doi: 10,1002/sd.441.
- Patt, A. G. (2010). "Effective regional energy governance—not global environmental governance—is what we need right now for climate change". 20(1), pp. 33–35.
- Peet, R. (2003). World Bank and WTO. Zed Books.
- Pérez, A. & Sánchez, P. (2011). Madrid: Iustel.
- Pierri, N. (2005). "Historia del concepto de desarrollo sustentable", en Folafori y Pierri (coordinadores), México, Capítulo 2. pp. 27-81.
- Piga, J. (2014). "Ciudades Mineras: ¿sustentabilidad condicionada? Avances y perspectivas". Centro de Desarrollo Urbano Sustentable (CEDEUS), Pontificia Universidad Católica de Chile. Presentación 04 de junio de 2014.
- Pingjia, L. & Ning, C. (2011). "Abandoned coal mine tunnels: Future heating/power supply centers". 21. pp. 637–640.
- Pizarro, N. (2012). Santiago.
- Polo, C. (2006). División de Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL.
- Pruitt, B., & Thomas, P. (2008). Un manual para practicantes. PNUD et al.



- Retamal, M., Andreoli, A., Arumi, J., Rojas, J. & Parra, O. (2013). . Caracas. Venezuela. 38 (1) 8-1.
- Río Tinto. (2012). (ver en: <http://www.riotinto.com/ourcommitment/local-sustainable-development-reports-3145.aspx> )
- Rodríguez, C. (2012). “Desde un regionalismo primario exportador hacia un modelo regional de desarrollo sustentable: el caso de la región de Antofagasta”. Tesis presentada al Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales de la Pontificia Universidad Católica, para optar al grado académico de Magister En Desarrollo Urbano. Profesor Guía: Jonathan Barton. Pontificia Universidad Católica de Chile. Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales. Magister en Desarrollo Urbano. Santiago, Chile.
- Rogers, P., & Hall, A. W. (2003). (Vol. 7). Global Water Partnership Stockholm.
- Rojas, A., Garcerá, O. y Eliecer, J. (2012). <http://redunirse.org/nuevo/sites/default/files/pdf/Responsabilidad%20Social%20Empresarial>
- Romero, L., Alonso, H., Campano, P., Fanfani, L., Cidu, R., Dadea, C., Keegan, T., Thornton, I. & Farago, M.
- Sandia, L.A. (2009). “El ambiente y el desarrollo sustentable en la ciudad latinoamericana”. vol. 17, N° 2, p. 268–287.
- Saidur, R., Rahim, N.A. & Hasanuzzaman, M. (2010). “A review on compressed-air energy use and energy savings”. Vol. 14, Issue 4. pp. 1135–1153.
- SERNAGEOMIN. (2014). Servicio Nacional de Geología y Minería. Gobierno de Chile. Web: <http://www.sernageomin.cl/sminera-estadisticasprod.php> Visitado: 14/01/2014.
- SERNAPESCA. (2012). Anuario 2012 – Desembarque Total Puerto, 2013.
- SISS. (2013). Santiago.
- SONAMI. (2013). Web: <http://www.sonami.cl> Visitado: 08/01/2014.
- Strauss, A. & Corbin, J. (1998).
- Sunkel, O. (2011). Editorial Catalonia, pp. 233-302.
- Thayer, L.E. (2011). “Descentralización y desarrollo regional en Chile. Una mirada desde la sociedad”. Polis, Volumen 10, N° 30, 2011. p. 267.
- Teck (2012). 2012 de Teck.
- Türker, O., Türe, C., Böcük, H. & Yakar, A. (2014). “Constructed Wetlands as Green Tools for Management of Boron Mine Wastewater”, 16:6, pp. 537-553.
- UNCTAD. (2004). United Nations Conference on Trade and Development, United Nations. New York and Geneva.
- UNESCAP. (2006).
- Urkiaga, A., de las Fuentes, L., Bis, B., Chiru, E., Balasz, B., & Hernández, F. (2008), pp. 81-91.
- Voss, J.-P., Bauknecht, D., & Kemp, R. (2006). Edward Elgar Publishing.

- Walpole, P. & Myclat, S. (2012). "Surgen límites a la minería". Web: <http://ecojesuit.com/surgen-limites-a-la-mineria/3354/?lang=es> Visitado: 14/01/2014.
- Weiss, T. G. (2000). "Governance, good governance and global governance: Conceptual and actual challenges". 21(5), 795–814. doi: 10.1080/713701075.
- Wolkersdorfer, C. & Bowell, R. (2005a). "Contemporary Reviews of Mine Water Studies in Europe", part 1. n° 24, Supplementary Material.
- Wolkersdorfer, C. & Bowell, R. (2005b). "Contemporary Reviews of Mine Water Studies in Europe", part 2. Mine Water and the Environment n° 24, pp. 2-37.
- Wood, J. & Valenzuela, L. (2013). "Instrumentos de Planificación Territorial para la Integración Social en Áreas Urbanas".
- Zhang Youxi, Tu Shihao, Bai Qingsheng & Li Jianjun. (2013). "Overburden fracture evolution laws and water-controlling technologies in mining very thick coal seam under water-rich roof". n° 23, pp. 693–700.
- Yamana Gold. (2012) Crecimiento y Sustentabilidad. (ver en: <http://www.yamana.com/files/2012%20Yamana%20CSR-SP-28-08-13-final.pdf>).



