

Opciones para la Matriz Energética Eléctrica

INSUMOS PARA LA DISCUSIÓN

DOCUMENTO RESUMEN





Opciones para la Matriz Energética Eléctrica

INSUMOS PARA LA DISCUSIÓN

DOCUMENTO RESUMEN

Una iniciativa de Fundación Futuro
Latinoamericano, FFLA

Opciones para la Matriz Energética Eléctrica

INSUMOS PARA LA DISCUSIÓN

DOCUMENTO RESUMEN

Una iniciativa de **Fundación Futuro Latinoamericano, FFLA**



Autores:

Nicola Borregaard

Facultad de Economía y Negocios de la Universidad Alberto Hurtado

Ricardo Katz

Gestión Ambiental Consultores

Compilación:

Alfonso Vial

Edición:

Diego Luna Quevedo

Esta publicación es realizada gracias a la colaboración de **Fundación AVINA**



Primera edición en Español

Enero de 2009, Quito-Ecuador.

ISBN: 9789978996003


Diseño y artes finales

SOHO Design.

Impreso en Chile por

ANDROS Impresores.

La versión completa de este trabajo estará pronto disponible en la sección "publicaciones" de la página web de FFLA
En internet: www.ffla.net

Las fotografías contenidas en la presente publicación poseen licencia **Creative Commons** 



CONTENIDOS

1.	PRESENTACIÓN	5
2.	INTRODUCCIÓN	7
3.	SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR ENERGÉTICO-ELÉCTRICO Y TENDENCIAS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS	9
	3.1 Hitos regulatorios e institucionalidad	
	3.2 Proyección de oferta y demanda	
4.	ESTADO DE LA INFORMACIÓN	15
5.	CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES ENERGÉTICAS	19
	5.1 Potencial	
	5.2 Costos	
	5.3 Seguridad energética	
	5.4 Eficiencia	
	5.5 Emisiones de CO2	
	5.6 Aspectos ambientales	
	5.7 Efectos laborales	
	5.8 Factores de éxito y fracaso	
6.	INNOVACIÓN	31
7.	ESCENARIOS POSIBLES Y SUS IMPACTOS EN TÉRMINOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES	33
	7.1 Mantener el Status Quo	
	7.2 Fomento de Energías Renovables no Convencionales (ERNC) hasta que signifiquen un 30% de la generación	
	7.3 Fomento de Energías Renovables no Convencionales (ERNC) hasta que signifiquen un 30% de la generación más un 25% de EE.	
	7.4 Generación de 30% de la demanda con Energía Nuclear al 2025	
8.	CONCLUSIONES: ALGUNOS TEMAS PARA LA DISCUSIÓN	37
	8.1 Aspectos Generales	
	8.2 Información	
	8.3 Innovación	
9.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y FUENTES CONSULTADAS	40

GRÁFICOS & TABLAS

Gráfico 1:	Consumo eléctrico por sector	10
Gráfico 2:	Demanda proyectada	11
Gráfico 3:	Proyección de demanda de energía eléctrica en el SIC	12
Gráfico 4:	Oferta proyectada	13
Gráfico 5:	Emisiones de CO2 del SIC según escenarios	36
Tabla 1:	Estado de la Información en ERNC	16
Tabla 2:	Caracterización de fuentes energéticas	20
Tabla 3:	Resumen de Escenarios	36

1.

PRESENTACIÓN



El Ministro Presidente de la Comisión Nacional de Energía de Chile ha presentado recientemente un documento cuyo propósito es trazar nuevos lineamientos para la definición de una política energética.

En su introducción, señala su aspiración de contar con una política explícita, clara, fundamentada, coherente con la política global de desarrollo nacional, con visión prospectiva de largo plazo, flexible para enfrentar la evolución de las circunstancias, y ampliamente aceptada. Concluye haciendo una invitación al debate público, a la construcción de consensos y a la conciliación de intereses de la sociedad para dar forma a una política de Estado que brinde orientaciones estratégicas al país para las décadas por venir¹.

En función de su vocación de impulsar la definición concertada de políticas públicas para el desarrollo sostenible en América Latina, Fundación Futuro Latinoamericano -con el apoyo de la Fundación AVINA- se propone realizar un aporte constructivo a este proceso público de reflexión y tiene el agrado de presentar este documento titulado "Opciones para la Matriz Energética Eléctrica: Insumos para la discusión".

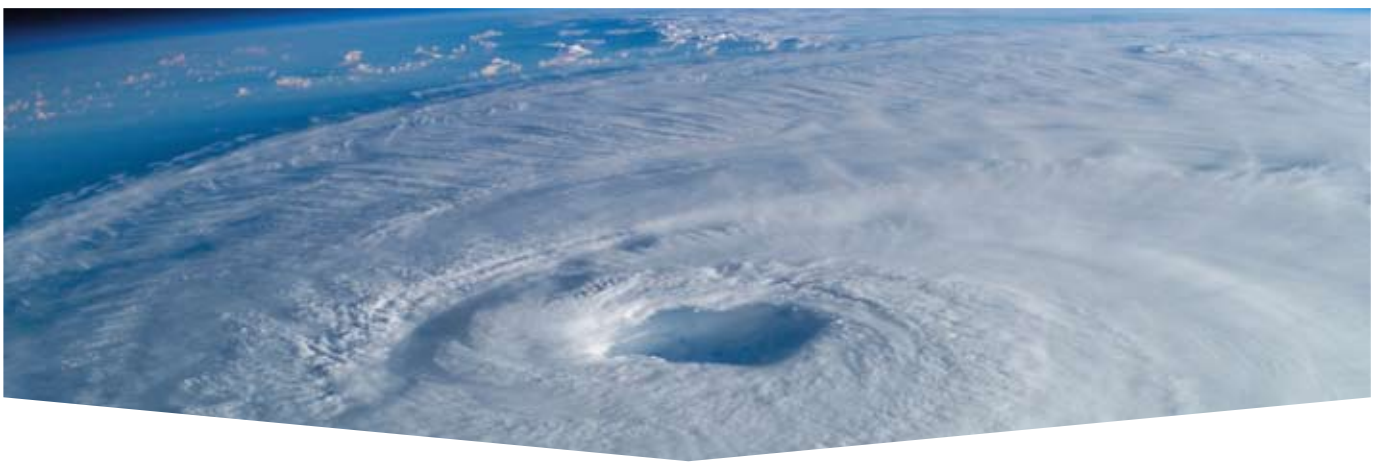
A través de este trabajo, se resume una amplia recopilación y sistematización de valiosos datos disponibles sobre las fuentes de la matriz energética eléctrica chilena y el marco regulatorio en el que se mueven, generados durante los últimos años por profesionales expertos e instituciones públicas y privadas.

Haciendo uso de su reconocida capacidad analítica, los autores ofrecen referencias de comparación entre fuentes, trazan posibles escenarios, presentan conclusiones sustantivas y proponen nuevos temas para la discusión.

Fundación Futuro Latinoamericano aplaude la iniciativa del Gobierno de Chile y confía en que los valiosos insumos que se presentan en este documento sean tomados en consideración en un proceso de diálogo amplio, multisectorial y transversal, que resulte en una política energética para el desarrollo sostenible de su país.

Fundación Futuro Latinoamericano

1. Tokman R., Marcelo. Ministro Presidente de la Comisión Nacional de Energía. "Política Energética: Nuevos Lineamientos. Transformando la crisis energética en una oportunidad política". Santiago de Chile, 2008.



2.

INTRODUCCIÓN

Es un hecho conocido la creciente preocupación nacional por la composición de la matriz energética eléctrica², gatillada por factores como alzas y volatilidad de precios, riesgos de desabastecimiento, y la creciente oposición a proyectos de generación, aludiendo consideraciones socioambientales. La proliferación de posiciones sobre lo factible y lo deseable, ha evidenciado tanto la urgencia de contar con un documento oficial relativo a la política energética (eléctrica) chilena, como el cuestionamiento creciente a la política subyacente, basada en aspectos como precios reales, neutralidad tecnológica, cumplimiento de regulaciones ambientales y territoriales, y decisiones privadas.

Si a lo anterior se suma la creciente dificultad para la aprobación de proyectos de inversión, debido a preocupaciones ambientales y sociales, y los constantes planteamientos en torno a la insuficiencia de las regulaciones relacionadas con el uso del territorio, el resultado es una percepción generalizada de intranquilidad y crisis permanente. Muestras recientes de lo señalado son la suspensión de la tramitación ambiental del Proyecto HidroAysén y el retiro de la Central Farellones del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, hechos que ponen en carpeta la capacidad tanto de los actores privados para formular, como del sistema público y de la ciudadanía para analizar proyectos de esta envergadura³.

Al observar la brecha existente entre la demanda proyectada en los Informes de Precio de Nudo, que elabora semestralmente la Comisión Nacional de Energía (CNE)⁴, y las proyecciones de oferta de electricidad para satisfacerla, surge la pregunta de si seremos capaces de abastecer el diferencial que subyace en los “proyectos recomendados”. La opción de continuar con la situación actual, donde el sector privado reacciona a las señales de precios generando proyectos específicos para abastecer la demanda, podría agudizar la falta de inversión, y sus efectos: desabastecimiento, aumentos de precios y presiones sobre el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental para acelerar la tramitación de proyectos, en desmedro de la cuantificación adecuada de los potenciales impactos socioambientales.

Otra alternativa es definir roles activos a la institucionalidad pública. Bajo ambas situaciones, sin embargo, resulta imperativo definir regulaciones que se hagan cargo de las externalidades ambientales y sociales asociadas a las distintas fuentes, y que, de lo contrario, generan distorsiones en los precios de generación y, por ende, en la matriz eléctrica final.

2. Aunque este documento se limita al ámbito de la energía eléctrica, idealmente se inserta en una discusión sobre la matriz energética general, en la cual se pueden analizar también los procesos de sustitución entre energía eléctrica y otras fuentes energéticas. Esto es particularmente relevante en la industria, el transporte (modos basados en electricidad vs. modos basados en combustibles, así como tecnologías distintas dentro de un mismo modo), y en la vivienda (especialmente en la calefacción y considerando las recientemente introducidas soluciones energéticas integrales, tales como los edificios “full electric”).

3. En el caso de HidroAysén, el Estudio de Impacto Ambiental consta de más de 10.000 páginas, sobre el cual se formularon un total de 3.000 observaciones.

4. El Informe de abril de 2008 muestra diferencias evidentes entre la oferta proyectada y la recomendada, tal como se muestra en el gráfico 4. Se distingue entre los proyectos que se encuentran en alguna fase de su proceso de construcción (oferta adicional proyectada) y aquéllos cuya implementación es recomendada por la autoridad (oferta recomendada), a la luz de las alternativas tecnológica y económicamente factibles.

Durante marzo de 2008 entró en vigencia la Ley N° 20.257⁵, como uno de los hitos más relevantes en el fomento a las Energías Renovables No Convencionales (ERNC). Si bien esta apuesta fue considerada cautelosa, insuficiente y poco visionaria por unos, y demasiado intervencionista, distorsionadora y cara por otros, no ha pasado aún el tiempo suficiente para evaluarla. No obstante, la evidencia internacional muestra experiencias exitosas, que han logrado aumentos importantes en la participación de ciertas fuentes en su matriz energética en países que han sido más osados a la hora de apostar⁶.

Desde una perspectiva de formulación de políticas públicas, el momento actual puede resultar una valiosa oportunidad para iniciar un proceso que culmine en la generación de una política energética (eléctrica) explícita para el país. A juicio de los autores se debe avanzar urgentemente en al menos dos aspectos claves para el desarrollo del sector eléctrico:

Crear igualdad de condiciones entre distintas fuentes desde una perspectiva que considera los costos socioambientales reales (locales y globales, individuales y sinérgicos, territoriales y culturales) de las distintas opciones tecnológicas, incluyendo la eficiencia energética, y

Acelerar los procesos de capacitación a profesionales y técnicos locales que permitan un rápido acceso a las distintas tecnologías existentes en el mercado mundial.

Al mismo tiempo, se enfatizan dos alternativas, demasiadas veces obviadas en la discusión sobre las fuentes energéticas y que resultan muy relevantes para una adecuada gestión:

Acelerar el proceso de innovación en tecnologías que reduzcan las limitaciones de las opciones energéticas existentes, considerando las crecientes condicionantes económicas y ambientales de las fuentes energéticas convencionales, y las ventajas comparativas que Chile tiene en distintas fuentes energéticas no convencionales.

Mejorar el acceso y la disponibilidad de información sobre precios, estado y proyecciones de demanda y oferta de energía, diferenciada por sectores de consumo, sistema interconectado y región, catastros de radiación solar, hidrológicos y de vientos, por mencionar sólo algunos.

A través de la recopilación de diversos estudios y fuentes de información existentes, este documento busca proporcionar al lector información relevante y resumida sobre la situación energética eléctrica actual en Chile y su proyección en las próximas dos décadas. Se abordan aspectos económicos y socioambientales, con el objetivo de aportar a la discusión sobre las condiciones necesarias para la toma de decisión e inversión en cada energético y las posibles apuestas futuras factibles.

5. En el Mensaje Presidencial (N° 021-355) que acompaña esta Ley, se destacan como motivación una política de mediano y largo plazo que apunta a diversificar la matriz energética como la base para enfrentar los riesgos y desafíos futuros del país en esta materia, así como la sustentabilidad ambiental en el desarrollo del sector. Con los instrumentos que se proporcionan se apunta a crear las condiciones para materializar proyectos de energías renovables no convencionales, enfrentando, entre otras dificultades, la necesidad de mayor certidumbre en ingresos de mediano y largo plazo, y las complejidades de proyectos innovadores y de menor tamaño.

6. Veamos por ejemplo el caso de etanol en Brasil, el caso de energía solar en Alemania, el caso de EE en California, o el caso de la energía nuclear en Francia.

3.

SITUACIÓN ACTUAL DEL SECTOR ENERGÉTICO-ELECTRICO Y TENDENCIAS EN LOS ÚLTIMOS AÑOS



De acuerdo a la información que se presenta anualmente en el Balance Nacional de Energía (BNE) que publica la CNE, en cuanto a la capacidad instalada de generación, a nivel nacional predominan las centrales termoeléctricas por sobre las hidroeléctricas, con 64% y 36% del total, respectivamente. La capacidad instalada ha aumentado durante todo el período considerado, con una participación creciente de las plantas hidroeléctricas respecto de las termoeléctricas, a partir de 2004⁷.

En Chile existen dos sistemas interconectados, que en conjunto, representan un 99% del total de los subsistemas: el del Norte Grande (SING) y el del Centro (SIC). El SING posee casi exclusivamente generación térmica, mientras que el SIC presenta una mezcla entre ésta y la generación hidroeléctrica.

Si se analiza la información disponible de capacidad instalada y peaks de demanda a nivel de Sistema, en el SING la capacidad instalada excede con creces la demanda de los usuarios del sistema, no obstante, ésta nunca ha estado realmente disponible al haber sido proyectada considerando una oferta de gas natu-

ral procedente de Argentina que nunca llegó a concretarse. Es así como en la actualidad la generación eléctrica del SING se ha logrado mantener gracias a que las unidades de ciclo combinado existentes fueron adaptadas para funcionar en base a diesel. Sin embargo, este combustible es caro y su abastecimiento requiere de una infraestructura y logística compleja y altamente vulnerable, lo que ha redundado en un importante aumento en los costos de generación.

En el SIC, vemos que la capacidad instalada y la demanda máxima se relacionan más directamente, estando la escasez asociada más a factores meteorológicos que de suministro.

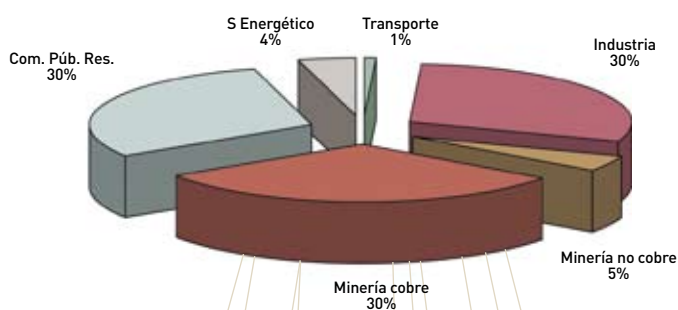
Respecto a los actores que participan del mercado, el análisis a nivel de grupos económicos muestra una alta concentración. En el SING, Inversiones Mejillones es propietaria del 47% de la potencia instalada, seguida por Endesa que representan el 27% de la potencia y Gener, con un 26%⁸. En el SIC, ENDESA posee el 49% de la generación en el sistema, el Grupo Matte participa con un 22% y el Grupo Gener con un 17,4%.

7. El principal combustible en la matriz de generación es el gas natural, lo cual explica los impactos que ha significado para el país la crisis energética en Argentina, el único proveedor de gas natural para Chile, y los cortes de suministro que se han producido los últimos años.

8. En base a la información proporcionada por cada uno de los CDEC para las empresas participantes y por los sitios en internet de las empresas donde se indican los grupos económicos a los que cada una pertenece.

La demanda de electricidad en Chile está básicamente asociada al sector industrial y minero, en particular al cobre, seguido por el sector denominado "Comercial, público y residencial". Según el BNE 2007, esta composición es:

Gráfico 1: Consumo Eléctrico por Sector



Fuente: BNE 2007



3.1 Hitos regulatorios e institucionalidad

En términos de regulación, la principal legislación que rige al sector eléctrico es la Ley General de Servicios Eléctricos (DFL 1) y su Reglamento. Durante los últimos años el DFL 1 se ha modificado a través de las Leyes N° 19.940 en 2004 y N° 20.018 en 2005, conocidas como Ley Corta 1 y 2, orientadas principalmente a corregir el sistema de pago a los sistemas de transmisión, la primera y a fomentar las inversiones a través de la estabilización de los precios de largo plazo, la segunda. En marzo de 2008 se promulgó la Ley N° 20.257, que busca crear las condiciones para materializar proyectos de energías renovables no convencionales, exigiendo a las empresas generadoras del SING y el SIC acreditar que un 5% de la energía comercializada a sus clientes durante cada año fue inyectada a los sistemas eléctricos por nuevas ERNC, a partir de 2010 y hasta 2014⁹.

En cuanto al modelo institucional, la CNE se relaciona con el Poder Ejecutivo a través del Ministerio de Minería. Su objetivo es 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 aquellas materias relacionadas con energía. En marzo de 2005 se creó el Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), al alero del Ministerio de Economía, como primera iniciativa pública para promover el uso eficiente de la energía en el país. A partir de 2008 el PPEE es parte de la CNE.

En enero de 2008 se presentó ante el Congreso el Proyecto de Ley que crea el Ministerio de Energía, cuyo foco radica en la separación de las funciones de rectoría y regulación técnica-económica. Durante la discusión de dicho Proyecto de Ley se agregó al Ministro de Energía la facultad para la creación de una agencia público-privada orientada al uso eficiente de la energía y una indicación para permitir la dictación de normas mínimas de desempeño energético.

9. A partir de esa fecha, dicho porcentaje se incrementará gradualmente en 0,5% anual, hasta llegar al 10% en el año 2024. Se introduce una sanción económica proporcional a la energía renovable no convencional no suministrada en casos de incumplimiento, consistiendo en un cargo de 0,4 UTM por cada megawatt hora de energía renovable no convencional no acreditada, el que aumentará a 0,6 UTM en caso de que las empresas reincidan en incumplimiento.

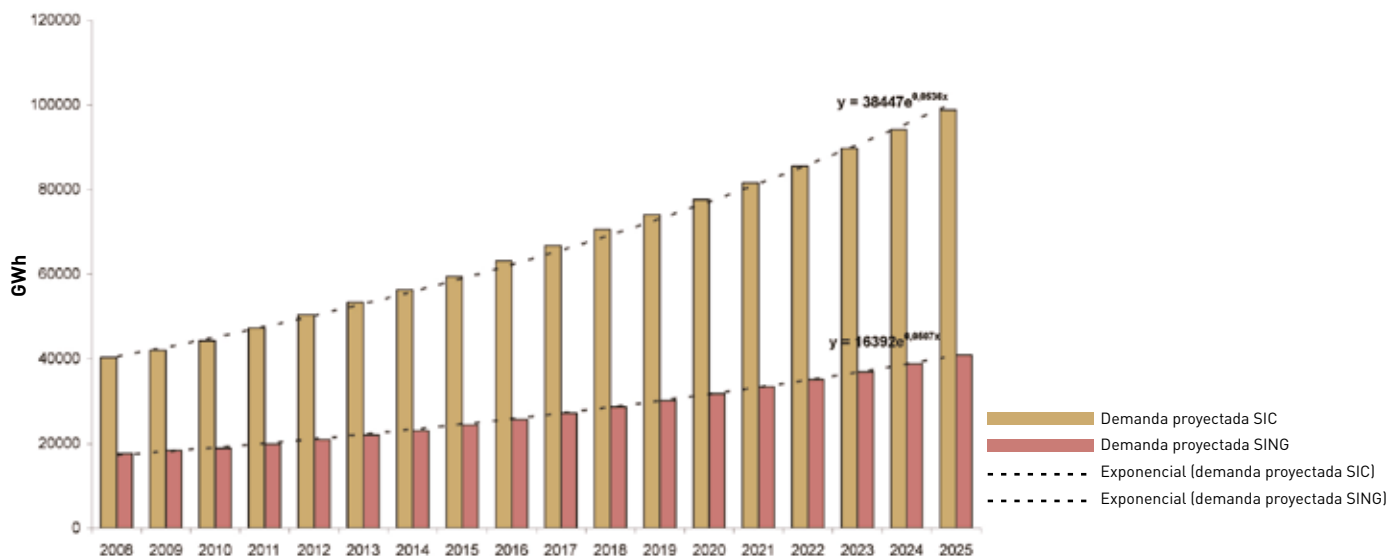


3.2 Proyección de oferta y demanda

Para poder visualizar los requerimientos de la política energética, resulta fundamental conocer cuáles son las proyecciones de la demanda y la oferta. Los Informes de Precio de Nudo muestran la predicción del regulador acerca de ambas variables en un horizonte de diez años, y constituyen el único referente público al respecto.

El gráfico 2 muestra la proyección de demanda realizada utilizando la misma metodología seguida por PRIEN (2008)¹⁰. El Gráfico 3 presenta los resultados del mismo estudio para la demanda por subsector, con un claro rol “conductor” de la demanda eléctrica en el SIC asociada a los sectores industrial y minero, seguidos por el comercial, lo cual debería ser considerado a la hora de definir una política pública para el uso eficiente de energía.

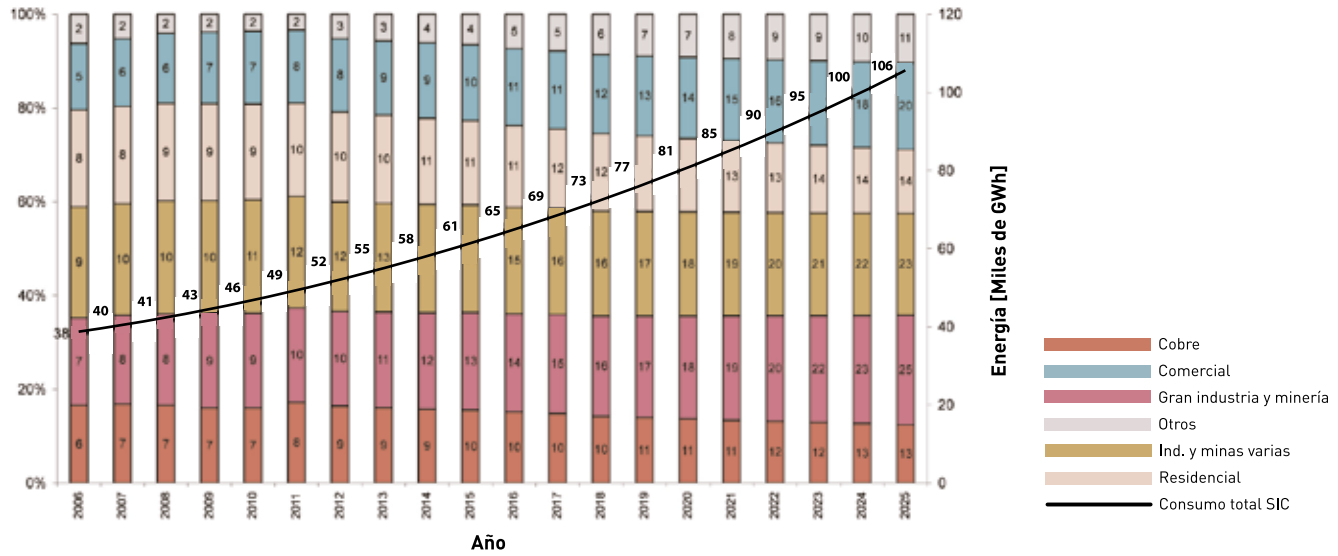
Gráfico 2: Demanda proyectada



(*) Elaboración propia en base a PRIEN (2008). Informes precio de nudo abril 2008.

10. PRIEN (2008) “Estimación preliminar del potencial de la eficiencia en el uso de la energía eléctrica al abastecimiento del Sistema Interconectado Central”.

Gráfico 3: Proyección de demanda de energía eléctrica en el SIC



Fuente: PRIEN 2008

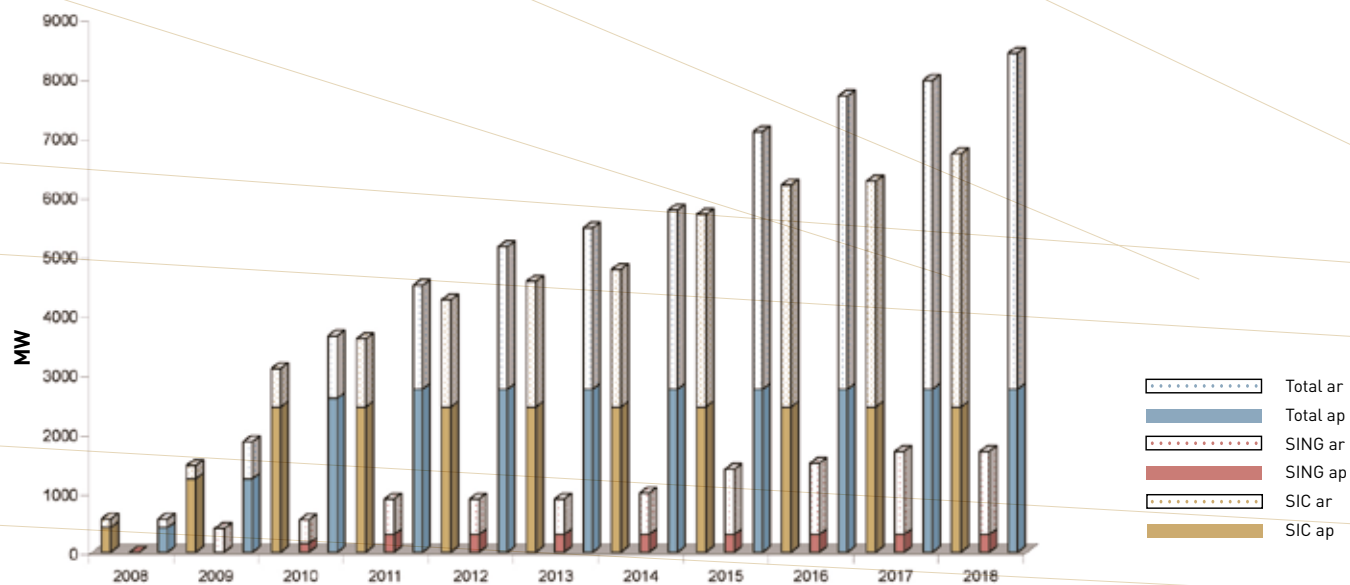


La oferta de energía eléctrica también puede ser proyectada en base a los Informes de Precio de Nudo. A partir de esta información se construyó el gráfico 4, donde se presenta la proyección de oferta hasta el 2018. Las diferencias entre la oferta proyectada y la recomendada son evidentes. La primera corresponde a la suma de los proyectos que, a la fecha de elaboración del Informe de Precio de Nudo, se encontraban en alguna fase de su proceso de construcción y que, por ende, tenían una fecha estimada de entrada al sistema ("ap" en el gráfico), y la segunda corresponde a la expansión de oferta recomendada por la CNE, que permitirá abastecer la demanda proyectada en los mismos informes de precio nudo, y que en el gráfico se distingue como "ar" (adicional recomendado).¹¹

11. En el Anexo 5 "Estudio Programa de Obras de Generación y Transmisión de Mínimo Costo de Abastecimiento del SIC" del Informe de Precio de Nudo, se entrega el Plan de Obras recomendado por la CNE y que se denominó "oferta recomendada" (ar): "A partir de la información disponible por esta Comisión, se conformó un set de proyectos factibles de ser desarrollados en el horizonte 2008-2018, incluyendo alternativas tecnológicas que cubrieran diferentes fuentes energéticas." Para cada tipo de proyecto se utilizan distintos criterios en la selección. En base a esta información se considera "Oferta adicional proyectada" (ap) a las obras que se encuentran en construcción al momento del Informe de Precio de Nudo y como "Oferta adicional" a la suma de la oferta recomendada y la oferta adicional proyectada.



Gráfico 4: Oferta proyectada



Fuente: Elaboración propia en base a información de Informe de Precio de Nudo abril 2008

De la lectura de datos visualizados a través del gráfico, surge inmediatamente la pregunta de si seremos capaces de aprovechar el espacio que nos da hoy esta diferencia, iniciando las inversiones que más benefician al país en términos económicos, ambientales y sociales.



4.

ESTADO DE LA INFORMACIÓN

Tal como se mencionó en la introducción de este documento, la discusión acerca de las fuentes alternativas de energía requiere como insumo fundamental el contar con información de calidad. Información incompleta se traduce en decisiones sesgadas, que no reflejan los costos y beneficios socioambientales asociados a cada una de las fuentes energéticas.

Respecto de la demanda de energía y las posibilidades de su uso eficiente, la información disponible proviene básicamente de dos fuentes: los Informes de Precio de Nudo elaborados en los meses de abril y octubre de cada año por la CNE y el Balance Nacional de Energía (BNE), que elabora anualmente la misma Comisión y que publica en el mes de julio. En el primero, se entregan proyecciones de crecimiento de oferta y demanda por sistema interconectado. En el segundo, aparece el desglose de los consumos de energía secundaria por sector de consumo a nivel agregado de la demanda, no así por cada uno de los sistemas.

Lo anterior dificulta de sobremanera la realización de proyecciones de demanda por sectores y la estimación de potencialidades de mejorar el uso de la energía en cada uno de ellos.

Otro elemento a considerar es que en el BNE no se indican las empresas consideradas en el sector industrial, las cuales constituyen la estimación de demanda que se publica. Por tal motivo, no es posible contrastar con ellas sus proyecciones para el año siguiente. Tampoco se diferencian por ejemplo, consumos en el

sector comercial y en el sector público, definiendo con claridad los subsectores incluidos.

Para fines de este documento, se utilizaron las proyecciones de demanda y posibilidades de uso eficiente de energía estimados en el estudio PRIEN (2008), elaborado para Chile Sustentable.

El Programa País de Eficiencia Energética, por su parte, cuenta con una serie de estudios disponibles -algunos de los cuales pueden ser obtenidos de la página web de dicha institución¹²- y fueron también consultados a efectos de la elaboración del presente trabajo. En particular los estudios "Estimación del potencial de ahorro de energía, mediante mejoramientos de la eficiencia energética de los distintos sectores", realizados por el PRIEN, en sus versiones 2004 y 2008.

Con respecto a las Energías Renovables no Convencionales (ERNCC), la tabla 1 refleja un esfuerzo por sistematizar la información básica disponible, y constituye una invitación a su complementación, para obtener mayor claridad sobre el estado de la información en Chile.

En conclusión, se considera que la información, su calidad, periodicidad, nivel de profundidad, sistematización y disponibilidad, constituyen un desafío importante para el sector, especialmente si lo que se persigue es generar mayor inversión privada asociada a las energías alternativas y a la eficiencia energética.

12. PPEE en internet: www.ppee.cl

Tabla 1: Estado de la Información en ERNC

Energía	Fuente de información	Contenido	Autor	Año
ERNC	Estudio de contribución de las ERNC al SIC al 2025	Investigación para evaluar el potencial técnico-económico de las energías renovables no convencionales y el uso eficiente de la energía, procurando un aporte al abastecimiento eléctrico y la diversificación energética, en el Sistema Interconectado Central (SIC), como una manera de reducir la vulnerabilidad del sistema y la dependencia energética del país.	Universidad Técnica Federico Santa María con el apoyo de entidades gubernamentales, tales como la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), Comisión Nacional de Energía (CNE), Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), junto a entidades privadas como la Asociación Chilena de Energías Renovables (ACERA) y Organizaciones no Gubernamentales (ONG's)	2008
Eólica	Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables	Mediciones de viento en 32 localidades aisladas de la red eléctrica.	Gobierno de Chile y la Organización de Naciones Unidas	2008
	Campaña de prospección eólica: Informe preliminar	Campaña de caracterización del patrón de vientos en zonas de las regiones de Atacama, de Coquimbo y del Maule	GTZ y CNE	2008
	Datos eólicos preliminares	Informe preliminar donde se publican los datos de viento relativos a las mediciones obtenidas en las regiones de Atacama, Coquimbo y Maule	GTZ y CNE	2008
	Guía para Evaluación Ambiental: Proyectos Eólicos	Guía orientada a la tramitación ambiental de proyectos eólicos en Chile	GTZ y CNE	2006
	Simulación Preliminar de Desempeño Operacional y Comercial de Centrales de Generación Eléctricas Geotérmicas y Eólicas	Análisis operacional y económico de posibles proyectos de generación eléctrica operando en los sistemas eléctricos nacionales	Universidad de Chile (para CNE)	2003
	Mejoría del conocimiento del recurso eólico en el norte y centro del país	Recopilación y análisis de información meteorológica de superficie entre las regiones de Atacama y de Los Lagos	Fundación para la Transferencia Tecnológica (para CNE)	2003
	Evaluación del potencial de energía eólica en Chile	Estudio de Baja densidad de los vientos en Chile	CORFO	1993
Geotermia	Simulación Preliminar de Desempeño Operacional y Comercial de Centrales de Generación Eléctricas, Geotérmicas y Eólicas	Análisis operacional y económico de posibles proyectos de generación eléctrica operando en los sistemas eléctricos nacionales	Universidad de Chile (para CNE)	2003
	Catastro de manifestaciones termales en Chile	Catastro de los sitios que se estima pueden poseer un potencial geotérmico aprovechable energéticamente.	SERNAGEOMIN	En actualización constante
	Reglamento que Identifica fuentes probables de Energía Geotérmica	Estudio sobre identificación de Fuentes Probables de Energía Geotérmica	SERNAGEOMIN	2000



Energía	Fuente de información	Contenido	Autor	Año
Biomasa	Potencial de Biomasa Forestal	Estudio que configura una primera aproximación a la viabilidad de generar energía a partir de los residuos provenientes del manejo forestal en Chile	GTZ y CNE	2008
	Guía para Evaluación Ambiental: Proyectos de Biomasa	Guía que orienta sobre la tramitación ambiental en Chile de proyectos de generación de energía eléctrica por medio del uso de biomasa y biogás.	GTZ y CNE	2007
	Potencial de Biogás	Estudio que caracteriza los distintos tipos de biomasa disponibles en Chile para la producción de biogás. Contiene una estimación preliminar de su potencial energético (energía eléctrica y térmica).	GTZ y CNE	2007
	Residuos Madereros	Estudio que analiza la disponibilidad de residuos de la industria primaria de la madera que son factibles de usar para la generación de energía.	GTZ y CNE	2007
Solar	Estación de medición de la radiación solar en Pozo Almonte	Medición de la radiación solar con sistema de seguimiento en el norte de Chile	GTZ y CNE	En proceso
	Archivo Solarimétrico Nacional	Mapa de baja densidad sobre las radiaciones solares diarias para todas las regiones del país	Universidad Técnica Federico Santa María	1987

Fuente: Elaboración propia



5.

CARACTERIZACIÓN DE LAS FUENTES ENERGÉTICAS



El análisis de las fuentes energéticas desarrollado en este capítulo contempla energía termoeléctrica, hidroelectricidad, eficiencia energética, biomasa, energía eólica, energía solar, energía mareomotriz, energía geotérmica y energía nuclear, cubriendo los siguientes aspectos: potencial, costos, seguridad energética, eficiencia, emisiones de CO₂, aspectos ambientales, efectos laborales y factores de éxito y fracaso.

A continuación se presentan los principales hallazgos, con una perspectiva transversal a los energéticos considerados. En la sección IV del documento completo¹³ se discuten los aspectos específicos a las fuentes consideradas. Se ha optado por no emitir juicios ni intentos de objetivización en lo que se refiere a la eventual priorización o ponderación de los diferentes elementos considerados, puesto que se cree que esta tarea es parte de la futura discusión política necesaria para decidir sobre estrategias

energéticas de neutralidad o de fomento de fuentes seleccionadas. En el presente trabajo se entregan únicamente antecedentes e insumos para su discusión.

En las siguientes tablas se presentan los valores cuantificables e indicaciones de orden cualitativo que se lograron obtener desde la elaboración de este documento.

13. Pronto disponible en la sección "publicaciones" de la página web de FFLA / www.ffla.net

Tabla 2: Caracterización de fuentes energéticas

Fuentes de energía	Tecnología considerada para el cálculo de costos	Capacidad Instalada en la Matriz Chilena al 2007 ¹⁴	Potencial Bruto (MW) ¹⁵	Potencial Económicamente Factible 2025 (SIC) (MW) ¹⁶	Proyectos en el SEIA (MW) ¹⁷
Eficiencia Energética	Múltiples	-	-	4,565	n.a
Gas natural	Turbina de gas de ciclo abierto	37%	-	-	740
	CCGT (Turbina de gas de ciclo combinado)				
Petróleo	Motor Diesel	7%	-	-	66,5
Carbón	CP (Combustible pulverizado con desulfuración de los gases de escape)	16%	-	-	3250
	CIF (Combustión de lecho fluido circulante)				
	CCGI (Ciclo combinado con gasificación integrada)				
Energía nuclear	Reactor de agua ligera	-	-	-	-
Biomasa	Central de generación a partir de biomasa	1%	13.675	903	-
Energía eólica	Terrestre	0%	40.000	1200	791
	Marítima	-			
Energía hidroeléctrica	Central grande	38%	-	-	3065,9 ¹⁸
	Central pequeña		20.392	1850	43
Energía solar	Concentración Solar	-	101.000	400	-
	Fotovoltaica	-			
Geoterminia	Electricidad	-	16.000	1400	-
	Calor				

14. Datos Capacidad Instalada: CNE.

15. Fuente Potencial Económicamente Factible: Aporte potencial de: Energías Renovables No Convencionales y Eficiencia Energética a la Matriz Eléctrica, 2008 - 2025.

16. Fuente Potencial Económicamente Factible: Aporte potencial de: Energías Renovables No Convencionales y Eficiencia Energética a la Matriz Eléctrica, 2008 - 2025 (Escenario Dinámico Plus).

17. Fuente: Elaboración Propia; Proyectos a Noviembre del 2008 que no están aprobados y que no están incluidos en el plan de obras.

18. En el potencial considerado en la columna "Proyectos en el SEIA (MW)", se agregó la información disponible en el Directorio de Proyector 2008 de CORFO, que no aparecía en el E-SEIA..

Fuentes de energía	Tecnología considerada para el cálculo de costos	Costo Generación 2006 WEO 2008 para ERNC ¹⁹ , y 2005 CE(2007) para EC (US\$/MWh)	Costo Generación 2030 WEO 2008 para ERNC ²⁰ , y 2005 CE(2007) para EC (US\$/MWh)	Emisiones GEI (Kg CO ₂ eq / MWh) ²¹	Eficiencia ²²
Eficiencia Energética	Múltiples	Entre 0,29 y 196,1		Indirectas	-
Gas natural	Turbina de gas de ciclo abierto	60-90	70-110 (170 (WEO [2008]))	440	40%
	CCGT (Turbina de gas de ciclo combinado)	45-58	50-70 (170 (WEO [2008]))	400	50%
Petróleo	Motor Diesel	90-100	100-120	550	30%
Carbón	CP (Combustible pulverizado con desulfuración de los gases de escape)	40-50	60-80	800	40-45%
	CIF (Combustión de lecho fluido circulante)	45-60	65-85	800	
	CCGI (Ciclo combinado con gasificación integrada)	50-65	70-90	750	48%
Energía nuclear	Reactor de agua ligera	50-60	50-60 (110 (WEO [2008]))	15	33%
Biomasa	Central de generación a partir de biomasa	35-100	30-70	30	30-60%
Energía eólica	Terrestre	90-100	70-80	30	95-98%
	Marítima	100-110	80-90	10	95-98%
Energía hidroeléctrica	Central grande	-	-	20	95-98%
	Central pequeña	40-90	30-90	5	
Energía solar	Concentración Solar	150-370	80-200	-	-
	Fotovoltaica	320-680	120-260	100	-
Geotermia	Electricidad	70-80	40-70	-	45-90% ²³
	Calor	-	-	-	20-70% ²⁴

19. Datos recolectados de información gráfica del World Energy Outlook (WEO) de la Agencia Internacional de Energía (AIE) / Cifras para Eficiencia Energética basadas en Capítulo IV del Documento completo.

20. Datos recolectados de información gráfica del WEO / AIE.

21. Fuente: Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo, "Una Política Energética para Europa", 2007.

22. Fuente: Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo, "Una Política Energética para Europa", 2007.

23. Valores obtenidos de World Energy Assessment, Overview 2004 Update, PNUD.

24. Valores obtenidos de World Energy Assessment, Overview 2004 Update, PNUD.

Fuentes de energía	Tecnología considerada para el cálculo de costos	Dependencia Meteorológica ²⁵	Seguridad de Abastecimiento "Perspectiva Geopolítica" ²⁶	Porcentaje del Total que es Importado año 2007 (Combustible) ²⁷	Sensibilidad al precio del combustible ²⁸	Reservas Probadas*/ Producción anual ²⁹
Eficiencia Energética	Múltiples	n.a	n.a	n.a	n.a.	n.a
Gas natural	Turbina de gas de ciclo abierto	Nula	muy baja	57% Debido a la restricción Argentina. Año normal 80%	Muy alta	64 años
	CCGT (Turbina de gas de ciclo combinado)					
Petróleo	Motor Diesel	Nula	media - baja	0,98	Muy alta	42 años
Carbón	CP (Combustible pulverizado con desulfuración de los gases de escape)	Nula	baja	0,79	Media	155 años
	CIF (Combustión de lecho fluido circulante)					
	CCGI (Ciclo combinado con gasificación integrada)					
Energía nuclear	Reactor de agua ligera	Nula	media - alta	-	Baja	Reservas razonables: 85 años
Biomasa	Central de generación a partir de biomasa	Nula	n.a.	Nulo	Media	Energías Renovables
Energía eólica	Terrestre	Media				
	Marítima					
Energía hidroeléctrica	Central grande	Alta				
	Central pequeña					
Energía solar	Concentración Solar	Media				
	Fotovoltaica					
Geotermia	Electricidad	Nula				
	Calor					

25. Fuente: Elaboración Propia.

26. Se tomó como referencia la lista de clasificación de riesgo país de la OECD de los países que proveen de combustible a nuestro país. Además se consideró el porcentaje que representan del total de las importaciones. La tabla que se construyó con estas cifras se encuentra en Anexo III.

27. Fuente: Balance Energético, CNE, 2007.

28. Fuente: Elaboración Propia.

29. Fuente: Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo, "Una Política Energética para Europa", 2007. * Constituyen reservas probadas del recurso que, según el análisis de los datos geológicos y de ingeniería, presentan razonable certeza de ser recuperables en el futuro, y se encuentran en yacimientos conocidos bajo condiciones económicas, reglamentos y métodos operativos existentes, o sea, a precios y costes vigentes en la época de su evaluación.

Fuentes de energía	Tecnología considerada para el cálculo de costos	Efectos Laborales (trabajadores por MW instalado)		Posibilidad de Conflicto ³⁰	Tipo de Mercado ³¹
		Construcción	Operación		
Eficiencia Energética	Múltiples	Importante; en Europa: efecto directo: entre 10 y 20 puestos por cada millón de Euros invertidos; de los puestos creados, 10% se asocian a inversión directa en EE y 90% a efectos indirectos ³²		n.a	n.a
Gas natural	Turbina de gas de ciclo abierto	2 ³³	0,73 ³⁴	Media	Concentrado (Pocos grandes Actores)
	CCGT (Turbina de gas de ciclo combinado)				
Petróleo	Motor Diesel			Media	Concentrado (Pocos grandes Actores)
Carbón	CP (Combustible pulverizado con desulfuración de los gases de escape)			Alta	Concentrado (Pocos grandes Actores)
	CIF (Combustión de lecho fluido circulante)				
	CCGI (Ciclo combinado con gasificación integrada)				
Energía nuclear	Reactor de agua ligera	n.a.	n.a.	Muy Alta	-
Biomasa	Central de generación a partir de biomasa	16,01 5,2	0,1 1,4	Baja	Mercado limitado a empresas que manejan la biomasa como insumos
Energía eólica	Terrestre	5,8 ³⁵	0,3 ³⁶	Baja	Competitivo
	Marítima	3,6 ³⁷	0,4 ³⁸		
Energía hidroeléctrica	Central grande	24,3	1	Alta	Concentrado (Pocos grandes actores dueños de derechos de agua)
	Central pequeña	4,1	0,2	Media	
Energía solar	Concentración Solar	6 ³⁹	n.a.	Baja	Mercado de innovación
	Fotovoltaica				
Geotermia	Electricidad	0,25	0,04	Baja	Concesiones

30. Fuente: Elaboración Propia.

31. Fuente: Elaboración Propia.

32. Para mayores detalles ver sección eficiencia energética, efectos laborales, del documento completo. Association for the Conservation of Energy (2000) Employment Impacts of Energy Efficiency Investment Programmes, financiado por el Programa SAVE de la Comisión Europea.

33. Información construida a partir de 16 Proyectos ingresados en el SEIA a Noviembre de 2008.

34. Información construida a partir de 16 Proyectos ingresados en el SEIA a Noviembre de 2008.

35. Considera los 4 proyectos eólicos de hasta 74 MW con información laboral disponible en el SEIA (Ver sección Eólica).

36. Considera los 4 proyectos eólicos de hasta 74 MW con información laboral disponible en el SEIA (Ver sección Eólica).

37. Corresponde al Proyecto Talinay (500 MW).

38. Corresponde al Proyecto Talinay (500 MW).

39. Información asociada al Proyecto Beneixema, España.



5.1 Potencial

Para las fuentes energéticas convencionales no existen estimaciones de potenciales bruto, ni de los potenciales económicamente factibles. Las referencias de los proyectos ingresados al SEIA proporcionan una idea de lo que el sector privado estaría eventualmente dispuesto a invertir en este momento en las fuentes convencionales. En este grupo destaca claramente la fuente Carbón, con más de 3.000 MW de capacidad que están siendo estudiadas. La limitante del potencial bruto de las fuentes convencionales de combustibles fósiles se da por las reservas probadas, que en el caso del carbón son del orden de 155 años.

El potencial económicamente factible total de ERNC para el sistema SIC es de 5.753 MW (de esto, el porcentaje de participación más alto está con las pequeñas hidroeléctricas, con 1.850 MW). También es digno de destacar el potencial que se asocia a la Eficiencia Energética, 4.565 MW para el año 2025. Esto constituiría aproximadamente la totalidad de la capacidad adicional necesaria proyectada para el sistema SIC para el año 2025.

Por otra parte, llama la atención la gran diferencia entre el potencial bruto y el potencial económicamente factible (cifras 2008). En general, el potencial económicamente factible está entre un 5% y un 10% del potencial bruto, con excepción de la energía solar fotovoltaica, que manifiesta el potencial bruto más alto, con 101.000 MW, pero que debido a su alto costo no alcanza actualmente ni el 0,5% de lo económicamente factible.

5.2 Costos

Las estimaciones de costos de cada alternativa energética son indicaciones generales que pueden variar bastante en la implementación de proyectos, dependiendo entre otros aspectos, de la infraestructura existente, la experiencia y capacitación de los recursos humanos, y la disponibilidad y accesibilidad de las tecnologías. Sin embargo, de manera indicativa, se pueden presentar varios antecedentes importantes:

Las ERNC presentan, en promedio, un mayor costo de generación que las energías convencionales.

Existen ERNC que hoy resultan competitivas con las convencionales en contextos y circunstancias favorables. Lo anterior no aplica al caso de la energía solar fotovoltaica.

Los costos de generación de las ERNC se proyectan a la baja en el tiempo, no así para las energías convencionales.

De mantenerse esta tendencia, al año 2025 las ERNC serían una alternativa competitiva con respecto a las energías convencionales.

La posibilidad de cuantificar los costos por MW equivalente para la EE es un gran avance para introducir la EE como otra opción energética en la matriz.

La EE presenta un rango de costos muy amplio, debido a la variedad de soluciones tecnológicas y ámbitos de acción que poseen. De todos modos, en un gran porcentaje de casos, su costo resulta menor al de otras opciones energéticas.

5.3 Seguridad energética

El objetivo de seguridad energética se asocia a un abastecimiento seguro, que minimice los riesgos de suministro a un costo que el país esté dispuesto a asumir. No debe ser confundido con “independencia energética” que implica autoabastecimiento eliminando riesgos de dependencia del extranjero⁴⁰.

La seguridad energética de cada fuente refleja factores como la dependencia de combustibles importados monopólicos, riesgos geopolíticos, nivel de competencia y participación de empresas, dependencia de factores climáticos, y nivel de concentración de generación en plantas individuales.

A excepción de la dependencia de factores climáticos, las ERNC proporcionan el más alto nivel de seguridad. En el caso del gas natural y del gas licuado resalta el alto riesgo país, mientras que la diversificación de los países abastecedores de Chile en el caso del petróleo, carbón y diesel disminuye los riesgos, que finalmente se asocian a potenciales aumentos de precios.

El argumento del portafolio diversificado puede ser evaluado como una acción para minimizar riesgos de abastecimiento, entendiéndose esta diversificación no sólo como de fuentes, sino también de países y empresas proveedoras.

5.4 Eficiencia

La eficiencia es un indicador relevante para evaluar los procesos de transformación de la energía. Mientras que en el caso de la energía hidráulica y la energía eólica la eficiencia alcanza casi

un 100%, en todos los otros casos existe un gran potencial de mejoramiento. En el caso de los combustibles fósiles actualmente sólo un 30-50% de la energía utilizada se convierte en electricidad. La mejora en la eficiencia constituye así un desafío central, especialmente para las fuentes basadas en combustibles fósiles, incluyendo también la energía nuclear y la geotermia.

5.5 Emisiones de CO₂

La emisión de CO₂ es, sin lugar a dudas, el tema ambiental más relevante en la generación eléctrica⁴¹. Los escenarios para las siguientes décadas, según la “Perspectiva Energética Mundial 2008”, de la Agencia Internacional de Energía, incluyen una proyección de las emisiones de carbono asociadas a la generación eléctrica y los usos de combustibles en distintos ámbitos. Todas las políticas energéticas de los países asociados a la OCDE establecen el vínculo entre emisiones de CO₂ y cambio climático, por lo que, estando Chile ad portas de una afiliación a la OCDE y acercándose la Conferencia de Copenhague⁴², la relevancia del tema resulta más que evidente.

Las ERNC, la hidroelectricidad y la energía nuclear generan, en promedio, una veintésima parte de las emisiones de gases de efecto invernadero respecto de las energías basadas en combustibles fósiles, por lo que la existencia de regulaciones sobre estas emisiones generarían mayor competitividad para las ERNC, así como para la hidroelectricidad y la energía nuclear. Como alternativa podría considerarse la posibilidad de reducir las emisiones de fuentes convencionales, no obstante una captura de alrededor del 30% implicaría duplicar el costo de generación.

40. Ver Rudnick, H. (2006) Seguridad energética en Chile: dilemas, oportunidades y peligros; Temas de la Agenda Pública, año 1, Nro. 4, noviembre 2006, Pontificia Universidad Católica, Vicerectoría de Comunicaciones y Asuntos Públicos.

41. El último informe del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (2007) señala que la temperatura media de la superficie terrestre aumentará entre 1,1 °C y 6,4 °C para el año 2090, lo que representa un cambio rápido y profundo. Aun cuando el aumento real sea el mínimo previsto, será mayor que en cualquier siglo de los últimos 10.000 años.

42. En Copenhague se ha de negociar un nuevo Protocolo que sustituya en 2012 al de Kyoto.



Asimismo, una correcta evaluación de las alternativas energéticas existentes, debe considerar el ciclo de vida asociado a cada una. Por ejemplo, en el caso de la energía solar fotovoltaica, sus emisiones pueden alcanzar un cuarto de las de la tecnología de turbinas de gas de ciclo combinado, al considerar los requerimientos energéticos del proceso de producción de los paneles.

5.6 Aspectos ambientales

Aunque la atención, especialmente a nivel global, se concentra en las emisiones de CO₂, existen otros efectos ambientales asociados a la generación eléctrica. Mientras que algunos de estos aspectos están sujetos a regulación y gestión a nivel nacional, otros se mueven en un terreno aún poco regulado y controlado, excepto a nivel de cada proyecto de inversión individual, a través de las Resoluciones de Calificación Ambiental elaboradas en el marco de los Estudios de Impacto Ambiental respectivos.

A pesar de que se dificulta la cuantificación y comparación de los efectos ambientales entre fuentes, a nivel general, se puede constatar que las ERNC implican efectos bastante menores que las energías convencionales. Los aspectos destacables incluyen:

El valor de áreas naturales prístinas o vírgenes: En el mundo este tipo de territorio se vuelve cada vez más escaso y el rompimiento de dicha condición involucra un costo de oportunidad difícilmente valorizable, por su valor intrínseco así como su potencial valor científico y su atractivo turístico. La identificación de esta condición, así como la decisión sobre cambios de la misma, no puede ser tomada en los Estudios de Impacto Ambiental sino que requiere una decisión política más básica que debe ser tomada a otro nivel.

Las emisiones locales generadas por las plantas termoeléctricas a gas natural, diesel y carbón así como la generación geotérmica: En Chile no hay una norma de emisión de las sustancias más significativas, aunque éstas se regulan básicamente a nivel de las Resoluciones de Calificación Ambiental generadas en el marco de los procesos de Evaluación de Impacto Ambiental respectivo a cada planta. Las fuentes que más emiten estas sustancias son, en orden de relevancia, el carbón, el diesel, y finalmente el gas natural y la biomasa en base a madera. Existen una serie de tecnologías de mitigación que elevan los costos de generación.

La calidad de aire en las localidades donde se ubican las centrales: Las zonas que se encuentran oficialmente declaradas latentes o saturadas con distintos contaminantes ya suman casi una decena, y existe alta coincidencia entre éstas y las ubicaciones de plantas termoeléctricas.

La alteración del caudal de los ríos en el caso de las hidroeléctricas grandes: Para evitar alteraciones de caudales demasiado bruscas, la legislación chilena introdujo el concepto de resguardo de un caudal ecológico mínimo. En el marco de varios EIA de proyectos hidroeléctricos chilenos han existido discusiones sobre los efectos ambientales de las alteraciones provocadas.

Las áreas inundadas en el caso de hidroeléctricas de embalse: La extensión de las áreas inundadas varía significativamente entre distintos proyectos hidroeléctricos.

Los riesgos de un posible accidente radiológico, así como los desechos radioactivos en el caso de la energía nuclear. Si se analizan los riesgos desde un punto de vista de probabilidad de ocurrencia v/s consecuencia, estos son muy poco probables de ocurrir, pero pueden tener efectos catastróficos. Hay una veintena de accidentes nucleares civiles documentados en las últimas cuatro décadas, con grados de peligrosidad desde "anomalías" hasta "accidentes graves", de acuerdo a la Escala Internacional de Accidentes Nucleares (INES según su sigla en inglés), siendo Chernobyl en Ucrania, en

1986, el más grave. Los residuos de las plantas nucleares son de aproximadamente 500 kg/año por cada 1.000 MW instalado en caso de un ciclo cerrado y en caso de un ciclo abierto, de 15 ton/año por cada 1.000 MW, siendo esto una diferencia significativa. En cualquier caso, estos residuos deben ser aislados por miles de años. El problema de los depósitos nucleares radica en los exigentes requerimientos que idealmente debería cumplir un depósito seguro y definitivo: alejado de toda comunidad humana, ubicado en terrenos libres de terremotos, y con suelos inmunes a filtraciones de agua.

Hay una serie de efectos ambientales que a nivel global se podrían considerar menos relevantes que los antes mencionados, pero que en ocasiones pueden ser muy significativos a nivel local: Entre ellos está el efecto del uso de agua para refrigeración en las termoeléctricas, incluyendo también la generación solar térmica, así como las plantas nucleares; cambios de condiciones climáticas locales debido a centrales hidroeléctricas de embalse; químicos disueltos en el agua debido a centrales geotérmicas; ruido ligado a las hélices de las instalaciones eólicas; efectos locales de las tecnologías mareomotrices no flotantes sobre el hábitat marino; metales tóxicos (cadmio, arsénico, selenio, galio) en las instalaciones donde se producen celdas solares fotovoltaicas; hasta efectos ambientales ligados al cambio tecnológico cuando se introducen tecnologías energéticamente más eficientes, como es el caso del mercurio presente en las ampollitas fluorescentes.



Un tema que en realidad no está directamente relacionado con el tema ambiental, pero que surge de manera permanente en el contexto de los Estudios de Impacto Ambiental, es el ordenamiento territorial y la compatibilidad y competitividad entre distintos usos de suelo.⁴³

5.7 Efectos laborales

La fuente de mayor efecto laboral positivo directo e indirecto es la Eficiencia Energética^{44,45}, y es por esta razón que en la argumentación política detrás del fomento de la EE se incluye el argumento laboral como un tema central, especialmente en los países industrializados. Los efectos laborales de todas las otras fuentes parecen ser⁴⁶, en general y a primera vista, menores, con cifras de entre 0,25 y 24 (grandes hidroeléctricas) empleos por MW en la fase de construcción y entre 0,04 (geotermia) y 1,4 (biomasa) empleos por MW durante la fase de generación. Si se considera la potencial diferencia en los efectos acumulados para la cantidad total de la capacidad instalada, pueden ser, sin embargo, más relevantes: si los 14.000 MW instalados en los dos subsistemas se basaran en geotermia, se generarían 560 empleos, comparado con 19.600 empleos para el caso de la energía de biomasa. Dos aspectos adicionales merecen especial mención: de acuerdo a las cifras recopiladas se puede deducir que a mayor tamaño de las centrales, menor es el efecto laboral por MW en la fase de generación. Esto se demuestra especialmente en el caso de las hidroeléctricas grandes vs. las centrales de menor tamaño, con cifras de 0,2 empleos por MW y 1 empleo por MW.



5.8 Factores de éxito y fracaso

Los factores de éxito y fracaso para una mayor incorporación de las respectivas fuentes en la matriz energética eléctrica son, desde luego, muy distintos en cada caso. Mientras que la energía nuclear tiene altas exigencias en cuanto a la institucionalidad y regulación pública, las energías convencionales enfrentan cada vez mayores conflictos socioambientales y de uso de suelo. La eficiencia energética por su parte, requiere de acelerados procesos de capacitación, y cambios tecnológicos en un gran número de actores y procesos, mientras que la energía solar y eólica tienen un bajo factor de planta con alta variabilidad horaria y baja generación durante las horas de mayor consumo. La energía geotérmica tiene altos costos de exploración y altos grados de incertidumbre, y la energía mareomotriz está poco explorada aún a nivel mundial. Otros factores de éxito y fracaso se discuten para cada caso en el capítulo IV de la versión completa del estudio.

43. Ver por ejemplo Seminario "Impactos de la Opción Hidroaysén en el Turismo de la Región de Aysén", Agosto 2008, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile, Casa Central, Santiago.

44. El estudio del ACEEE señala que el mayor aumento absoluto en los puestos de trabajo se presenta en la construcción, el comercio minorista, las industrias y los servicios. Menos del 10% de los puestos de trabajo netos creados están asociados con la inversión directa en las medidas de eficiencia, mientras que más del 90% están relacionados con las medidas de ahorro de energía y gasto del ahorro obtenido en otros bienes (responding).

45. Energy Efficiency and Job Creation, Geller, H., DeCicco, J y Laitner Skip en <http://www.aceee.org/pubs/ed922.htm>

46. Como las cifras se basan en pocos datos observados en Chile, no se pueden considerar como concluyentes o definitivas.



6.

INNOVACIÓN

La importancia de la innovación en el tema energético no puede estar sobrestimada⁴⁷. A nivel internacional, solo se registran estadísticas acerca de la inversión en Innovación y Desarrollo en el área de energía para el caso de los países industrializados. Por ejemplo, la Agencia Internacional de Energía indica que el monto total de inversiones en 25 países industrializados fue de US\$ 11 mil millones en 2006.^{48 49}

En el caso de Chile, y respecto a la política de innovación, el punto focal de atracción en los últimos años ha sido la Estrategia Nacional de Innovación y el destino de los recursos recaudados desde el 2006 a través del “royalty” o impuesto específico a la minería. Estos dineros se destinan por Ley a un Fondo de Innovación para la Competitividad, el cual opera a través de instrumentos de fomento. Las dos entidades públicas más relevantes en el fomento de la investigación y el desarrollo han sido CORFO del Ministerio de Economía y CONICYT del Ministerio de Educación.

En el ámbito energético dos décadas pueden traducirse en muchos cambios, y es importante tomarle el pulso a los posibles cambios de los siguientes 20 años, poniendo atención a los proyectos de investigación y desarrollo que se están llevando a cabo. Con este fin se analizó la línea de FONDEF, el Fondo de Fomento al Desa-

rollo Científico y Tecnológico de CONICYT⁵⁰, y la línea de INNOVA de CORFO. Complementariamente, por su carácter de proyectos energéticos novedosos, se agregan algunos datos sobre la línea de Programa de Preinversión en Energías Renovables No Convencionales de CORFO y, finalmente se hace una referencia a la labor de la Fundación Chile en el ámbito de la investigación y desarrollo en el tema energético.

En la CNE se creó durante el 2007 un Departamento de Estudios, el cual, entre otros aspectos, está a cargo del análisis de las opciones energéticas así como de los instrumentos de fomento necesarios en el área de la Innovación & Desarrollo. También resulta interesante la creación de la Dirección de Energía, Ciencia y Tecnología e Innovación (DECYTI) en el Ministerio de Relaciones Exteriores, que busca apoyar la formulación y gestión de los aspectos internacionales de las políticas de energía, de innovación, investigación y desarrollo en ciencia y tecnología.

En el caso del FONDEF⁵¹ se ha destinado un total de US\$6,4 millones a temas de energía solo en el período 1991–2006, con un claro aumento en los recursos destinados durante los últimos años. En 2006 el tema energético abarcó 10% de su presupuesto total⁵² con US\$ 2,1 millones.

47. Ver Holdren, J.P. (2006) The Energy Innovation Imperative, en: Revista Innovations (Spring 2006).

48. Base de Datos, www.iea.org

49. En Holdren (2006) se ha estimado que inversiones públicas y privadas en el mundo se elevan en unos US\$15 a 20 mil millones, y con esto llegan sólo a un 0.5% de gastos en el sector energético y un mero 0.03% del Producto Bruto Mundial.

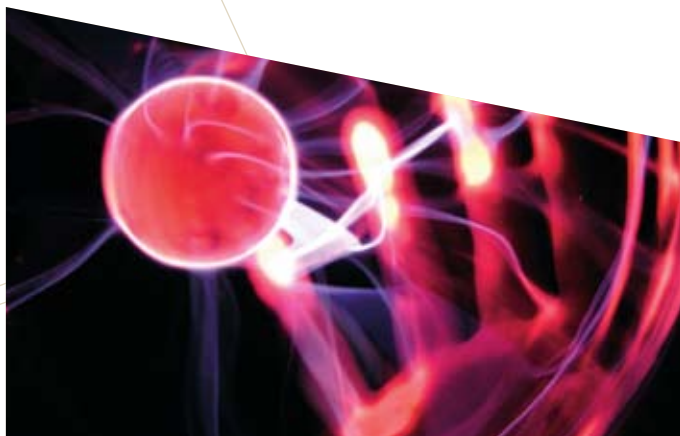
50. Para una investigación más exhaustiva puede ser interesante incluir también FONDECYT, que tiene un foco en la investigación básica, y en la parte de la investigación agraria, el Fondo de Investigación Agraria, FIA, por el tema de los biocombustibles.

51. Los datos aquí presentados se basan en la Base de Datos de FONDEF. Se desconoce si esta Base de Datos es completa.

52. Se han financiado proyectos en el área solar, eólico, geotérmico, de gas, de carbón, de eficiencia energética y de biomasa. Este último es el tema específico que ha obtenido más recursos, llegando a casi US\$ 2 millones como total durante estos años.

En el "Informe de Proyectos de Energía Desarrollados entre 2004-2008" se entrega una visión general de las inversiones en el tema energético realizadas por CORFO INNOVA durante dicho período, equivalentes a un total de US\$ 7,4 millones⁵³, con un aporte público de US\$ 3 millones distribuido en 27 proyectos. Dentro de los proyectos energéticos predominan aquéllos en materia de biocombustibles y los de eficiencia energética. No existe ningún proyecto solar, el tema eólico cuenta con dos proyectos de menor tamaño y el tema de energía en base a las olas del mar se lleva un proyecto de tamaño menor.

Un caso interesante en términos de dinamismo, escala, continuidad y diversidad es la División de Energía y Medio Ambiente de la Fundación Chile, en particular su proyecto Plataforma Solar, lanzado a principios de 2008 con el objetivo de fomentar el uso de la energía solar en el norte del país. La visión de largo plazo (10 años) del proyecto es transformar al Desierto de Atacama en el centro de un cluster de energía solar, para lo cual cuenta con un financiamiento inicial del Gobierno Regional y de CODELCO, con un presupuesto total para el primer año de US\$ 1,2 millones aproximadamente.



La Fundación Chile tiene, además, líneas de Innovación y Desarrollo en geotermia, biocombustibles, y eficiencia energética, en distintas fases del proceso de innovación y con distintos proyectos de variadas envergaduras en cada caso.

Las posibilidades en el campo energético son muy amplias. Sin embargo, actualmente no hay un "silver bullet" tecnológico que esté libre de limitaciones significativas con respecto de al menos uno, de los tres objetivos de una política energética (económicos, ambientales y/o de seguridad energética).

Resulta imperativo contar con una estrategia de innovación sistemática, que contenga una priorización política de las opciones energéticas, definida, al menos, en base a la ponderación de los aspectos analizados en el capítulo 5 de este documento, así como de las proyecciones de innovación tecnológica que se visualizan para cada fuente. Aún así, considerando los lock-ins existentes, sólo se podrá lograr un cambio notable en la matriz energética en la medida en que exista un aporte más significativo de recursos y un apoyo institucional más sostenido al tema, contando con la participación activa de públicos y privados.

53. Respecto de las cifras informadas, se toma como referencia un tipo de cambio promedio de 600 pesos chilenos por dólar.

7.

ESCENARIOS POSIBLES Y SUS IMPACTOS EN TÉRMINOS AMBIENTALES, ECONÓMICOS Y SOCIALES



Para poder evaluar aquellos efectos que tendrían los diferentes escenarios de generación (combustibles fósiles, recursos hídricos, eólicos u otros) para el Sistema Interconectado Central (SIC)⁵⁴, se han estructurado tres escenarios arbitrarios, pero plausibles, que permiten visualizar posibles impactos en la generación de gases efecto invernadero. Para uno de estos tres escenarios (el de fomento de 30% de uso de ERNCs) se agrega la eficiencia energética como una fuente más y con una estimación de generación (ahorro con relación a la demanda esperada) del orden del 25% del total de la demanda al 2025.⁵⁵

Los escenarios evaluados se presentan en la tabla 9 y corresponden a: i) Mantener el status quo, ii) 30% ERNC, iii) 30 % ERNC y 25% EE y iv) 30% nuclear. Los aspectos considerados para cada escenario son las emisiones de CO₂ al 2025, el costo en la tarifa eléctrica, la posibilidad de conflictos socioambientales, la seguridad de abastecimiento eléctrico y la sensibilidad al precio de los combustibles. En el gráfico 5 se muestran las emisiones de CO₂ para los escenarios considerados.

A continuación se detallan los supuestos asociados a cada escenario.

7.1 Mantener el Status Quo

Considera mantener una política eléctrica basada en precios reales, neutralidad tecnológica, regulación nacional de externalidades, y donde la iniciativa con relación a las decisiones y la operación de proyectos se sostiene en manos de privados.

Bajo este escenario, y de acuerdo a los proyectos en construcción y recomendados por el Plan de Obras de la CNE (hasta 2018), los nuevos proyectos de generación eléctrica seguirán siendo mayoritariamente térmicos (a carbón) e hídricos. Para proyectar la situación al año 2025 se usó la tendencia que se ha registrado durante los últimos años para los distintos tipos de proyectos. Para dar cuenta de los requerimientos de la Ley N° 20.257 se incorporó una nueva fuente que representa fuentes ERNC no presentes en el plan, pero que serán necesarias para cumplir con los porcentajes impuestos en la mencionada Ley.

Los efectos asociados a este escenario se presentan en la segunda columna de la tabla 3 más adelante.

54. No se proyectó el Sistema Interconectado del Norte Grande ya que no se tiene información de los potenciales que tienen las ERNC en este sistema.

55. Potencial de la eficiencia energética de acuerdo al Estudio "Aporte Potencial de: Energías Renovables No Convencionales y Eficiencia Energética a la Matriz Eléctrica, 2008-2025.

7.2 Fomento de Energías Renovables no Convencionales (ERNC) hasta que signifiquen un 30% de la generación

Bajo este escenario, se consideran los proyectos en construcción y recomendados por el Plan de Obras de la CNE (hasta 2018), y una regulación tipo Ley N° 20.257, orientada a generar 30% de la energía eléctrica al año 2025 con ERNC. En esta misma sección, también se analiza un “sub escenario” que considera la eficiencia (ahorro) energética como una fuente adicional al 30% de generación mediante ERNCs. Se evaluará éste sub-escenario con 30% de generación mediante ERNCs y 25% de generación adicional (ahorro) al año 2025 mediante incentivos a la eficiencia energética.⁵⁶

La matriz al año 2018 se mantiene respecto al escenario anterior. Posteriormente se incorpora el potencial ERNC, que llega a satisfacer un 30% de la generación al año 2025. En el escenario, en el que se incorpora la eficiencia energética, se va adicionalmente disminuyendo en forma gradual el crecimiento de la demanda hasta llegar a un 25% de reducción en el año 2025⁵⁷. La tercera columna de la tabla 3 da cuenta de los efectos de este escenario.

Bajo estas condiciones, se crearía un exceso de potencial tanto hidráulico de gran escala, como térmico. Esto debido a que para satisfacer la demanda al 2025 se requeriría de una potencia instalada de este tipo de fuentes aún menor a la proyectada al 2018.

7.3 Fomento de Energías Renovables no Convencionales (ERNC) hasta que signifiquen un 30% de la generación más un 25% de EE.

Si al escenario anterior se agrega la eficiencia energética, la potencia total requerida para el sistema al año 2025 es menor incluso a la potencia que se presenta en el Plan de Obras al año 2018. En este escenario, la potencia hídrica de gran escala sería equivalente a la presente en la matriz en la actualidad, e igual situación presenta la potencia instalada en gas. El carbón sería el único combustible convencional que presentaría un aumento con respecto a su potencia instalada actual.

Resulta evidente que las decisiones tomadas hoy (o proyecciones plasmadas actualmente en el Plan de Obras) tienen repercusiones de muy largo plazo sobre nuestra matriz energética, dejando amarradas y limitadas las opciones energéticas para el año 2025.

Desde un punto de vista socioambiental, además de implicar una disminución de conflictos por la locación de proyectos de generación, implicaría entre otras variables, una notable disminución en la emisión de CO₂.

La cuarta columna de la tabla 3 muestra los efectos asociados a este escenario.

56. Potencial de la eficiencia energética de acuerdo al Estudio “Aporte Potencial de: Energías Renovables No Convencionales y Eficiencia Energética a la Matriz Eléctrica, 2008-2025.

57. La demanda total del SIC al 2025 disminuye de 105.560 GWh a 78.701 GWh, lo que significa una disminución de 26.856 GWh.



7.4 Generación de 30% de la demanda con Energía Nuclear al 2025

Más allá de toda factibilidad económica y ambiental, si Chile decidiera tomar la ruta nuclear, el Estado requeriría implementar diversas capacidades básicas en cuanto a infraestructura e institucionalidad. En el marco institucional global, la utilización de energía nuclear requiere de un rol activo del Estado, dado que la energía nuclear se regula internacionalmente por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Por esta razón, Chile deberá ser capaz de demostrar a la comunidad internacional que tiene la capacidad adecuada para el manejo de la energía atómica, y para esto, se debe crear una institucionalidad técnica regulatoria que haga viable la opción nuclear. Probablemente este requerimiento se transforme en la ruta crítica para abordar esta opción de generación.

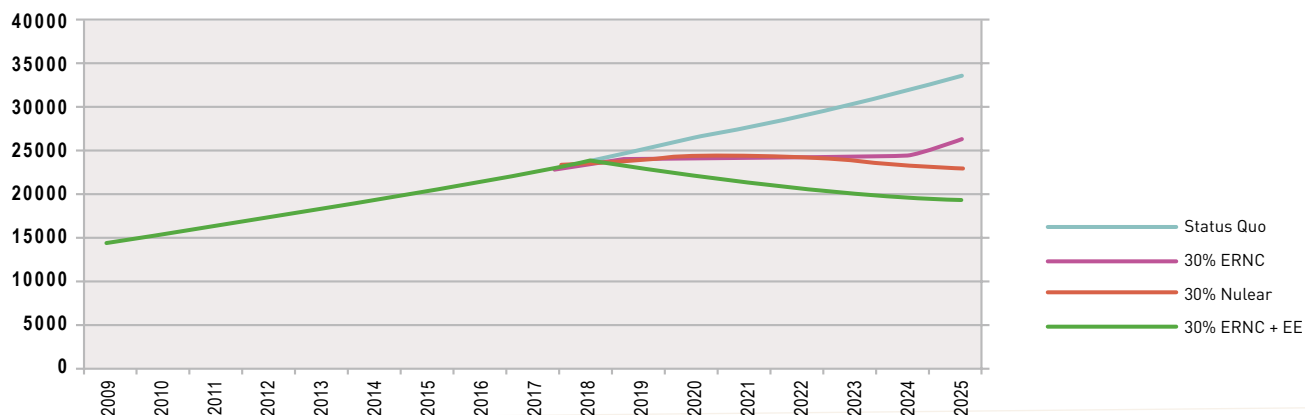
En este escenario, al igual que en los dos anteriores, se mantuvo la matriz sugerida por el Plan de Obras hasta el año 2018. A partir de ese año se plantea que una proporción incremental de la generación entre el año 2018 al 2025 provenga de energía núcleo-eléctrica hasta llegar a un 30% el año 2025.

Los efectos de este escenario se presentan en la quinta columna de la tabla 3 a continuación.

Tabla 3: Resumen de Escenarios

Ítem	Status Quo	30% ERNC	30% ERNC + 25% EE	30% Nuclear
Capacidad instalada en el SIC al 2025 (en MW)	19.762	19.621	14.628	17.829
Emisiones de CO₂ del SIC al 2025 (kton CO₂/año)	33.445	25.901	19.585	22.820
Costo Electricidad	Mantiene su relación con el precio de los combustibles	Sube en el corto plazo pero tiende a bajar en el largo plazo	Sube en el corto plazo pero tiende a bajar en el largo plazo	Se Mantiene
Posibilidad Conflictos socioambientales	Incrementa	Disminuye	Disminuye considerablemente	Incrementa
Seguridad de Abastecimiento Eléctrico	Media	Alta	Muy Alta	Media
Sensibilidad Precio Combustibles	Alta	Baja	Baja	Media
Efectos Laborales	Impacto positivo en fase de construcción, que posteriormente es marginal	Impacto positivo directo (varios miles de empleos adicionales)	Impacto positivo directo e indirecto	Impacto positivo en fase de construcción, impacto posterior en especialidades no existentes en la actualidad

Gráfico 5: Emisiones de CO2 del SIC según escenarios



8.

CONCLUSIONES: ALGUNOS TEMAS PARA LA DISCUSIÓN



Junto con entregar una visión resumida y entendible del estado del arte del sector energético-eléctrico en el país y las posibilidades futuras de generación, que facilite el acceso a información a la diversidad de actores que giran en torno al mundo energético nacional, este trabajo pretende servir como insumo para potenciar la discusión acerca de las opciones de política energética-eléctrica para Chile en el mediano plazo.

A través del análisis de información disponible, se ha entregado una visión integral de los diversos aspectos que debieran ser considerados a la hora de examinar cada una de las fuentes energéticas factibles de ser incorporadas en la matriz, considerando aquellos aspectos fundamentales para evaluar las alternativas desde una perspectiva social, que internalice factores ambientales, locales y globales, individuales y sinérgicos, los cuales han sido presentados de manera resumida y didáctica en la Tabla 2: Caracterización de fuentes energéticas. Otros elementos que se han puesto sobre la mesa tienen que ver con el estado de la información y con el tema innovación en materia de energía en Chile, en el contexto de las políticas públicas existentes y los actores involucrados.

Finalmente, se presentaron cuatro escenarios considerados representativos de las opciones de matriz energética alcanzables hacia el 2025.

A continuación se proponen diversos temas de discusión surgidos desde el presente trabajo, los cuales se consideran sumamente necesarios de abordar a la hora de definir una política energética-eléctrica.

8.1 Aspectos Generales

A la luz de la información proporcionada ¿está Chile en condiciones de decidir cuál camino tomar con respecto al fomento (o no) de determinada(s) fuente(s) energética(s) en particular?, ¿o se continúa por ahora con una estrategia que tiene como objetivo “rayar una cancha de juego equilibrada” entre todas las fuentes (lo cual también requeriría de una acción política decidida)?

La valoración comparada de los impactos, más allá de la cuantificación general realizada, es un tema eminentemente político y, por lo tanto, crucial en la discusión entre los actores. Bajo esta perspectiva: ¿Cuáles son los impactos que pesan más en el interés público y el bienestar del país?

Resulta evidente que la decisión sobre una estrategia energética país no puede depender exclusivamente de la autoridad energética ya que involucra temas económicos, sociales y ambientales que requieren de la participación de varios otros Ministerios, en particular el Ministerio de Economía y la Comisión Nacional del Medio Ambiente⁵⁸ y, en menor medida, el Ministerio de Educación, el del Trabajo y el de Agricultura. ¿Cómo se puede avanzar en una visión que integre estas distintas perspectivas? ¿Cuáles son los posibles caminos?

58. Durante Junio de 2008, la Presidenta Bachelet despachó al Congreso el Proyecto de Ley que crea el Ministerio de Medio Ambiente, la Superintendencia del Medio Ambiente y el Servicio de Evaluación Ambiental. (véase Mensaje N° 352-356).

¿Posee Chile la institucionalidad, capacidad técnica y sistemas adecuados para la tramitación y evaluación de proyectos eléctricos de gran envergadura?

Al 31 de Diciembre de 2008, se registraron más de 3.000 MW de potencia a carbón en proceso de calificación en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental. ¿Se está considerando incluir en el costo de la generación las emisiones de gases de efecto invernadero? ¿Cómo va Chile a enfrentar la posible incorporación a la OCDE y las metas de emisión que posiblemente se le asignen en el proceso de discusión del Protocolo de Kyoto para el período post-2012⁵⁹?

¿Qué sucedería si algún privado ingresara un proyecto nuclear al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental?
¿Bajo qué criterio podrían las instituciones rechazar/aprobar el proyecto?

¿Cómo se puede avanzar en una mirada integral del tema energético- eléctrico, que incluya la generación, la transmisión y la distribución necesaria, y considerando por ejemplo, los costos de transmisión y aquellas obras de infraestructura requeridas para la conexión de fuentes lejanas a los centros de consumo, así como las opciones tecnológicas y los requerimientos del marco regulatorio a nivel de distribución, para una mayor participación/ integración de las preferencias del cliente final en el mercado energético-eléctrico?

8.2 Información

¿Cuál debe ser el rol del Estado respecto de proveer la información sobre el mercado energético?

¿Cuáles son los catastros esenciales de los que se debe disponer para las distintas fuentes energéticas?

¿Cómo se puede asegurar mayor acceso a la información disponible (incluyendo listados permanentemente actualizados sobre los proyectos/ estudios en curso en los organismos públicos relacionados con el tema energético)?

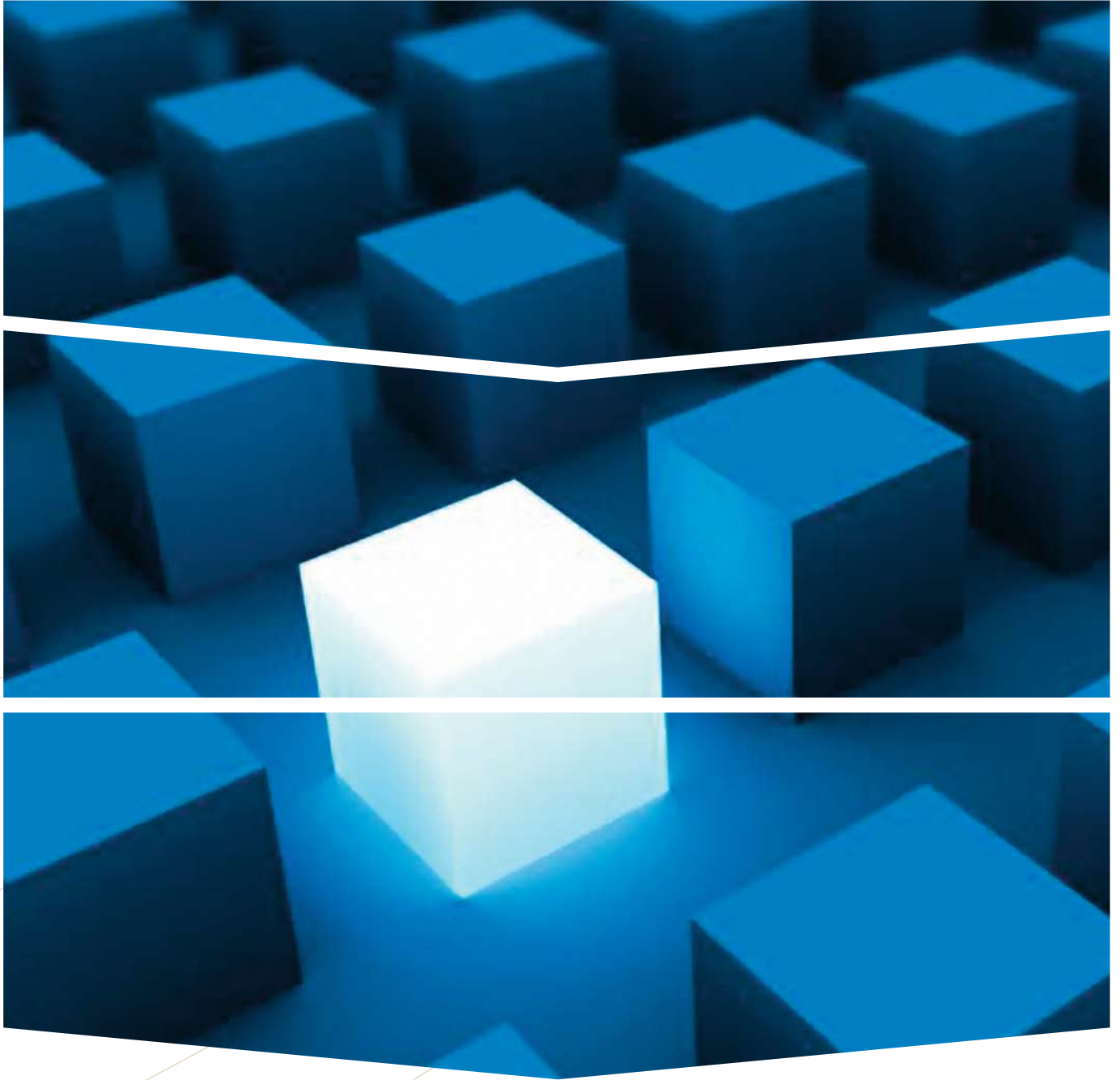
8.3 Innovación

A la luz de los potenciales, de las tendencias tecnológicas, de las capacidades de Innovación y Desarrollo existentes en el país, y de las características de las fuentes energéticas: ¿Cuáles deberían ser los temas prioritarios para la Innovación en Energía en Chile?

¿Qué se hará específicamente con los US\$ 400 millones del Fondo para Nuevas Energías Renovables? ¿Qué otras iniciativas o fondos tiene contemplado el Gobierno en este ámbito y cómo se podría generar una cooperación o derechamente una iniciativa público-privada en esta materia?

¿En qué temas y cuál es el aporte financiero actual del sector privado a Innovación y Desarrollo en energía?

59. Un hito relevante para este proceso será la Conferencia de Copenhagen, a realizarse en Noviembre 2009.



9.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y FUENTES CITADAS

Bishop, J. y Rossow, W. (1991). "Spatial and temporal variability of global surface solar irradiance", Journal of Geophysical Research, Volume 96, Issue C9, p. 16839-16858

British Petroleum Company, (2007). "Statistical Review of World Energy 2007".

Chile Sustentable, (2008) "Aporte Potencial de: Energías Renovables No Convencionales y Eficiencia Energética a la Matriz Eléctrica", elaborado por el PRIEN de la Universidad de Chile y la Universidad Técnica Federico Santa María.

Comisión Nacional de Energía "Informes de Precio de Nudo", publicados en www.cne.cl

Comisión Nacional de Energía y Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH, (2007). "Proyecto Energías Renovables No Convencionales", Chile.

Comisión Nacional de Energía. "Balances nacionales de energía", publicados en www.cne.cl

Comunicación de la Comisión al Consejo Europeo y al Parlamento Europeo, (2007). "Una Política Energética para Europa".

CORFO, (2008). "Renewables and CDM in Chile, Investment opportunities and project financing". Project's Directory 2008

CORFO, (1993). "Evaluación del potencial de energía eólica en Chile".

Cornelius, C., (2006). "Solar Energy Program Overview", DOE Solar Energy Technologies Program.

Fundación para la Transferencia Tecnológica para CNE, (2003). "Mejoría del conocimiento del recurso eólico en el norte y centro del país".

Carbon Trust, (2006), "Future Marine Energy".

Geller, H., DeCicco, J y Laitner, S., (1998). "Energy Efficiency and Job Creation".

GeothermEx, (2004) "New Geothermal Site Identification and Qualification".

Gobierno de Chile y la Organización de las Naciones Unidas, (2008). "Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables".

GTZ y CNE, (2006). "Guía para Evaluación Ambiental: Proyectos Eólicos".

GTZ y CNE, (2007). "Guía para Evaluación Ambiental: Proyectos de Biomasa".

GTZ y CNE, (2007). "Potencial de Biogás".

GTZ y CNE, (2007). "Residuos Madereros".

GTZ y CNE, (2008). "Campaña de prospección eólica: informe preliminar".

GTZ y CNE, (2008). "Datos eólicos preliminares".

GTZ y CNE, (2008). "Potencial de Biomasa Forestal".

GTZ y CNE, (En proceso). "Estación de medición de la radiación solar en Pozo Almonte".

Holdren, J.P. (2006). "The Energy Innovation Imperative", en: Revista Innovations, primavera 2006" Vol. 1, No. 2, Pages 3-23, MIT Press Journals.

International Energy Agency, (2008). **“Energy Efficiency Indicators for public electricity production from Fossil Fuels”**.

International Energy Agency, (2008). **“World Energy Outlook 2008”**.

Liberona, F., Vasconi, P., Carreño, A. (2009) Catastro de Proyectos de Generación Eléctrica en Chile, Publicaciones Terram, APP No. 48, Santiago

Organisation for Economic Co-operation and Development, (2006). **“Innovation in Energy Technology: Comparing National Innovation Systems at Sectoral Level”**, Paris.

PRIEN, (2008) **“Estimación del potencial de la eficiencia en el uso de la energía eléctrica al abastecimiento del Sistema Interconectado Central”**, elaborado por el PRIEN de la Universidad de Chile para Chile Sustentable, (2008).

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, (2004). **“World Energy Assessment, Overview 2004 Update”**.

Reinke, G. et Al., (2008). **“Potencial de ERNC Biomasa en Chile”**, Universidad Técnica Federico Santa María.

Marty. R. (2007), **“Uranio Elemento estratégico”**, Revista Ingenieros; Edición 183 Julio - Septiembre

Rudnick H., Moreno R., Tapia H. Torres C., (2007); **“Abastecimiento de Gas Natural”**.

Rudnick, H., **“Seguridad energética en Chile: dilemas, oportunidades y peligros; Temas de la Agenda Pública”**, año 1, Nro. 4, noviembre 2006, Pontificia Universidad Católica, Vicerectoría de Comunicaciones y Asuntos Públicos.

Saldías, H. y Ulloa, H., (2008). **“Evaluación comparativa de centrales de generación de energías renovables mediante la aplicación de la nueva ley de energías renovables recientemente aprobada en Chile”**. http://www2.ing.puc.cl/power/alumno08/renewables/EXTRAS/The_Chilean_renewables_law.pdf

Sauma, E., (2007). **“Estudio del Marco Regulatorio de la Distribución de Energía Eléctrica en Chile: Investigación, Análisis y Propuestas para Fomentar la incorporación de Criterios de Eficiencia Energética por parte de Empresas Distribuidoras”**.

SERNAGEOMIN, (-). Catastro de manifestaciones termales en Chile.

SERNAGEOMIN, (2000). Reglamento que Identifica fuentes probables de Energía Geotérmica.

Solar Energy Industry Association, (2008). **“Solar Energy Fuels Domestic Job Growth: A Blueprint for Job Creation and Economic Security”**.

U. de Chile, (2003). Simulación Preliminar de Desempeño Operacional y Comercial de Centrales de Generación Eléctricas Geotérmicas y Eólicas. Elaborado para la CNE.

U. de Chile, (2003). Simulación Preliminar de Desempeño Operacional y Comercial de Centrales de Generación Eléctricas Geotérmicas y Eólicas. Elaborado para la CNE.

Universidad Técnica Federico Santa María, (1987). Archivo Solarimétrico Nacional.

Universidad Técnica Federico Santa María, (2008). Potencial de Energía Renovable No Convencional de Biomasa en Chile, en Chile Sustentable (2008).

Universidad Técnica Federico Santa María, (2008). Estudio de contribución de ERNC al SIC al 2025, en Chile Sustentable (2008).

Sitios de internet

Agencia Provincial de la Energía de Ávila- www.apea.com.es

American Council for an Energy-Efficient Economy- www.aceee.org

Centros de Despacho Económicos de Carga- www.cdec.cl

Comisión Nacional de Energía- www.cne.cl

Corporación de la Madera- www.corma.cl

Deutsche Gesellschaft fuer Sonnenenergie- www.dgs.de

International Energy Agency- www.iea.org

Nation Master- www.nationmaster.com

Nuclear Energy Institute- www.nei.org

Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental- www.seia.cl

U.S Department of Energy, Energy Efficiency and Renewable Energy- www.eere.energy.gov

World Nuclear Association- www.world-nuclear.org

Otras Fuentes

Entrevista Prof. Julio Vergara Phd.;Energía Nuclear Pontificia Universidad Católica de Chile, Oct 2008

Presentación Ministro Marcelo Tokman, Seminario **“Valorización Energética de Residuos. Suecia una Experiencia Sustentable”**, 22 de Octubre de 2008, Hotel Grand Hyatt Santiago

Seminario **“Impactos de la Opción Hidroaysén en el Turismo de la Región de Aysén”**, Agosto 2008, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile, Casa Central, Santiago.



Opciones para la Matriz Energética Eléctrica

INSUMOS PARA LA DISCUSIÓN

DOCUMENTO RESUMEN

AGRADECIMIENTOS

El equipo de la Fundación Futuro Latinoamericano (FFLA) expresa su más sincero agradecimiento a aquellas personas que han colaborado estrechamente con esta iniciativa:

Rafael Asenjo Zegers

Representante de Chile en el Directorio Internacional de FFLA

Paola Berdichevsky, Ramiro Fernández y Guillermo Scallan

Fundación AVINA

María Isabel Gonzalez, Hugh Rudnick, Javier Garcia, Roberto Leiva y Flavia Liberona

Grupo de expertos que realizaron valiosos aportes durante la actividad de presentación y discusión de avances de este documento (Diciembre 2008).



futuro
latinoamericano

Diálogo, Capacidades y Desarrollo Sostenible



La Fundación Futuro Latinoamericano (FFLA) es una persona jurídica ecuatoriana, con ámbito regional, de derecho privado, con finalidad social y pública, sin fines de lucro, constituida el 1º de noviembre de 1993. Su misión es promover el diálogo constructivo, fortalecer capacidades ciudadanas, políticas e institucionales, y articular procesos para el desarrollo sostenible en América Latina.

Los objetivos institucionales de FFLA son:

- 1. Fortalecer liderazgos y facilitar procesos para la concertación de visiones y políticas de largo plazo.**
- 2. Promover una cultura de diálogo y sistemas de buena gobernanza para el cambio hacia el desarrollo sostenible.**
- 3. Generar y compartir aprendizajes para la construcción de conocimientos colectivos y el fortalecimiento de capacidades.**

Para cumplir con sus objetivos, FFLA ha estructurado sus iniciativas con base en dos herramientas estratégicas:

- **Prevención y Manejo de Conflictos Socioambientales:** Conjunto de estrategias y actividades que procuran prevenir una escalada de tensiones y/o transformar relaciones de confrontación en relaciones de colaboración y confianza para la convivencia pacífica, justa y equitativa.
- **Diálogos Políticos:** Diálogos para la definición concertada de políticas públicas entre sectores diversos.

