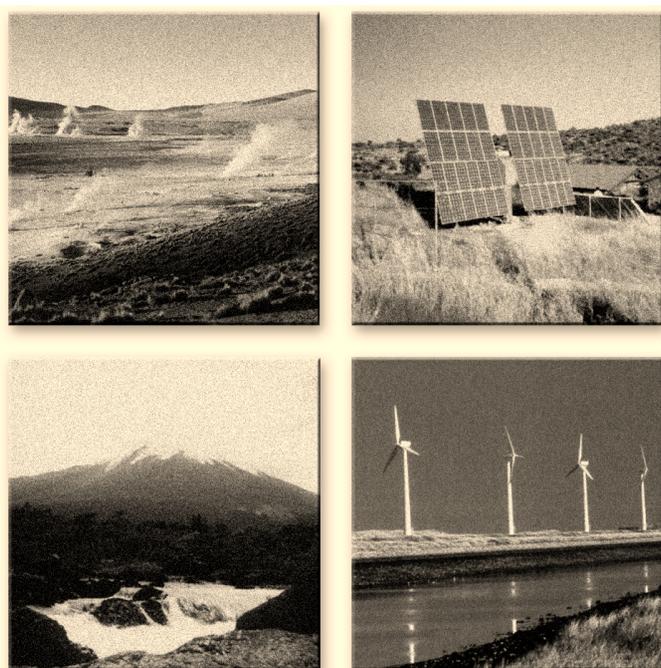


# Situación de la Energía en Chile

## Desafíos para la Sustentabilidad



P R O G R A M A

**CHILE SUSTENTABLE**

Propuesta Ciudadana para el Cambio

# **Situación de la Energía en Chile**

## **Desafíos para la Sustentabilidad**

© Programa Chile Sustentable  
ISBN: 956-7889-22-8  
Registro Propiedad Intelectual: 141.690  
Primera Edición Octubre de 2004  
Se imprimieron 1000 ejemplares

Elaboración:  
**Gonzalo Castillo**  
**Pedro Maldonado**

Edición:  
**M. Paz Aedo**  
**Sara Larraín**

Diseño de Portada y Diagramación:  
**Emiliano Méndez**

Impresión:  
**LOM Ediciones**

# INDICE

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	pág.5
<b>CAPÍTULO 1: PERFIL ENERGÉTICO CHILENO</b> .....	pág.9
1.1 Evolución de la demanda .....	pág.9
1.2 Análisis de las fuentes energéticas primarias. ....	pág.10
1.3 La energía requerida por los diferentes sectores usuarios. ....	pág.11
1.4 Importancia relativa de las importaciones en el consumo de energía del país. ....	pág.13
1.5 La industria de la energía. ....	pág.15
1.5.1 <i>El sistema eléctrico chileno.</i> .....	pág.15
1.5.2 <i>El sector petróleo y gas natural en Chile</i> .....	pág.17
1.6 Evaluación del modelo energético nacional .....	pág.22
<b>CAPÍTULO 2: PRINCIPALES DESAFÍOS ENERGÉTICOS DEL PAÍS</b> .....	pág.25
2.1 Independencia energética .....	pág.25
2.2 Sustentabilidad ambiental .....	pág.29
2.3 Seguridad, calidad y costos razonables del abastecimiento .....	pág.32
2.4 Equidad en el acceso a la energía. ....	pág.38
2.5 Democracia y participación .....	pág.41
<b>CAPÍTULO 3: LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA Y EL USO EFICIENTE: ALTERNATIVAS PARA UNA POLÍTICA DE DESARROLLO ENERGÉTICO SUSTENTABLE</b> .....	pág.45
3.1 Las Energías Renovables No Convencionales (ERNC) .....	pág.46
3.2 El Uso Eficiente de Energía (UEE) .....	pág.47
3.3 Obstáculos para una política energética sustentable .....	pág.48
3.3.1 <i>Obstáculos al desarrollo de las ERNC</i> .....	pág.49
3.3.2 <i>Obstáculos al uso eficiente de la energía</i> .....	pág.52
3.4 Perspectivas para el desarrollo de las ERNC en Chile .....	pág.53
3.4.1 <i>Potencial de las energías renovables no convencionales.</i> .....	pág.55
3.4.2 <i>Instrumentos en discusión para la promoción de             las energías renovables no convencionales</i> .....	pág.59
3.5 Perspectivas para el desarrollo de la eficiencia energética en Chile .....	pág.52
3.5.1 <i>Industria de la energía</i> .....	pág.52
3.5.2 <i>Sectores usuarios</i> .....	pág.65
3.5.3 <i>Impactos de los programas de eficiencia energética</i> .....	pág.71

<b>CAPÍTULO 4: EXPERIENCIAS INTERNACIONALES PARA UNA POLÍTICA ENERGÉTICA SUSTENTABLE</b> .....	pág.73
4.1 La experiencia de Europa y Estados Unidos en la promoción de las ERNC .....	pág.73
4.2 La experiencia de América Latina en la promoción de las ERNC .....	pág.78
4.3 Potencia instalada de las ERNC a nivel mundial .....	pág.82
4.4 Experiencias de promoción de la eficiencia energética en el ámbito internacional .....	pág.84
4.5 Proyectos de promoción de eficiencia energética en América Latina .....	pág.87
4.6 Compromisos internacionales para la promoción de políticas energéticas sustentables .....	pág.90
4.6.1 <i>La Plataforma de Brasilia</i> .....	pág.91
4.6.2 <i>Los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)</i> .....	pág.92
4.6.3 <i>El Prototype Carbon Fund (PCF)</i> .....	pág.93
4.6.4 <i>El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF - PNUD)</i> .....	pág.94
4.6.5 <i>La Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ)</i> .....	pág.96
 <b>CAPÍTULO 5: BASES PARA UNA POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL</b> .....	 pág.99
5.1 Bases para una política de fomento de las Energías Renovables No Convencionales .....	pág.99
5.1.1 <i>Marco normativo</i> .....	pág.101
5.1.2 <i>Instrumentos de promoción</i> .....	pág.102
5.2 Bases para una política nacional de Uso Eficiente de la Energía .....	pág.103
5.2.1 <i>Marco normativo</i> .....	pág.104
5.2.2 <i>Instrumentos de la política de uso eficiente de la energía</i> .....	pág.105
 <b>CAPÍTULO 6: SÍNTESIS Y CONCLUSIONES</b> .....	 pág.109
 <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	 pág.115
 <b>ANEXO</b> .....	 pág.117

# PRESENTACIÓN

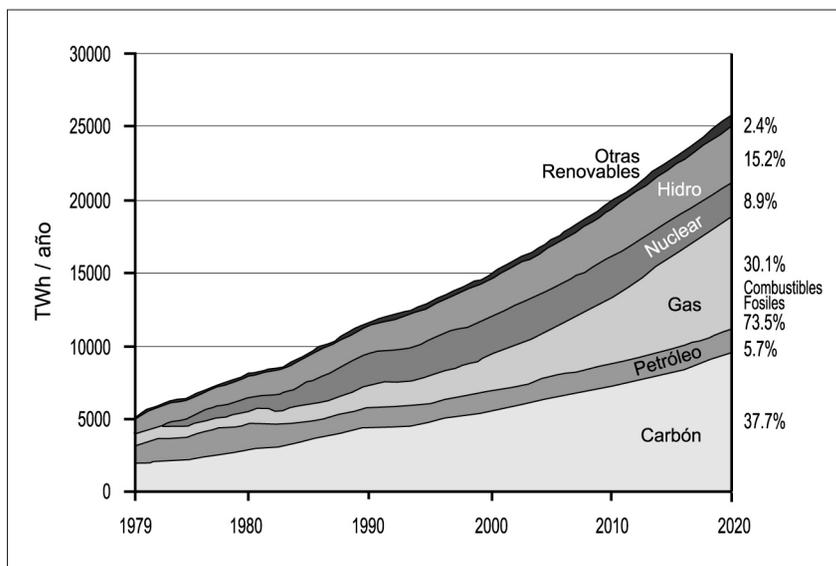
**D**esde hace más de dos décadas, el sector energético en Chile enfrenta problemas tales como la dependencia de combustibles fósiles importados; la inseguridad y vulnerabilidad en el suministro; los impactos ambientales y sociales de los proyectos energéticos; el encarecimiento de los servicios y, consecuentemente, los problemas de equidad en el acceso; los persistentes problemas de cobertura en las zonas lejanas a las redes eléctricas; y la falta de eficiencia, traducida en un incremento sostenido de la demanda energética, que supera el crecimiento económico.

Dicha situación se ha visto agravada por un contexto internacional de creciente vulnerabilidad, insustentabilidad e inseguridad, debido principalmente al fuerte uso de energías convencionales (combustibles fósiles y megaproyectos) y la falta de eficiencia en su aprovechamiento, a nivel de países y regiones. Los problemas ambientales derivados de la quema de combustibles fósiles –como el efecto invernadero y el cambio climático–; los problemas político-económicos derivados del progresivo agotamiento de dichas fuentes; la creciente demanda energética, cada vez más difícil de abastecer; y los impactos de los grandes emprendimientos energéticos en el medio ambiente y las comunidades (como ocurre con las megarepresas hidroeléctricas), han puesto de relieve el desafío de implementar políticas energéticas sustentables en nuestras sociedades.

Avanzar hacia la sustentabilidad en Chile requiere modificar sustancialmente la matriz energética, con el objeto de reducir la dependencia, la vulnerabilidad y la inseguridad; y adicionalmente, mejorar la equidad y revertir los daños ambientales. Ello significa, por ejemplo, reducir progresivamente el uso de fuentes convencionales y fósiles, e incrementar sostenidamente el aprovechamiento de las energías renovables no convencionales (geotermia, biomasa, pequeñas hídricas, eólica, solar, mareomotriz) y la eficiencia energética.

Pese a la urgencia de este desafío, las tendencias actuales no parecen responder a tales objetivos. Según previsiones realizadas por organismos internacionales especializados, hacia el año 2020, persistirá a nivel mundial una fuerte dependencia de los combustibles fósiles, llegando a representar un 73,5% de las fuentes utilizadas para generación eléctrica.

**Gráfico 1**  
**Evolución esperada de abastecimiento energético a nivel mundial**



Fuente: Hardarson, P. et al, 2001.

Chile no constituye una excepción a esta tendencia. Los impactos de corto, mediano y largo plazo que implica el mantener una matriz energética no sustentable, son apenas considerados en las soluciones energéticas. Hasta la fecha, una orientación importante en la toma de decisiones del sector es la reducción de exigencias para la inversión de los agentes privados. Además, el patrón de producción y consumo vigente en nuestro país, podría agudizar la tensión entre una cada vez más encarecida oferta y una creciente e insatisfecha demanda.

A ello se agrega que Chile se abastece principalmente de combustibles fósiles importados y megaproyectos energéticos (centrales hidroeléctricas de gran escala), lo que se traduce en graves problemas de vulnerabilidad y dependencia. Casi el 70% del consumo energético primario y secundario en el país se satisface con combustibles fósiles, (de los cuales más de la mitad corresponden a petróleo y gas natural importados), y no se han adoptado medidas para revertir o evitar los negativos impactos ambientales que genera el uso de estos combustibles. La mayor parte de los nuevos emprendimientos energéticos, según consta en el más reciente Plan de Obras de la Comisión Nacional de Energía (2003) continúa utilizando estas fuentes.

Por otra parte, en términos de consumo energético, mientras que Estados Unidos alcanza casi 8 tep per cápita<sup>1</sup> y los países de la OECD consumen 4,68 tep

<sup>1</sup> Tep: toneladas de petróleo equivalente

per cápita, nuestro país alcanza entre 1,88 y 1,07 tep por habitante al año<sup>2</sup>. Si bien esta cifra está lejos de los niveles de los países del Norte, casi duplica el consumo de energía de la región latinoamericana. Las políticas públicas orientadas a resolver las necesidades fundamentales de la población y mejorar la productividad de las actividades económicas en Chile, ciertamente se traducirán en aumentos del consumo de energía, provocando impactos que afectarán negativamente la sustentabilidad del desarrollo del país; salvo que se definan drásticas políticas para revertir el actual curso del desarrollo energético nacional, en el marco de la sustentabilidad política, social, económica y ambiental.

La política energética en Chile no ha abordado en su integridad ni ha asignado la importancia que corresponde al desarrollo sustentable con equidad. Persisten los problemas de cobertura en las zonas aisladas y de acceso en los sectores más pobres. Así lo evidencia el fuerte consumo de leña en familias de escasos ingresos, que recurren a este combustible debido a la falta de recursos para acceder a otras fuentes de energía más limpias. Adicionalmente, la privatización y transnacionalización del sector energético en el país (especialmente en el ámbito de la electricidad) ha favorecido la instalación de un régimen de mercado energético, que al basarse en los criterios de la oferta y la demanda, privilegia la venta de energía como mercancía, por encima de la satisfacción de las reales necesidades energéticas en la población. Por esta causa, las tarifas energéticas se alejan de la capacidad de pago de amplios sectores de la población.

Considerando estos elementos, este libro presenta un diagnóstico de la situación energética de Chile frente a los desafíos para la sustentabilidad. Enfatiza la necesidad de avanzar hacia la promoción de las energías renovables no convencionales (ERNC) y el uso eficiente de la energía (UEE), tomando en cuenta la experiencia internacional en estas materias y las perspectivas para el desarrollo de políticas energéticas sustentables en Chile.

El primer capítulo expone un diagnóstico general del sector energía en Chile durante los últimos años, analizando las características de la oferta y demanda, las importaciones de combustibles, los sectores usuarios y las principales fuentes utilizadas en la matriz energética.

El capítulo segundo ofrece una evaluación de los principales problemas energéticos del país, entre los que destacan el grado de dependencia energética y su concentración sectorial en los principales centros de consumo nacional. Posteriormente (a partir de los llamados "pilares de la sustentabilidad"), se

---

<sup>2</sup> Los valores de consumo de energía per cápita corresponden al año 2001 y provienen de Key World Energy Statistics, 2003, de IEA.

determinan los principales desafíos a abordar en el país para avanzar hacia un desarrollo energético sustentable.

El tercer capítulo plantea que los desafíos identificados pueden resolverse utilizando como principales herramientas el uso eficiente de la energía (UEE) y las energías renovables no convencionales (ERNC). A partir de la superación de ciertos obstáculos, se estima el potencial aporte de ambas opciones tecnológicas, frente a los problemas energéticos del país.

En el cuarto capítulo se presentan los instrumentos y mecanismos de promoción y de cooperación internacional existentes para el fomento de las energías renovables no convencionales y el uso eficiente de la energía.

Finalmente, el capítulo quinto propone los elementos básicos que deberían incorporarse en la política energética nacional para adoptar criterios de sustentabilidad en la estrategia de desarrollo energético.

Con este documento, entregamos información y elementos de propuestas para el análisis del sector energético en Chile, con lo que esperamos contribuir a la discusión y debate sobre los desafíos del desarrollo energético nacional, para enriquecer los argumentos y perspectivas de la sociedad civil y de los actores involucrados en las decisiones sobre energía, que incidirán en el curso del desarrollo nacional durante las próximas décadas.

Agradecemos a la Fundación Ford y la Fundación Heinrich Böll por su aporte a la realización de este trabajo.

Sara Larraín  
Programa Chile Sustentable

Pedro Maldonado  
Programa de Estudios e Investigaciones en Energía  
Instituto de Asuntos Públicos  
Universidad de Chile

# CAPÍTULO 1

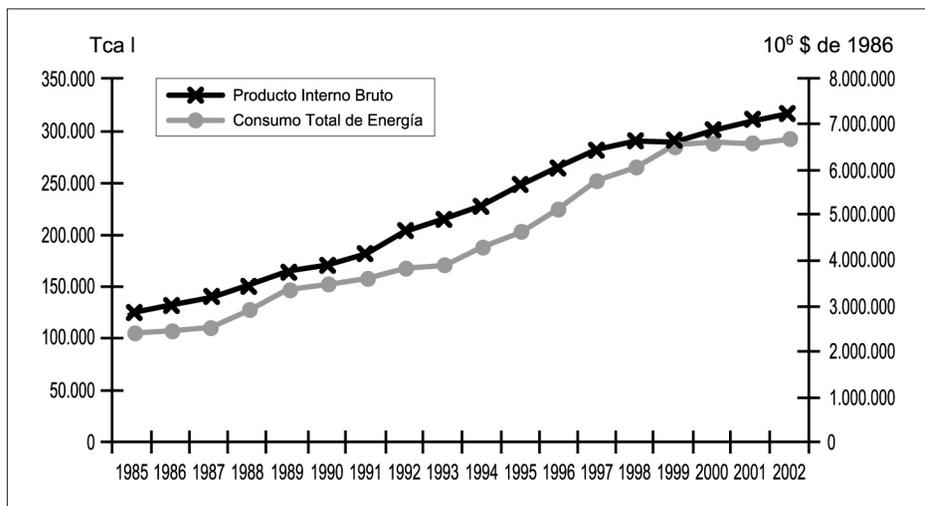
## PERFIL ENERGÉTICO DE CHILE

### 1.1 Evolución de la demanda

El significativo crecimiento de la economía nacional durante los últimos años, se ha traducido en una extraordinaria expansión de la demanda de energía primaria y secundaria. En efecto, entre 1990 y 2002, la demanda de derivados del petróleo creció a una tasa promedio anual de 3,9%, y la demanda de electricidad en un 8,3%<sup>3</sup>. Se prevé que la recuperación económica debería acarrear un importante crecimiento de la demanda de energía<sup>4</sup>, debido a la elevada tasa de crecimiento del parque de vehículos automotores, el desarrollo industrial y el proceso de electrificación del equipamiento residencial y comercial.

El Gráfico 2 muestra la evolución de la demanda de energía y del PIB nacional para el período 1985-2002

**Gráfico 2**  
**Evolución de la demanda energética secundaria y Producto Interno Bruto**  
**período 1985-2002**



Nota: Tcal (Teracalorías =  $10^{12}$  calorías).

Fuente: Elaboración propia a partir de Banco Central y Balances Nacionales de Energía, Comisión Nacional de Energía (CNE), 1985-2002.

<sup>3</sup> La información estadística relativa a los consumos de energía proviene de los Balances de Energía de la Comisión Nacional de Energía (CNE) de los años 1979 a 2002, salvo que se especifique otra cosa.

<sup>4</sup> Así lo evidencia lo ocurrido en el primer semestre de 2003, donde -según cifras oficiales- la demanda eléctrica creció por encima del 6%, Fuente: El Diario Financiero, 6/8/2003.

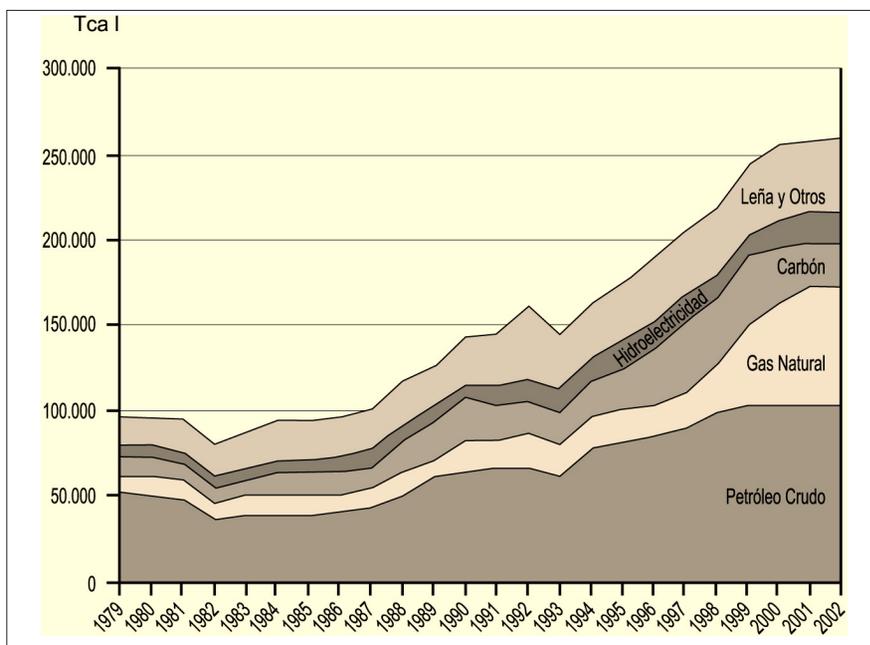
En términos generales, el enfoque tradicional del problema energético se ha limitado a incrementar el abastecimiento, instalando grandes equipos de generación o de transformación de las fuentes primarias. Continuar con esta tendencia a futuro es inviable, desde el punto de vista ambiental, técnico, económico y político<sup>5</sup>.

## 1.2 Análisis de las fuentes energéticas primarias.

La matriz energética de nuestro país se alimenta principalmente de combustibles fósiles, los cuales en su mayoría son importados, generando un severo problema de dependencia energética. Tal es el caso del consumo de petróleo, que pese a ser un combustible cuyo precio es inestable y elevado, continúa formando parte importante de la matriz energética nacional. Lejos de reducirse, su consumo muestra un crecimiento de 63% durante los años noventa.

En los años recientes, esta tendencia se ha mantenido y adicionalmente, se ha producido un acelerado crecimiento del consumo de gas natural, combustible importado principalmente desde Argentina. El siguiente gráfico ilustra la tendencia del consumo de energía primaria, en el período 1979-2002.

**Gráfico 3**  
**Evolución del consumo de fuentes primarias de energía, período 1979-2002**



Fuente: Elaboración propia a partir de los Balances Nacionales de Energía, CNE, 1979-2002.

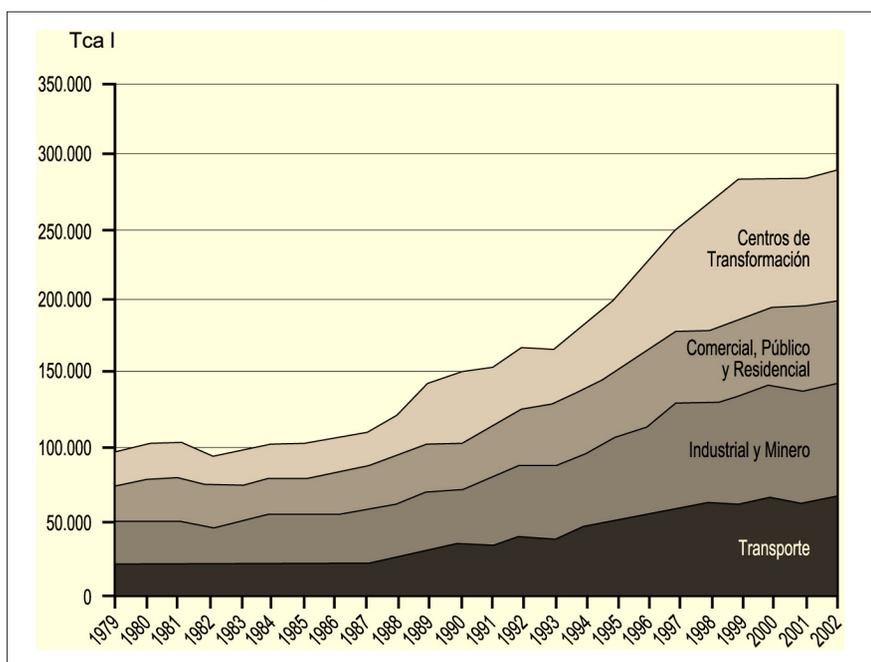
<sup>5</sup> Ello se ha manifestado en la difícil puesta en marcha de algunas centrales eléctricas y el rechazo ciudadano que han debido enfrentar la mayoría de los megaproyectos energéticos.

Mientras que la dependencia de combustibles fósiles se ha mantenido alrededor del 76% respecto del consumo de energía primaria total, la demanda de energía primaria ha crecido a un ritmo cercano al 6% anual durante los últimos 10 años, según cifras oficiales. Una demanda sostenida, satisfecha principalmente a través de combustibles fósiles importados, significa un incremento sostenido del nivel de gasto en energía del país y una fuerte presión sobre el medio ambiente.

### 1.3 La energía requerida por los diferentes sectores usuarios.

Entre 1980 y 1990, el consumo de energía creció en un 43%, mientras que entre 1990 y el 2000 lo hizo en un 89%. La distribución de este consumo según los cuatro principales sectores usuarios: transporte, industrial y minero, comercial, público y residencial y centros de transformación<sup>6</sup>, se ilustra en el siguiente gráfico.

**Gráfico 4**  
**Consumo de energía por sectores usuarios, período 1979 - 2002**



Fuente: Elaboración propia a partir de los Balances Nacionales de Energía, CNE, 1979-2002.

<sup>6</sup> Los centros de transformación son aquellos que convierten la energía primaria en energía secundaria, es decir en su forma utilizable por los consumidores finales; es el caso, principalmente, de las refinerías de petróleo, las centrales generadoras de electricidad y la producción de gas y coke.

En los centros de transformación, el gas natural adquiere una importancia creciente en los últimos años, representando un 60% de los requerimientos totales de dichos centros al año 2002. Su consumo se concentra en la producción de metanol y la generación de electricidad.

En el sector industrial y minero, los derivados del petróleo y la electricidad son las fuentes energéticas más demandadas, con un 32,0% y 29,4%, respectivamente. Les siguen en importancia la leña con un 13,4% y el gas natural con un 12,2%. El gas natural se ha incorporado recientemente a la matriz energética chilena, dados los beneficios ambientales de este combustible y las mejoras de eficiencia en su uso se espera que su importancia al menos se mantenga al nivel actual en las zonas donde existan gasoductos de distribución<sup>7</sup>.

El sector transporte consume principalmente derivados del petróleo, siendo marginal el consumo de otras fuentes primarias de energía. En particular, la demanda de gas natural, como un producto que potencialmente podría desplazar a los derivados de petróleo en el transporte, no ha experimentado una penetración relevante en el mercado nacional.

Por último, en el sector residencial, público y comercial, la principal fuente energética la constituye la leña, con un 51%, los derivados del petróleo con un 22% (fundamentalmente gas licuado y en menor medida kerosene), la electricidad con un 19% y el gas natural con un 7,4%. Como en el caso de la industria y la minería, es posible prever un incremento de la importancia relativa del gas natural, en la medida que los gasoductos de transporte cubran otras áreas geográficas y los de distribución abastezcan zonas no consideradas aún como prioritarias.

Un aspecto a destacar es la importancia relativa de la leña en el consumo energético residencial. El uso de este combustible en algunos sectores de la población se relaciona -principalmente- con una falta de acceso geográfico y económico a otras opciones energéticas, evidenciando la inequidad social en la cobertura de estos servicios. Aunque el uso de leña perdería importancia en la medida que mejoren las condiciones socio económicas de la población (y por ende, se facilite el acceso a otras fuentes de energía), ello no necesariamente significaría que su consumo desaparezca. Por lo tanto, el país debería apuntar a mejorar la eficiencia e introducir tecnologías más limpias para el uso de la leña.

---

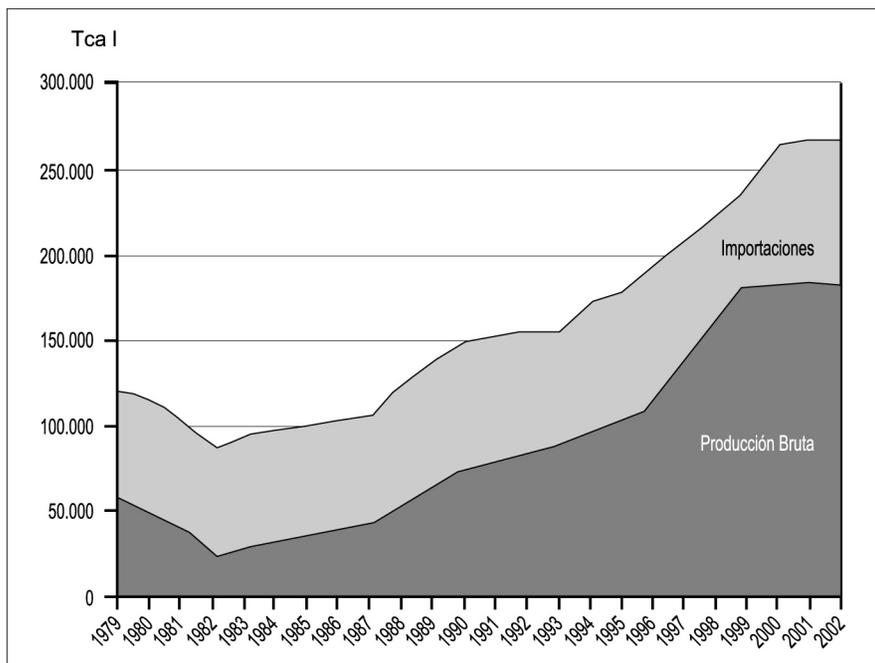
<sup>7</sup> Hace excepción la región Magallanes, donde la presencia del gas natural es antigua, pero su aporte se concentra en la producción de metanol, destinándose pequeñas proporciones de este energético a la generación eléctrica, los usos residenciales y el transporte (en forma de proyecto demostrativo).

## 1.4 Importancia relativa de las importaciones en el consumo de energía del país.

En 1982, Chile logró un máximo de autoabastecimiento, requiriendo la importación de sólo un 18% de energía para abastecer la demanda. A partir de entonces las importaciones de energía, y por lo tanto, la dependencia energética, han mostrado un sostenido aumento, llegando en 2002 al 66% de energía importada.

En el Gráfico 5 se muestra la evolución de las importaciones y del abastecimiento nacional de energía, entre el año 1979 y el 2002.

**Gráfico 5**  
**Evolución de las importaciones totales y abastecimiento nacional de energía primaria, período 1979 – 2002**



Fuente: Elaboración propia a partir Balances Nacionales de Energía, CNE, 1979-2002.

Las energía ha llegado a convertirse en una parte significativa del total de bienes importados por el país. Al año 2002, el valor total de las importaciones de combustibles en este período, equivalente a casi 2.410 millones de dólares, representa un 14% del total de importaciones de bienes de consumo e intermedios del país. El siguiente cuadro muestra el valor total de importaciones según fuentes de energía, en este período.

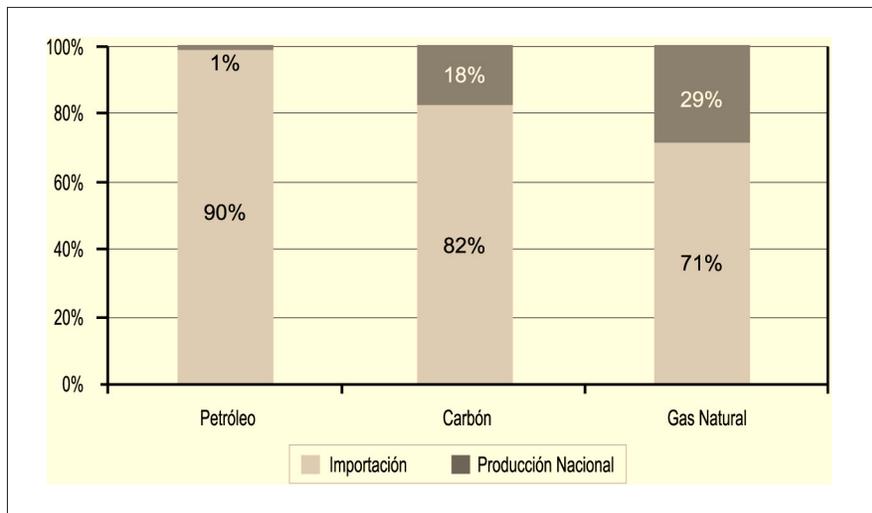
**Cuadro 1**  
**Importaciones de combustibles durante el año 2002**  
**(en miles de US\$ CIF)**

Combustibles	Importaciones
Carbón térmico	79.831,1
Gas natural	296.842,4
Petróleo	1.611.761,5
Gasolinas	126.761,8
Diesel	138.784,3
Fuel Oil	27.969,1
Gas licuado	128.001,5
<b>Total</b>	<b>2.409.951,7</b>

Fuente: CNE, 2002.

La dependencia energética según fuentes puede sintetizarse de la siguiente manera: Chile importa un 99% de sus necesidades de petróleo; un 82% de sus necesidades de carbón; y un 71% de sus necesidades de gas natural, con respecto al consumo bruto de energía primaria.

**Gráfico 6**  
**Dependencia de combustibles fósiles, año 2002**



Fuente: Elaboración propia a partir Balance Nacional de Energía, CNE, 2002.

Por su parte, la variabilidad del precio internacional del crudo tienen un impacto económico muy relevante. A modo de ejemplo, durante el año 2000 -de acuerdo con una estimación efectuada en base a los precios del año anterior- se habría producido por esta razón un incremento del gasto en US\$ 1.200 millones y un impacto a la baja del PIB de un 1% en el año 2000 (Eyzaguirre, 2001).

## 1.5 La industria de la energía<sup>8</sup>

### 1.5.1 El sistema eléctrico chileno.

La demanda de electricidad en Chile presenta un gran dinamismo. Entre los años 1986 y 2002 el consumo eléctrico nacional creció a una tasa anual promedio de aproximadamente un 8%, cifra que se ubica claramente sobre el crecimiento promedio del PIB<sup>9</sup>.

En el país existen 4 sistemas eléctricos diferentes: el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), el Sistema Interconectado Central (SIC), el Sistema Eléctrico de Aysén y el Sistema Eléctrico de Magallanes. Adicionalmente, existen varios centros aislados de generación (autoprodutores), que en conjunto generan del orden de un 6,2% del total nacional (Balance CNE 2002), orientados fundamentalmente al abastecimiento total o parcial de empresas industriales y mineras.

El Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) se extiende entre Tarapacá y Antofagasta, Primera y Segunda regiones de Chile, respectivamente, cubriendo una superficie de 185.148 km<sup>2</sup>, equivalente a un 24,5% del territorio de Chile Continental. La potencia instalada en el SING es de 3.634 MW y la demanda máxima en el año 2002 alcanzó los 1.420 MW, mientras que la producción bruta alcanzó el valor de 10.400 GWh.

Respecto de los combustibles utilizados en la producción de energía del SING, su distribución durante el año 2002 fue la siguiente: 36,7% de carbón, 62,4% de gas natural y 0,3% de petróleo Diesel y Fuel Oil. La energía de origen hidráulico sólo representó un 0,6% de la energía inyectada a dicha red.

Por su parte, el Sistema Interconectado Central (SIC) está constituido por las centrales generadoras y sistemas de transmisión existentes en el país y que operan interconectados desde Taltal en el norte, hasta la isla grande de Chiloé en el sur. Este sistema es el mayor de los cuatro sistemas eléctricos que suministran energía al territorio chileno, abasteciendo aproximadamente al 93% de la población.

La potencia instalada en el SIC a diciembre del año 2002, equivalente a 6.737 MW, representaba aproximadamente el 60% del parque generador disponible en el país. El año 2002 la demanda máxima fue de 4.878MW, en tanto que la

---

<sup>8</sup> Para los fines del presente documento, se entiende por industria de la energía aquella encargada de explotar, convertir, transportar y distribuir la energía para ponerla a disposición de los consumidores finales.

<sup>9</sup> La tasa de crecimiento real promedio del PIB entre los años 1986 a 1999 fue de un 6,8%. (International Financial Statistics, 1999).

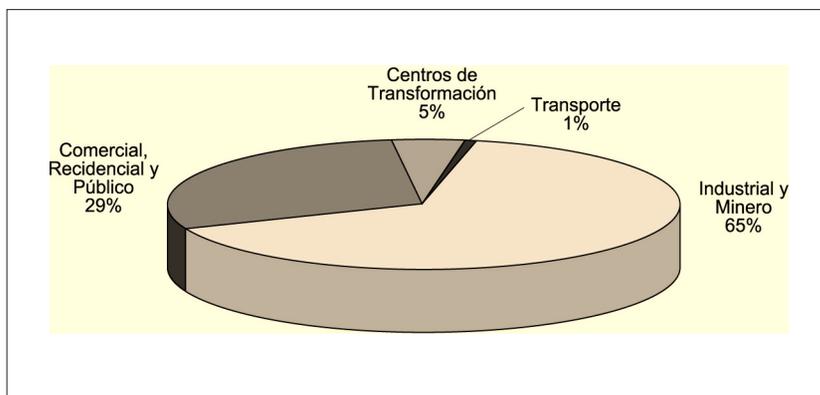
<sup>10</sup> Información actualmente disponible en el sitio web de la Comisión Nacional de Energía.

generación bruta de energía llegó a los 31.791 GWh. De esta generación, un 70,5% fue de origen hidroeléctrico mientras que el restante 29,5% fue de naturaleza termoeléctrica.

Además, se han construido cinco embalses en el territorio nacional, que permiten almacenar energía para regular el abastecimiento a través del SIC con energía hidroeléctrica: Rapel, Invernada, Colbún, Lago Chapo y Laja, representando este último un 80% de la capacidad de embalse total del país. Por su parte, la zona sur del país se abastece de energía eléctrica mediante el Sistema Eléctrico de Aysén, que opera en la XI región y cuenta con 26,0 MW instalados; y el Sistema Eléctrico de Magallanes, que posee 64,3 MW y otorga energía a la XII Región.

En cuanto a la demanda de electricidad según sectores de consumo, la industria y minería son los principales “clientes” de las Empresas Eléctricas, alcanzando al año 2002 el 66% de la demanda total. A continuación, el Gráfico 7 muestra el consumo eléctrico nacional total dividido por sectores económicos, donde se aprecia claramente la importancia del sector industrial y minero.

**Gráfico 7**  
**Consumo eléctrico nacional total por sector económico, año 2002**



Fuente: Balance Nacional de Energía, CNE, 2002.

Cabe destacar que el mercado de la energía eléctrica en el país se articula en tres sub-mercados interrelacionados: generación, transmisión y distribución de la energía. En particular, los mercados de generación y transmisión se caracterizan por su carácter monopolístico, donde el desempeño de pocas empresas redundante en una alta concentración de los mercados y, por lo tanto, se reducen los beneficios asociados a mercados competitivos tales como bajos precios y calidad de servicios. Este tema en particular será profundizado más adelante.

### **1.5.2 El sector petróleo y gas natural en Chile**

Los yacimientos petrolíferos y de gas natural en Chile son muy escasos. Están concentrados en la Cuenca de Magallanes, en tres zonas denominadas «distritos»: Continente, Isla Tierra del Fuego y Costa Afuera. Actualmente, la mayor producción de petróleo crudo y gas natural proviene de Costa Afuera, en funcionamiento desde la década de los '80. Los yacimientos son propiedad del Estado, y son explotados a través de la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP), por medio de concesiones administrativas, o mediante Contratos Especiales de Operación Petrolera (CEOP).

#### **a) Sub sector Petróleo**

La Empresa Nacional de Petróleo (ENAP) además de la exploración y extracción de este combustible, se encarga de la refinación del crudo nacional e importado, convirtiéndola en la principal compañía energética del sector. Hasta el año 2002 se registra una producción acumulada que asciende a 69.552 miles de m<sup>3</sup> de petróleo. En Chile existen las siguientes plantas de refinación:

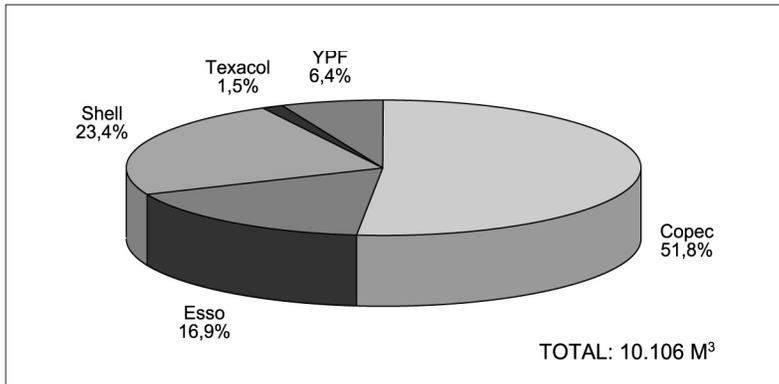
- Refinería de Petróleo de Concón S.A., RPC (V Región)
- Refinería de Petróleo de Talcahuano, Petrox S.A., (VIII Región)
- Topping de Gregorio (XII Región)

En el año 2002, la producción de derivados de petróleo de RPC, fue de 16.218 m<sup>3</sup>/día. Petrox alcanzó una producción de 15.293 m<sup>3</sup>/día, y la producción de Gregorio fue de 3.516 m<sup>3</sup>/día.

Con respecto a la política de precios que rige para este combustible, la política nacional se basa en la paridad respecto del mercado internacional. Es decir, los valores no se encuentran sometidos a ningún tipo de fijación por parte del Estado, sino que se ajustan a la dinámica del libre mercado. El proceso de liberalización del mercado de combustibles comenzó en 1978 y se concretó en 1979, tras la derogación del decreto N°20 (1964), que permitió la entrada de nuevas compañías y del sector privado en la distribución. Este proceso fue completado en 1982, con la liberalización del mercado de precios.

Sin embargo, este sistema de libre mercado no es, en estricto rigor, libre. Actualmente, la distribución de petróleo en el país está en manos de 5 empresas, gran parte de ellas propiedad de corporaciones transnacionales, evidenciando una importante monopolización de este mercado.

**Gráfico 8**  
**Participación de Mercado Empresas distribuidoras de**  
**Combustibles Líquidos, año 2000<sup>10</sup>**



Fuente: Comisión Nacional de Energía, CNE, 2004.

Además de la concentración de la propiedad en la distribución, el Estado chileno ha autorizado la aplicación de un “fondo de amortiguación del precio del petróleo”, mecanismo que subsidia dicho combustible en caso de crisis, generalmente ocasionadas por la vulnerabilidad del precio del petróleo en el escenario internacional. Este instrumento contradice el criterio de “libre mercado” de precios que se ha promovido para el sector energía, y favorece excepcionalmente el consumo de petróleo, aun cuando su utilización reviste un alto costo económico, social y ambiental para el país.

En cuanto a la demanda interna de petróleo, el sector transporte no sólo es el mayor consumidor de derivados del petróleo, sino que además ha experimentado el mayor crecimiento en la demanda de estos energéticos en los últimos años, tal como se observa en el cuadro y gráfico siguientes.

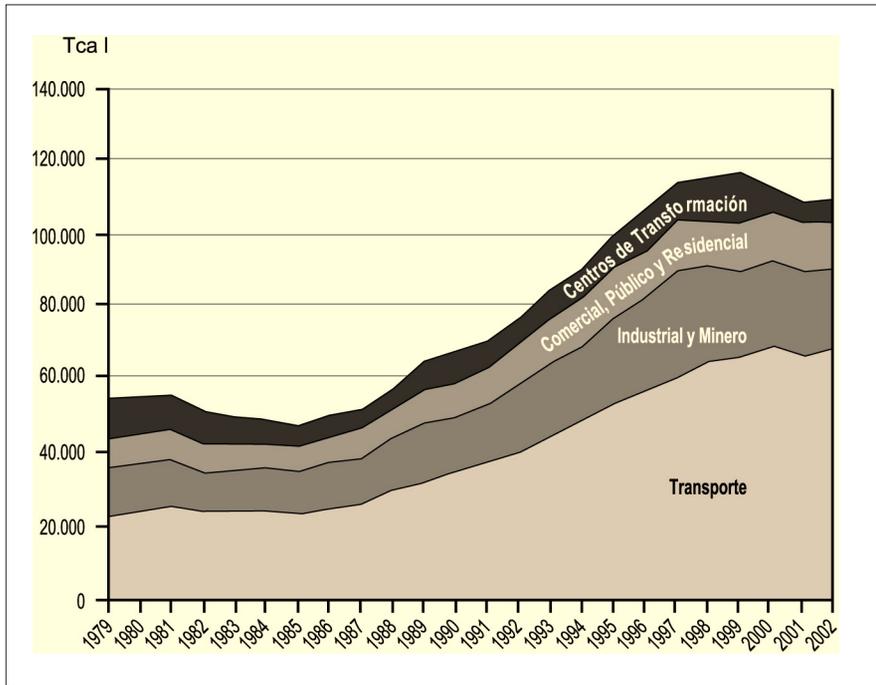
**Cuadro 2**  
**Evolución de la estructura porcentual del consumo de**  
**derivados del petróleo (en %, periodo 1980-2002)**

Años	Transporte	Industrial y minero	Comercial, público y residencial	Centros de transformación
1980	43,3	24,3	14,4	18,0
1990	51,1	22,4	13,7	12,8
2002	62,5	20,3	11,2	6,0

Fuente: Elaboración propia a partir de Banco Central y Balances Nacionales de Energía, CNE, 1980-2002.

<sup>10</sup> Información actualmente disponible en el sitio web de la Comisión Nacional de Energía.

**Gráfico 9**  
**Demanda de petróleo por sector usuario,**  
**período 1979 – 2002**



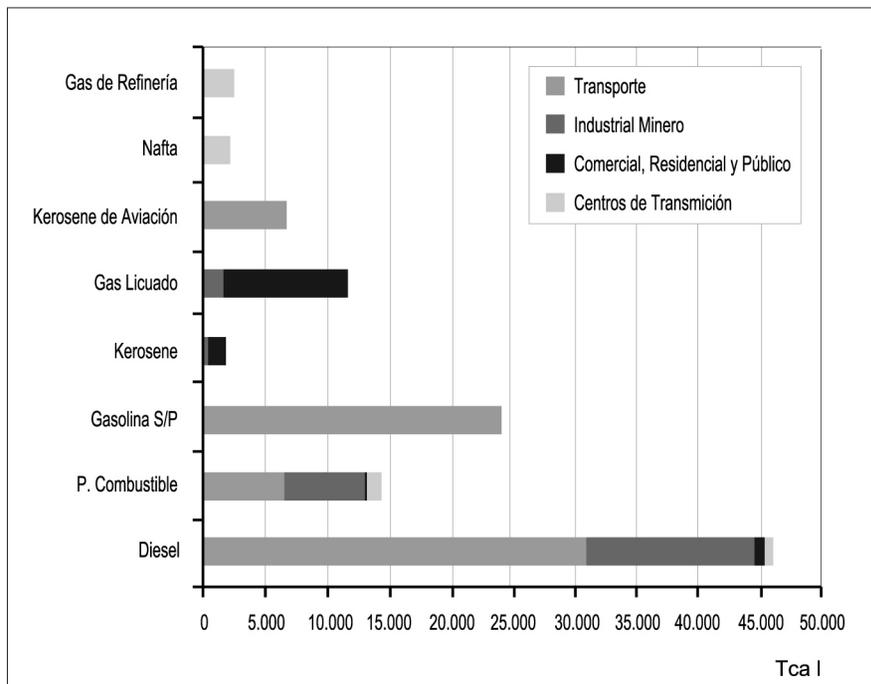
Fuente: Elaboración propia a partir de Banco Central y Balances Nacionales de Energía, CNE, 1979-2002.

Durante el 2002, el total de combustible comercializados el 2002 fue de 11,0 millones de tep. Las ventas de las refinerías nacionales sirvieron para abastecer el 79,8% del mercado nacional, debiendo las empresas distribuidoras importar el 20,2% restante. En total, se importaron 10,5 millones de m<sup>3</sup> de crudo, proveniente principalmente de Argentina (74%) y en menor cantidad de Brasil, Nigeria, Perú, Venezuela y Malasia. Los 3 principales derivados de petróleo importados fueron el petróleo diesel, gas licuado y gasolina automotriz.

Con respecto a las reservas de este combustible, actualmente Chile cuenta con una capacidad de almacenamiento en terminales de petróleo crudo, combustibles líquidos y gas licuado de aproximadamente 3,3 millones de m<sup>3</sup> (CNE, 2004). De este total un 35% corresponde a petróleo crudo, un 7% a gas licuado y un 58% a derivados.

En el Gráfico 10 se muestra la distribución del consumo de derivados del petróleo por sectores usuarios.

**Gráfico 10**  
**Distribución de consumos de los derivados del petróleo**  
**por sector económico, año 2002**



Fuente: Balance Nacional de Energía, CNE, 2002.

En relación a los impactos ambientales producidos por la utilización de este combustible, cabe destacar que sólo en la última década las refinerías de petróleo han tomado acciones vinculadas con la protección del medio ambiente, lo que se ha traducido en normas de calidad de los combustibles cada vez más exigentes, que se han aplicado en forma paulatina en el país. Ello puede atribuirse a las situaciones críticas insoslayables, como los altos índices de contaminación atmosférica que afectan la cuenca de Santiago cada invierno.

En la última década, el contenido máximo de azufre en el diesel ha bajado más de 30 veces, de 1 a 0,03 %<sup>11</sup>, al tiempo que ha subido el cetano (equivalente al octanaje en las gasolinas) de 45 a 50, lo cual implica un mejor rendimiento del combustible. Se estima que este diesel es el mejor de América Latina y contribuirá a una reducción del orden de un 15% en las emisiones de los vehículos petroleros. En este sentido, las cifras hablan de una disminución de las emisiones de material particulado del parque petrolero de 1.650 toneladas a 1.474

<sup>11</sup> Con la introducción del diesel ciudad el contenido de azufre bajó a 300 partes por millón.

toneladas anuales. Esto significará un ahorro de 38,5 millones de dólares en salud para la población capitalina y, por ende, un mejoramiento de la calidad de vida<sup>12</sup>.

Algo parecido ha ocurrido con las gasolinas, que ya no se producen a bajo octanaje (81 y 86 octanos). A fines del mes de marzo de 2001, se dejó de expender en todo Chile la llamada bencina 93 octanos roja, combustible con un alto contenido de plomo. En menos de una década, el uso de gasolinas premium (de alto octanaje, 95 y 97, sin plomo) han llegado a representar más de la mitad del volumen que se vende en el país.

A diferencia del sector eléctrico, la presencia de una empresa estatal (ENAP) como único productor de derivados de petróleo en el país, ha permitido introducir de mejor manera la variable ambiental en la producción de combustibles y al mismo tiempo ha dado cierta confianza en el abastecimiento de los derivados sin perder eficiencia económica. Probablemente, el ejemplo de ENAP debería ser replicado en otros mercados energéticos, como un mecanismo de regulación.

#### **b) Sub sector Gas Natural**

Desde 1961, ENAP ha construido 1.400 Km de gasoductos en la Región de Magallanes, la gran mayoría asociados a la explotación de gas natural de los yacimientos de la zona y a su procesamiento en las plantas de Cullén y Posesión. El año 2002 ENAP extrajo 93.795 millones de m<sup>3</sup>. Sin embargo, el auge de las inversiones en el área comenzaron en la segunda mitad de los '90, con miras a favorecer la importación de gas natural desde Argentina. En agosto de 1997, se iniciaron las importaciones hacia la zona central de Chile a través del gasoducto internacional GASANDES, el cual transporta combustible desde la Cuenca de Neuquén, Argentina, para el abastecimiento de la compañía distribuidora de Santiago y tres centrales termoeléctricas del SIC. El abastecimiento de la V región, desde la estación de regulación y medida de GASANDES lo realiza el gasoducto ELECTROGAS, desde 1998.

En 1999 iniciaron sus operaciones los gasoductos GASATACAMA y NORANDINO, en la II Región. Ambos transportan gas natural desde Argentina hasta centrales de ciclo combinado ubicadas en el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) y hacia centros mineros e industriales de la zona.

El gasoducto del Pacífico, inició en octubre de 1999 el transporte de gas natural desde la Cuenca Neuquina hasta la VIII Región, para abastecer principalmente a empresas distribuidoras e industriales de la zona.

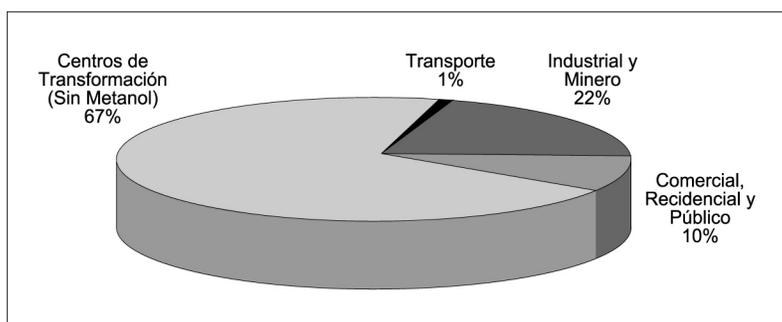
---

<sup>12</sup> Portal CONAMA Metropolitana, artículo 1189 (<http://www.conama.cl/rm/568/article-1189.html>).

Durante el año 2002, la principal zona de consumo de gas natural en el país fue la XII región (2.777 millones de m<sup>3</sup> lo que corresponde al 38% del total), fundamentalmente para la producción de metanol<sup>13</sup>. Del total consumido a nivel nacional (incluye el metanol), el 71% fue importado desde Argentina, siendo el 29% restante obtenido de yacimientos de la cuenca magallánica chilena.

Respecto al consumo de gas natural por sector económico, el gráfico 11 muestra que una amplia mayoría (67%) se concentra en los centros de transformación para la generación de electricidad<sup>14</sup>. Le siguen los consumos de la industria y minería que utilizan el gas natural principalmente como combustible para la generación de calor, y a continuación los consumos residenciales, comerciales y públicos que utilizan el energético con fines de calefacción y cocción de alimentos. El consumo de gas natural por el sector transporte aún no es significativo.

**Gráfico 11**  
**Distribución sectorial del consumo de gas natural. Año 2002.**



Fuente: Balance Nacional de Energía, CNE, 2002.

## 1.6 Evaluación del modelo energético nacional

Antes de analizar los desafíos para avanzar hacia la sustentabilidad del sistema energético, es necesario detenerse brevemente en el análisis de las debilidades y logros alcanzados mediante la aplicación del modelo de desarrollo del sector adoptado a comienzos de los 80's. El contexto nacional y la consolidación de situaciones difícilmente reversibles, tales como por ejemplo: el proceso de privatización y algunos elementos del esquema regulatorio, obliga a definir los desafíos energéticos desde una perspectiva que no puede ignorar completa-

<sup>13</sup> En la región magallánica se produce metanol a partir de gas natural nacional y proveniente de Argentina. El metanol se exporta en un 100%, es decir, no hay uso de este producto ni como carburante ni como materia prima para la industria nacional.

<sup>14</sup> Si bien la producción de metanol se incluye normalmente en los centros de transformación, se prefirió excluirla del análisis para centrarse sólo en los consumos energéticos.

mente el modelo vigente. Los objetivos de competitividad y eficiencia que justificaron la reforma del sector, no se lograron en la forma esperada por los ideólogos y defensores del sistema adoptado, quienes actualmente explican las crisis, deficiencias y reticencias a invertir en las áreas privatizadas del sector (especialmente en generación y transmisión eléctrica) argumentando la existencia de “incertidumbres regulatorias”.

Dentro de las principales limitaciones de la política energética actual destacan:

- La falta de una planificación de largo plazo, que encauce el desarrollo del sector energético, internalizando los costos ambientales y sociales -no sólo económicos- de la producción y uso de la energía.
- Se ha dejado el desarrollo del sector energético en manos del mercado -a excepción de segmentos del sub sector petrolero-, lo que se traduce en una predominancia de proyectos de expansión donde principal variable para decidir su implementación es la rentabilidad de corto plazo, en vez de la sustentabilidad y seguridad energética.
- La pérdida de dinamismo en el sub sector eléctrico, que se ha traducido en problemas de seguridad de abastecimiento, de calidad y de vulnerabilidad en el corto plazo. La elevada concentración de actores involucrados en este sub sector y la persistente utilización de fuentes energéticas no sustentables, ha contribuido a aumentar la vulnerabilidad de la mayor parte del sistema eléctrico nacional. Además, las modificaciones a la legislación, con miras a corregir las fallas del esquema regulatorio, han avanzado dificultosamente.

Sin embargo, es posible destacar algunos aspectos positivos que apuntan en una dirección más adecuada de desarrollo energético, entre estas se destacan:

- La reciente introducción de cambios en la legislación eléctrica (como resultado de una larga discusión en torno a la llamada “ley corta”), que apuntan a facilitar la incorporación de fuentes de energía renovable no convencional en la red eléctrica nacional<sup>15</sup>. Aunque esto es insuficiente para lograr una participación relevante de dichas fuentes en la matriz energética, constituye el inicio del debate y demuestra una apertura interesante de la autoridad en este tema.
- Los logros del Programa de Electrificación Rural, desde el punto de vista de la equidad, el que permitió aumentar el porcentaje de población rural electrificada de 53% en 1992 a 86% en el año 2002.

---

<sup>15</sup> Las modificaciones a la ley eléctrica se analizarán en mayor profundidad en los siguientes capítulos.

- Las significativas mejoras introducidas en estos últimos años, en la calidad del petróleo diesel ciudad y de las gasolinas, como un aporte relevante a la reducción de la contaminación atmosférica.

Estos y otros logros permiten identificar cierta voluntad, de parte del gobierno, por avanzar en temas ambientales, de equidad y diversificación de la matriz energética, a través de la identificación y superación de algunas barreras al uso de las energías renovables. Sin embargo, que este tipo de iniciativas estén sujetas a la voluntad de las autoridades de turno, evidencia la falta de una planificación estratégica de largo plazo en materia de energía, que considere la sustentabilidad de la matriz como un elemento estructural, fundamental y estratégico.

Por lo tanto, el principal desafío consiste en convertir a la sustentabilidad energética en una estrategia integral de desarrollo de largo plazo. En la sección siguiente se analizarán los desafíos concretos que es necesario superar para alcanzar este objetivo final.

# CAPÍTULO 2

## PRINCIPALES DESAFÍOS ENERGÉTICOS DEL PAÍS

Los desafíos de la política energética del país guardan relación con la incorporación de criterios de sustentabilidad en el sistema energético<sup>16</sup>. Que una política energética sea consistente con el desarrollo sustentable, depende de cómo refuerza los “pilares de la sustentabilidad energética”<sup>17</sup>, entre los que destacamos:

- Independencia energética
- Sustentabilidad Ambiental
- Seguridad, calidad y costo razonable del abastecimiento
- Equidad Energética
- Democracia y participación

A continuación se analiza brevemente la situación de cada uno de estos pilares<sup>18</sup>. Para evaluar los resultados de una política energética dada es indispensable disponer de indicadores que permitan medir los efectos de ésta, ya sea comparando los efectos de políticas alternativas sobre los indicadores o la evolución en el tiempo de ellos<sup>19</sup>.

### 2.1 Independencia energética

Chile es un país extraordinariamente dependiente desde el punto de vista energético, ya que sus recursos no renovables están prácticamente agotados y/o los costos de explotación son muy elevados, respecto de los precios que éstos tienen en el mercado internacional<sup>20</sup>. A su vez, los recursos renovables hidro-

---

<sup>16</sup> Aunque la política energética no es capaz de resolver *todos* los problemas de sustentabilidad del desarrollo, sí contribuye a mejorar o empeorar algunos componentes de esa sustentabilidad.

<sup>17</sup> Si bien existe coincidencia entre los especialistas en la definición de algunos de esos pilares, ellos son, en general, distintos, dependiendo del punto de vista de los expertos. Por esta razón, aquí se señalan sólo algunos que, a juicio de los autores de este documento, representan de mejor forma el concepto de sustentabilidad energética.

<sup>18</sup> Los análisis que se realizan a continuación enfatizan la vulnerabilidad del abastecimiento eléctrico por sobre el de los combustibles, debido a que la electricidad no constituye un bien «transable», lo que hace más difícil resolver situaciones de crisis de oferta así como de calidad del servicio

<sup>19</sup> Supera los marcos del presente documento el desarrollo de las funciones analíticas que permiten darle forma cuantitativa a los indicadores, por lo que se mencionan, a modo de ejemplo, sólo algunos indicadores.

<sup>20</sup> Es particularmente el caso del carbón.

eléctricos y biomasa, han sido sometidos a una explotación intensiva y en la mayoría de los casos, no sustentable. Si bien el país dispone de condiciones naturales favorables<sup>21</sup> para la explotación de los recursos renovables no convencionales, ellos representaban en 1993, de acuerdo a un estudio realizado por la CNE, un 0,2% de la matriz energética, cifra que no ha cambiado sustancialmente, puesto que los proyectos de energías renovables implementados en los últimos años (orientados principalmente a la electrificación de zonas aisladas) han sido de pequeña envergadura<sup>22</sup>.

La escasa penetración de estas fuentes energéticas se explica no sólo por el hecho que sus costos no son competitivos -como en prácticamente todos los países donde su explotación es importante-, sino que además porque existe un conjunto de obstáculos de tipo técnico, económico e institucional, los que serán desarrollados más adelante.

Tal como vimos en el capítulo anterior, un alto porcentaje de las necesidades energéticas del país son resueltas a través de la importación de combustibles fósiles, lo que tiene un significativo impacto sobre la balanza de pagos del país. Ello es quizás más grave en el caso de la generación eléctrica, ya que los usos de los combustibles, para fines térmicos, siempre admiten opciones alternativas.

Hasta 1997, el abastecimiento eléctrico en Chile tenía un elevado componente de hidroelectricidad<sup>23</sup>, con un apoyo de centrales térmicas a carbón o petróleo pesado. A contar de ese año se incorporaron centrales a gas natural de ciclo combinado. Dicha tecnología es muy eficiente, con costos de inversión modestos, rápida puesta en marcha y capacidad de generación flexible. Por ello, en sólo 5 años las centrales termoeléctricas han llegado a representar el 40% de la capacidad de generación eléctrica del Sistema Interconectado Central (SIC)<sup>24</sup>. El plan referencial de obras de la CNE se basa fundamentalmente en la puesta en marcha de nuevas centrales de ciclo combinado<sup>25</sup>.

Nuestro abastecimiento de gas natural depende prácticamente en su totalidad de yacimientos argentinos<sup>26</sup>. En el caso de la zona central, dependemos de dos gasoductos provenientes de la zona de Neuquén. Pero la cuenca de Neuquén

---

<sup>21</sup> Las condiciones para el aprovechamiento de estas energías en nuestro país son incluso ventajosas, si se las compara con los países donde la explotación de recursos tales como la energía geotérmica y solar, ha alcanzado mayor desarrollo.

<sup>22</sup> Una excepción es el parque eólico Baguales (3 unidades de 660 kW), sin embargo, es muy probable que la importancia relativa de las energías renovables no haya variado mayormente.

<sup>23</sup> Particularmente en el SIC.

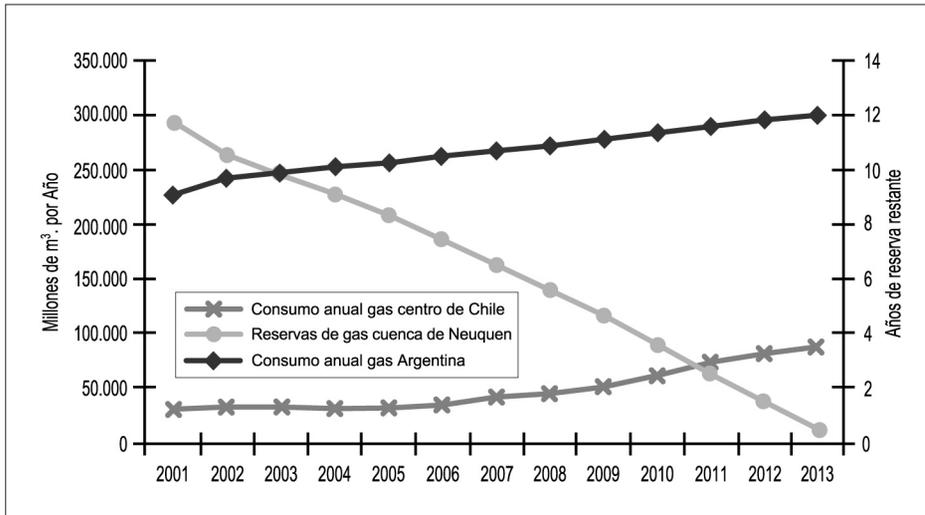
<sup>24</sup> A partir de las estadísticas de capacidad instalada publicadas por CNE ([www.cne.cl](http://www.cne.cl))

<sup>25</sup> Ver fijación de precios de nudo, Octubre 2003, CNE

<sup>26</sup> Se excluye el abastecimiento de la región magallánica

es la cuenca gasífera con más años de explotación en Argentina y sus reservas son muy escasas, no superando los 12 a 14 años de vida útil. Una proyección realizada por A. Lahsen<sup>27</sup> indica que es muy probable que el abastecimiento de esta cuenca entre en crisis entre el año 2007 y 2010, como se ilustra en el Gráfico 12.

**Gráfico 12**  
**Consumo y Reservas Gas de Neuquén**



Fuente: Programa Chile Sustentable, 2004.

Durante el primer semestre de 2004, hemos podido apreciar los primeros indicios de la crisis energética que se esperaba sucedería. La reactivación de la economía argentina ha incentivado el consumo interno en dicho país, hasta producir un desequilibrio entre la demanda y la oferta de energía. En consecuencia y con el objetivo de satisfacer su demanda interna, Argentina se ha visto en la necesidad de reducir el suministro del gas para exportación, generando una situación crítica en el abastecimiento de energía y suministro de electricidad en Chile. Aunque los impactos de esta reciente crisis no son objeto de análisis específico en el presente documento, cabe suponer que probablemente, el costo del gas natural subirá en forma apreciable a mediano plazo. Esta alza de precios se relacionaría con:

- Precio internacional de hidrocarburos: En el plazo mediano, el gas natural tiene un precio vinculado al mercado de otros hidrocarburos, en especial el petróleo, que ha estado sujeto a importantes variaciones debido a la inesta-

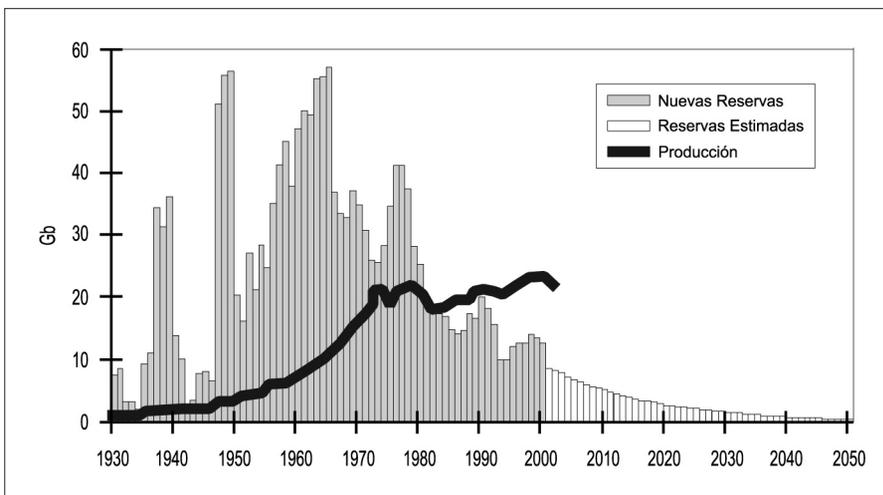
<sup>27</sup> A. Lahsen, J. Rojas, R. Román, 2003.

bilidad política y económica en los países productores, a raíz de los conflictos internacionales y la intervención militar norteamericana en la zona.

- Nuevas opciones de venta: Hasta hace poco, el gas natural tenía un mercado limitado a la viabilidad económica de extender las tuberías de gas. Hoy se han abierto nuevos mercados a través de la exportación, como GNL (gas natural licuado). Este sistema de exportación a temperaturas criogénicas será más común en la medida que aumente la incertidumbre del precio del petróleo y derivados. La consecuencia lógica es una tendencia al alza de precios del gas natural.

Por su parte, es posible apreciar que las reservas de petróleo han ido decreciendo sistemáticamente y no se visualiza que mejore la situación en el futuro mediano, lo que se reflejará en una reducción de la producción mundial. Desde 1980, la producción del combustible ha sobrepasado los nuevos descubrimientos de hidrocarburos (Gráfico 13). Esto significa que estamos consumiendo petróleo de las reservas que fueron descubiertas hace más de dos décadas. En el ámbito mundial, se prevé que la producción de este combustible comenzará a declinar entre 2005 y 2010; y que la producción total de hidrocarburos (incluyendo gas natural y otros recursos) comenzará a declinar hacia el 2015<sup>28</sup>.

**Gráfico 13**  
**Diferencia entre descubrimiento y reservas de hidrocarburos a nivel mundial**



Fuente: Revista Newsletter N°30, de la Association for the Study of Peak Oil & Gas (ASPO), Junio 2003. Citado por Programa Chile Sustentable, 2004.

<sup>28</sup> A. Lahsen, J. Rojas, R. Román, 2003.

En Chile, diversos grupos de opinión e incluso autoridades públicas, han sostenido que el abastecimiento de energía es seguro, pues las importaciones de combustible estarían respaldadas por una “florecente” economía nacional –bien encaminada hacia la reactivación- y una sana balanza de pagos. Sin embargo, tal optimismo ha demostrado tener un débil fundamento, frente a los cada vez más evidentes problemas del abastecimiento energético en base a fuentes convencionales, a nivel nacional e internacional.

Por otra parte, el enfoque que se ha dado al problema energético en nuestro país considera principalmente los aspectos financieros del problema. Sin embargo, una perspectiva más amplia sugiere que la dependencia energética debe ser asumida como un obstáculo a superar, lo que supone responder a interrogantes tales como: ¿Qué tipo de perfil energético es deseable para el país? ¿Cuáles serían las opciones energéticas posibles en dicho contexto? ¿Cuál es el costo social, ambiental y económico, que se está dispuesto a pagar por un perfil energético dado? ¿Cuáles son los grados de dependencia aceptables y cuáles los mecanismos que permiten, razonablemente, reducirlos? La diversificación de la matriz energética, asignándole al uso eficiente de la energía un rol fundamental en ello, constituye la principal respuesta a este desafío.

## 2.2 Sustentabilidad Ambiental

Los fuertes impactos ambientales que generan en el país la producción y uso de la energía en las condiciones actuales, quedan demostrados en situaciones como la contaminación atmosférica de los centros urbanos (tales como Santiago y Temuco) y los impactos de la construcción y operación de megacentrales hidroeléctricas, en la zona sur. Ello ha dado origen a fuertes debates públicos y movilizaciones ciudadanas, afectando el desarrollo o por lo menos el calendario de puesta en marcha de prácticamente todos los megaproyectos energéticos.

En el ámbito normativo, si el país no establece una clara regulación ambiental en lo que respecta a la contaminación atmosférica, ni se dota de las capacidades efectivas para aplicar dicha regulación, los usos de combustibles fósiles en el transporte urbano y en la industria agudizarán los problemas de contaminación existente<sup>29</sup>. La intensidad de los efectos contaminantes del uso de combustibles fósiles dependerá de las tecnologías utilizadas, de la calidad de los combustibles y del estado de mantención de los equipos. A su vez, la deficiente calidad

---

<sup>29</sup> Esta afirmación no desconoce algunas iniciativas de las autoridades públicas; de hecho, en un período relativamente breve, el contenido de azufre del petróleo diesel, responsable de la emisión de partículas PM10 y PM2,5, ha pasado de 1.200 ppmS en 1997 a 300 ppmS en el año 2001 y se espera alcanzar 50 ppmS en el año 2004. Sin embargo, tales avances resultan insuficientes para garantizar la sustentabilidad ambiental de la matriz energética nacional.

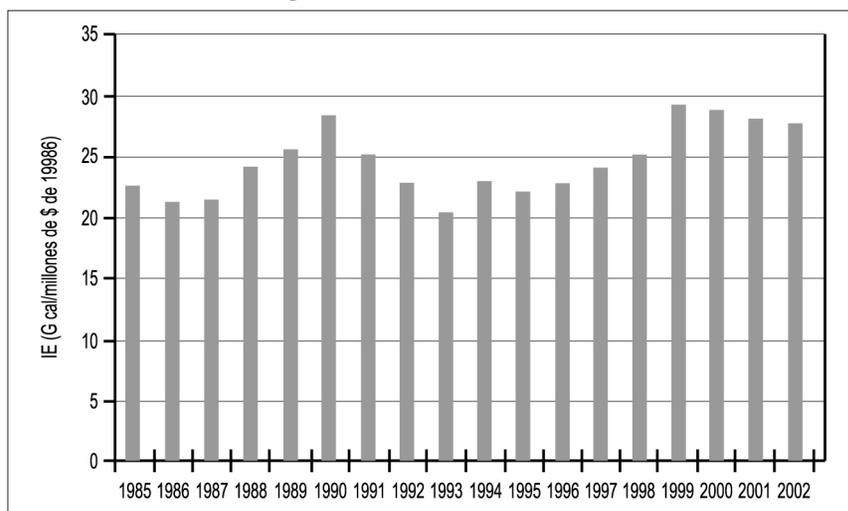
térmica de las viviendas y de los artefactos utilizados para la cocción de alimentos y calefacción es otro factor que debe ser corregido, en orden a minimizar los efectos de la contaminación sobre la salud de la población.

Igualmente, la discusión ciudadana y especializada acerca de los impactos ambientales de las centrales de generación eléctrica, impone la necesidad de cambiar la filosofía de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y establecer normas ad-hoc. Por ejemplo, en el caso del uso del pet-coke, es necesario asegurar que los proyectos demuestren ser la mejor opción posible para satisfacer los requerimientos de electricidad y afectar mínimamente los ecosistemas en el entorno de la central. Si no cumplen este requisito, los proyectos deben ser rechazados.

Respecto del consumo de energía, la importante demanda de combustibles fósiles en nuestro país es un claro indicador de insustentabilidad ambiental del sistema energético y a la vez, constituye un indicador de los potenciales impactos del uso de la energía sobre el medio ambiente, aun cuando se han adoptado diversas medidas para mejorar la calidad de los combustibles durante los últimos años<sup>30</sup>.

También es relevante la importante evolución del uso de combustibles fósiles en comparación con la evolución del Producto Interno Bruto (PIB), que si bien ha sufrido fluctuaciones durante las últimas dos décadas, no evidencia una tendencia a la disminución, como se aprecia en el siguiente gráfico.

**Gráfico 14**  
**Intensidad Energética de Combustibles Fósiles Primarios**



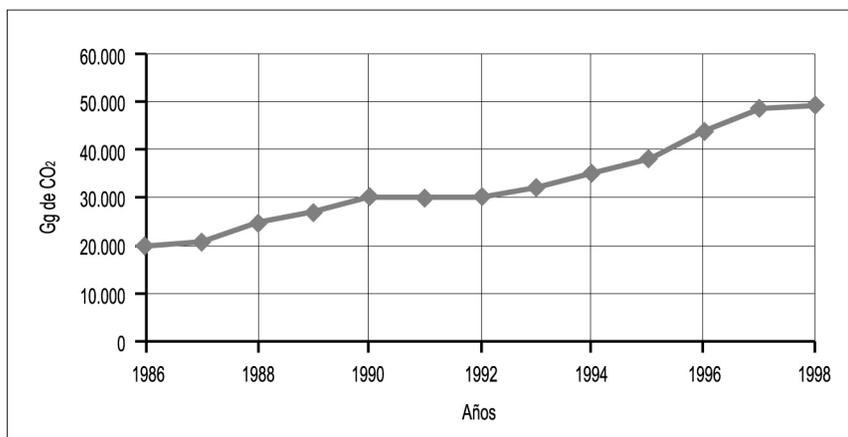
Fuente: Elaboración propia basada en Balances Nacionales de Energía y Banco Central de los años respectivos.

<sup>30</sup> Ver capítulo 1.5.2, subsector petróleo.

En definitiva, frente a este alto nivel de consumo de combustibles fósiles -pese su evidente insustentabilidad- se requiere una política clara para la mitigación de la contaminación local y de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). De no ser así, la emisión de contaminantes seguirá creciendo a un ritmo acelerado, similar o superior a la tasa de crecimiento económico.

El gráfico siguiente muestra la evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> durante los últimos años. Del gráfico se desprende un aumento sistemático de la emisión de GEI, lo que sugiere la necesidad de una política de mitigación de GEI.

**Gráfico 15**  
**Evolución de las Emisiones de CO<sub>2</sub> en Chile<sup>31</sup>**



Fuente: PRIEN, 2000.

Las iniciativas tendientes a mitigar los daños ambientales resultan insuficientes para alcanzar la sustentabilidad ambiental en la matriz energética. Ello requiere una masificación de las tecnologías de eficiencia energética y un fuerte impulso a la utilización de fuentes renovables no convencionales, opciones que además, contribuirían en forma importante y eficaz a reducir la contaminación atmosférica y las emisiones de gases de efecto invernadero. Ninguna de estas alternativas forma parte de la actual política energética nacional –sólo existen algunos esfuerzos puntuales realizados por el sector privado y por el Estado- lo que evidencia la urgencia de legislar, para consolidar el rol de estas dos opciones en la política energética.

La superación de los problemas de sustentabilidad energética no se logrará mientras la variable ambiental siga siendo considerada como un elemento restrictivo o limitante del desarrollo. Muy por el contrario, esta dimensión debe

<sup>31</sup> Estas cifras datan del último inventario oficial de Gases de Efecto Invernadero realizado por el gobierno, en el año 2000. El nuevo inventario nacional de estos gases está actualmente en desarrollo.

ser asimilada como un factor que dé sustentabilidad al desarrollo, generando escenarios en que el proceso de crecimiento se realice bajo un mínimo de incertidumbres en el acceso a los recursos naturales, humanos y financieros, considerando horizontes no sólo de corto plazo, sino especialmente de mediano y largo plazo.

## 2.3 Seguridad, calidad y costos razonables del abastecimiento<sup>32</sup>

Un país que ha basado su estrategia de desarrollo en la apertura unilateral de su comercio exterior, requiere disponer de un abastecimiento seguro, de calidad y a costos razonables. Sin embargo, no incorporar elementos de planificación estratégica y de largo plazo ha significado importantes problemas de sustentabilidad para el sector energético.

Inmediatamente después de la reforma del sector eléctrico -en la primera mitad de los '80-, una primera etapa de la inversión en energía estuvo vinculada al traspaso de los activos desde el sector público al sector privado nacional. En una segunda etapa tuvieron lugar diversas inversiones para la expansión del sistema, proceso que culmina a fines de los '90 y específicamente, entre 1998 y 1999, período en que se produce una fuerte desnacionalización: las empresas nacionales son vendidas a grandes consorcios de transnacionales extranjeras, quienes se instalan en el país sobre la base de las inversiones ya realizadas. Posteriormente, no se incrementa la capacidad instalada en el Sistema Interconectado Central (SIC), salvo la inversión vinculada a la central Ralco y otras menores, inversiones que no se compadecen con el ritmo de aumento de la demanda<sup>33</sup>.

Es en el SIC donde la reticencia de los inversionistas privados a seguir expandiendo la infraestructura eléctrica tiene efectos más críticos, debido a que en el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING) existe una capacidad instalada que supera largamente la demanda máxima<sup>34</sup>. Aun siendo muy importantes, los problemas del SING atañen más bien a la estabilidad del sistema (problemas de regulación de frecuencia) que a la capacidad. El siguiente gráfico muestra el estancamiento de la capacidad instalada respecto de la evolución de la demanda en el SIC.

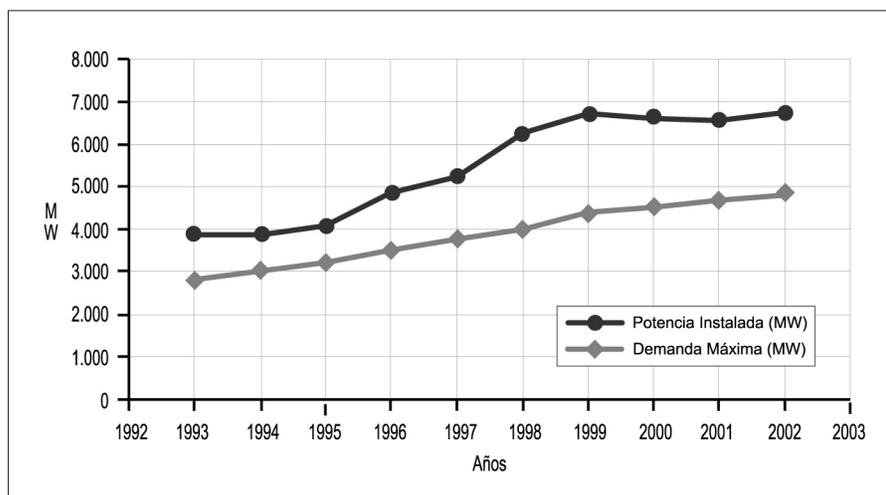
---

<sup>32</sup> Parte de este punto se basa en un documento elaborado por los autores para CEPAL y que se encuentra en etapa de edición en marzo de 2004.

<sup>33</sup> Estas afirmaciones no ignoran que desarrollo energético debe abordarse simultáneamente desde el lado de la demanda y de la oferta, no sólo desde esta última. Sin embargo, se reconoce que la maduración de un programa efectivo de eficiencia energética requiere de por lo menos 10 años de aplicación sostenida, lo que aún no se ha iniciado.

<sup>34</sup> Esta situación evidencia que la argumentación esgrimida por los impulsores de la reforma y privatización del sector; es decir, en el sentido de incrementar la eficiencia del sistema en el uso de los recursos, no tuvo relación con la realidad.

**Gráfico 16**  
**Evolución de oferta y demanda en Chile, SIC**

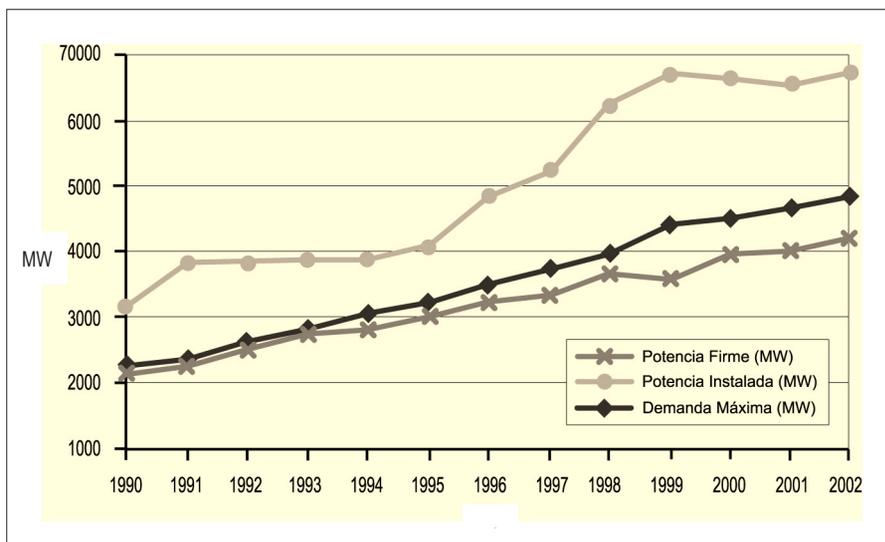


*Fuente: Anuario de Operaciones 1993-2003, Centro de Despacho Económico y de Carga (CDEC) y Sistema Interconectado Central (SIC).*

En un sistema con una fuerte componente hidroeléctrica, como es el SIC, la potencia instalada no representa la capacidad efectiva del sistema, debido a que no incluye las limitantes de potencia firme (lo que es muy relevante en un país con frecuentes períodos secos), ni tampoco las congestiones de transmisión.

Para ilustrar la vulnerabilidad del sistema, en el Gráfico 17 se incluyó como referencia la potencia firme y se hizo un ejercicio para responder a la siguiente interrogante: ¿Qué hubiese ocurrido en el año 2002, de haberse producido una sequía similar a la de los años 1997-1999, considerando la inversión efectivamente realizada a la fecha?

**Gráfico 17**  
**Vulnerabilidad del sistema eléctrico del SIC**



Fuente: CDEC-SIC, 2003.

Como vemos, la potencia firme habría resultado insuficiente para satisfacer la demanda en dicho año, lo que habría significado un desabastecimiento cercano al 5%<sup>35</sup>. Que ello no haya ocurrido se debe a que en estos últimos años la frecuencia de lluvias fue más bien favorable.

Autores como Galetovic y Olmedo (2003), estiman relativamente improbable dicho desabastecimiento. En su perspectiva, si se repite el escenario de los años 1998-99, en el año 2005-06, la probabilidad de desabastecimiento es cero en ocho de los 12 meses y en ninguno de los meses restantes debiera superar el 5%. Incluso, dichos autores no asignan un carácter crítico a un eventual desabastecimiento, ya que estiman que el sistema de precios y las medidas regulatorias asociadas, contribuirían a una solución de bajo costo.

Por el contrario, los autores del presente trabajo son menos optimistas respecto de tales hipótesis, considerando la evolución de la demanda, la respuesta de las empresas a señales de precios más favorables y la capacidad del ente regulatorio de establecer precios que incentiven a los actores a solucionar la crisis.

<sup>35</sup> El Gráfico 17 se hizo en base a la potencia firme y no a la potencia efectivamente disponible en los años de referencia, lo que explica que sólo en el periodo de la crisis se haya producido desabastecimiento.

Más allá de las diversas opiniones respecto de la evolución de la oferta, es un hecho que el funcionamiento del sistema eléctrico chileno ha presentado anomalías que es necesario tener presente, las cuales de una u otra manera, determinan la vulnerabilidad del abastecimiento eléctrico. Entre ellas se cuentan, por ejemplo:

- Puesta en servicio de centrales que se instalaron a fines de los años '90 y que presentaron fallas, lo que ha obligado a detener las centrales y posponer la puesta en marcha por períodos mayores a los normales (Pehuenche, Nueva Renca y Nehuenco, son ejemplo de ello).
- Perturbaciones graves en el Sistema Interconectado Central, entre las que destacan: fallas con interrupciones del servicio entre San Fernando y Taltal, con una duración total de unas 4 horas, el 1° de diciembre de 1994; y falla por más de 3 horas entre Diego de Almagro por el Norte y Parral por el Centro-Sur, debido a la desconexión de 1.900 MW de un total de 2.600 MW, el 5 de abril de 1995. A las anteriores se agregan fallas similares el 20 de abril de 1995, el 29 de enero de 1996 y cortes intempestivos durante 1998. Más adelante se resumen algunas de las fallas recientes del sistema.
- Limitaciones para ejercer el derecho de los potenciales clientes libres, a contratar el suministro directamente con los generadores. Un caso destacado fueron las dificultades que tuvo la Empresa Nacional de Transporte de Pasajeros Metro de Santiago, para contratar su abastecimiento como cliente libre.
- Consumidores no compensados por los costos o pérdidas debido a fallas en el abastecimiento, como en los casos de interrupciones del abastecimiento por fallas técnicas o de racionamiento por falta de capacidad de generación.
- Empresas no eléctricas obligadas a buscar autoabastecimiento. Un reflejo de esta situación ha sido la licitación de suministro que lleva a cabo la filial de ENAP, Refinería de Petróleos de Concón (RPC), proceso que incluso estaría abierto a recibir ofertas donde se contemple la construcción de una central. El año 2003, el entonces gerente general de la petrolera estatal, Daniel Fernández, aseguraba: "Hemos tenido ya cuatro cortes en lo que va del año y no podemos parar la planta cada vez que esto sucede, ya que significa pérdidas importantes y no podemos estar sujetos a un sistema vulnerable, por lo que necesitamos el suministro seguro"<sup>36</sup>. En el mismo medio escrito donde fueron publicadas estas declaraciones, otra noticia señalaba:

---

<sup>36</sup> Extractado de Diario ESTRATEGIA, 14 de Abril de 2003.

“ (...) CMPC Celulosa, filial de Empresas CMPC -propiedad del grupo Matte-, debió invertir US\$ 6 millones en la construcción de la línea de transmisión Mininco-Nacimiento (...) Se aseguró, entre otras cosas, que esta iniciativa permitirá desconectar a la Planta Pacífico del tramo Charrúa-Temuco ubicado en el SIC, aliviando, de esta manera, el nivel de saturación de esta línea (...)”<sup>37</sup>.

- Agudización del proceso de concentración de la propiedad en el sector eléctrico y de integración vertical de la industria, por la vía de la conformación de consorcios.
- Ambigüedades de la legislación respecto de la definición del momento en que se considera desabastecimiento y cómo se valorizan los intercambios de energía entre generadores, lo que ha generado discusiones entre las empresas involucradas (como entre CHILGENER y ENDESA, por ejemplo).
- Fallas del sistema (“black-outs” y “brown-outs”) en el caso del SING, que han afectado la producción de la industria minera y han destruido equipos electrónicos de control. El costo de mantener la estabilidad del sistema lo han pagado, hasta la fecha, los principales clientes, los que deben desconectar parte de sus consumos frente a la caída de centrales o unidades generadoras. La más reciente reforma a la legislación eléctrica (Ley Corta), promulgada en Enero de 2004, estaría remediando esta situación al incluir la remuneración de los servicios complementarios.

Cabe destacar que los orígenes de estos efectos no deseados, se encuentran en decisiones adoptadas al momento de la reforma, a comienzos de los 80, y a los esquemas reguladores que la sustentaron. Evidentemente, la manifiesta vulnerabilidad del sistema eléctrico chileno no se corresponde con los propósitos de desarrollo declarados por las autoridades del país y los riesgos del sistema siguen vigentes. Podemos volver a enfrentar situaciones como la crisis eléctrica de los años 1998-99, con fuertes impactos económicos, sociales y ambientales. Durante aquella crisis, algunos organismos empresariales estimaron pérdidas de millones de dólares mensuales, cifra difícil de juzgar, pero sin duda muy importante para las pequeñas y medianas empresas (industriales y comerciales)<sup>38</sup>, como también para los sectores residenciales.

De no tomarse las medidas apropiadas, esta situación que volvería a repetirse en un nuevo escenario de crisis. El siguiente cuadro describe las fallas más recientes del sistema eléctrico.

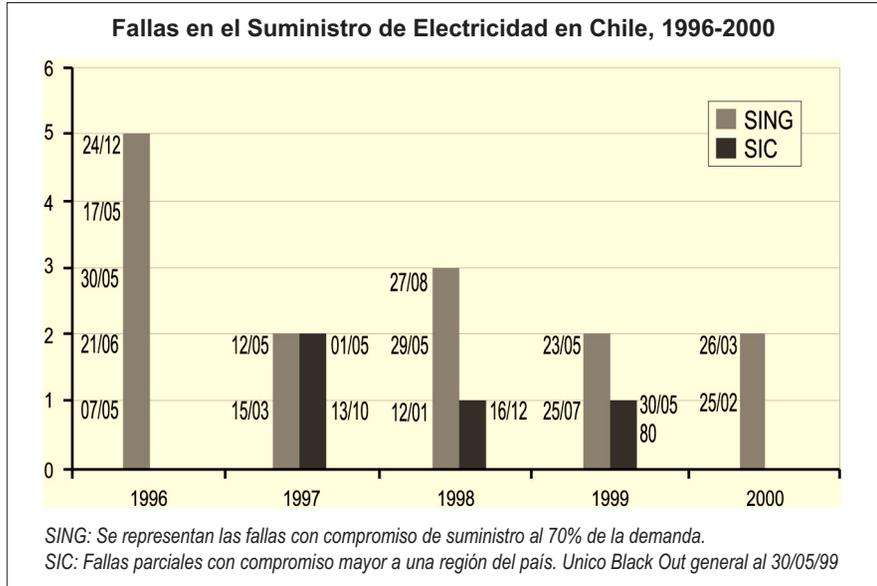
---

<sup>37</sup> *Ibíd.*

<sup>38</sup> Muchas industrias que trabajaban 5 días a la semana pasaron a trabajar 4 días, perdiendo un 20% de su producción.

**Recuadro 1**  
**Fallas recientes en el SIC y SING.**

Aunque la cantidad de fallas parece disminuir en el tiempo, tal como se observa en el gráfico adjunto, cada una de ellas esta asociada a enormes pérdidas para la sociedad y el país. Los años recientes no son una excepción.



Fuente. Blanco, Endesa 2002.

El 17 y 19 de enero de 2002 se produjeron cortes de electricidad, los que afectaron gran parte de la zona de la V región. El 23 de Septiembre de 2002 se produjo una falla en el sistema de transmisión de 500kV en el SIC que abarcó de Talca a Santiago, el 15 de enero de 2003 se produjo otro corte de suministro eléctrico que afectó la zona comprendida entre Taltal y Santiago.

El 7 de noviembre de 2003, en pleno horario peak de consumo eléctrico, una interrupción generalizada del Sistema Interconectado Central (SIC) dejó sin electricidad a una vasta zona del país, comprendida entre Taltal por el norte

(III Región) y Linares por el sur (VII Región), mientras que en la Décima Región se evidenciaron pérdidas aisladas de consumo en algunas localidades.

En relación con esta falla, el Superintendente de Electricidad y Combustibles, Sergio Espejo dijo que los cortes no estarían relacionados con la falta de inversiones, sino que con la operación del sistema.

A lo anterior se agrega la vulnerabilidad del sistema de transmisión en Alta Tensión (una sola línea de 500 KV entre Ancoa y Alto Jahuel) y entre Temuco y Charrúa, Francisco Aguirre, director de electroconsultores.com, expresó, en este sentido, que particularmente el tramo Charrúa-Temuco no resistirá por más tiempo, provocando la caída inevitable del SIC. "Creo que dicha área no podrá aguantar uno o dos años más. El tema está crítico, de hecho ya han existido apretones fuertes, creo que la decisión de CMPC de conectar las tres plantas es muy oportuna". "...Un operador recalcó que es de conocimiento público que de Temuco al sur, el sistema ha sufrido una serie de dificultades a partir de 2001, ya que a raíz del aumento de la temperatura durante los meses de verano la capacidad de transmisión de las redes baja considerablemente. "Desde ese año no existe la seguridad de abastecer el consumo durante los días de altas temperaturas".

La superación de los desafíos que derivan de los problemas planteados, pasa sin duda por eliminar las incertidumbres regulatorias, que en parte pretende resolver la ley corta y, muy probablemente, por enfrentar aspectos estructurales que derivan de la reforma como son, por ejemplo, la nula obligación a invertir en transmisión y generación, e incluso enfrentar los obstáculos que derivan de la desintegración vertical del sistema.

## 2.4 Equidad en el Acceso a la Energía.

Los graves problemas de equidad existentes en Chile son un obstáculo para el desarrollo en el largo plazo. Una de sus manifestaciones más negativas es la insatisfacción de las necesidades energéticas de la población de bajos ingresos, debido a la imposibilidad de cubrir los costos de la energía y/o acceder a ella en zonas alejadas, entre otros factores.

La inequidad en el acceso a la energía en Chile -que encuentra su expresión más concreta en los sectores rurales y aislados- atenta contra la productividad de los campesinos y pescadores artesanales, y también contra la posibilidad de desarrollar o diversificar las potencialidades productivas en las zonas alejadas. Tal fenómeno se traduce en un bajo valor agregado del trabajo agrícola; menor rendimiento en los cultivos; agudas pérdidas o deterioro de cosechas y productos del mar; y una insatisfactoria provisión de servicios rurales. El aislamiento que caracteriza a esos sectores dificulta, tanto técnica como económicamente, su abastecimiento con formas convencionales de energía. En contraste, las zonas aisladas constituyen un nicho privilegiado para las energías renovables no convencionales, lo que no ha sido asumido en plenitud por el Estado, que parece atrapado en la inercia de las soluciones tradicionales.

La precaria situación que vive el país en este campo, se evidencia en situaciones como las siguientes:

- Miles de chilenos aún no tienen electricidad: Pese a los esfuerzos del Programa de Electrificación Rural (PER) del gobierno<sup>39</sup>, los obstáculos son cada vez mayores para llegar a los sectores aún no abastecidos, debido a su menor densidad poblacional y mayor pobreza, factores que hacen menos atractivo su conexión a las redes tanto para el Gobierno como para las empresas distribuidoras locales.

Por otra parte, los programas de electrificación rural apuntan a satisfacer las necesidades mínimas de la población (casi exclusivamente iluminación),

---

<sup>39</sup> El PER ha permitido ampliar la cobertura de electricidad en familias rurales, de 53% en 1992 a 86% en el año 2002, de acuerdo a los Censos de Población y Viviendas, respectivos.

sin dejar espacio a la energización de las actividades productivas, que son las que efectivamente pueden contribuir a la superación de la pobreza.

- El uso de leña y sus derivados revela importantes situaciones de pobreza: Un mayor consumo de leña, carbón, aserrín y lejía (“dendroenergía”) en el sector residencial, respecto del consumo total de energía, generalmente se corresponde con situaciones de pobreza, contaminación intradomiciliaria, problemas de acceso y falta de confort en el acceso a energía. Chile tiene un alto uso de leña en la población que vive en zonas rurales y en los centros urbanos de la zona sur del país. De acuerdo al balance nacional de energía de la CNE en el año 2002, un 58% del consumo de leña era residencial.
- Las carencias energéticas afectan la salud y la calidad de vida de la población: Muchas necesidades de los hogares chilenos no están siendo satisfechas por su falta de acceso a la energía. Para determinar un patrón de satisfacción mínimo, se requiere definir los usos que la energía cumple en los hogares, como por ejemplo: cocción de alimentos, iluminación, actividades recreativas (radio y televisión), calefacción, calentamiento del agua (aseo personal y lavado de ropa) y refrigeración. Un estudio hecho en Cauquenes (Fuentes, 1994)<sup>40</sup> reveló que allí las familias sin electricidad tenían una iluminación 4,5 veces menor que una familia conectada. Igualmente, la calefacción de las casas presentaba un déficit equivalente a 88 kilos de leña promedio mensual. A nivel nacional, un hogar rural tiene un consumo medio de unos 660 kWh/año y un hogar urbano, de unos 1.950 kWh/año, (Fuentes, ibid.).
- Desigualdades en equipamiento en hogares urbanos y rurales: La mayor o menor disponibilidad de artefactos tales como: radios, televisores, lavadoras, refrigeradores, cocinas y estufas, está ligado al acceso físico a los energéticos comerciales y a la capacidad de compra de las familias<sup>41</sup>. También en este caso se aprecia una situación desventajosa de los sectores rurales, en relación con su acceso a electrodomésticos como lavadoras o refrigeración, debido a la carencia de servicios energéticos y a su baja capacidad adquisitiva. En el siguiente cuadro, podemos visualizar las desigualdades entre los hogares rurales y urbanos, considerando la disponibilidad de los artefactos que requieren energía eléctrica y de los que generan calor (para calentar agua y cocer alimentos).

---

<sup>40</sup> A pesar de que hoy existen menos hogares no electrificados, en aquellos en que aún no existe acceso a la energía eléctrica las condiciones de vida no han cambiado de manera relevante.

<sup>41</sup> En PRIEN, (1992) se detectó que el costo de la caloría útil de leña era superior al de su equivalente en gas licuado, pero que las familias seguían usando leña para cocinar debido a que no tenían los recursos financieros para comprar la cocina a gas licuado.

**Cuadro 3**  
**Disponibilidad de artefactos eléctricos y combustibles usados para agua caliente, cocción y mantención de alimentos (en%)**

Artefactos	Hogar urbano (%)	Hogar rural (%)
Refrigeradores	86	60
Lavadora	82	58
Cocina a gas	92	49
Calefones	63	20

*Fuente: Censo 2002, Instituto Nacional de Estadísticas (INE).*

- Mal comportamiento térmico de las viviendas: Estudios realizados en viviendas del medio rural pobre en Chile (100m<sup>2</sup> de superficie y 250m<sup>3</sup> de volumen), indican que en general su comportamiento térmico es precario. En Chiloé, una casa mal aislada requiere quemar alrededor de 16 kilos de leña por hora, cifra que se transforma en 60 toneladas por año, para alcanzar un confort adecuado, en tanto que una casa mejor diseñada, con buen aislamiento requiere sólo 3,5 kg/hora, ó 13 toneladas al año (PRIEN, 1992)<sup>42</sup>. En otras palabras, con la misma cantidad de leña, los pobres pasan más frío.
- Los pobres gastan parte importante de sus ingresos para acceder a los servicios energéticos: En la “V Encuesta de Gasto Familiar” realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE)<sup>43</sup> para el período Agosto de 1996-Julio de 1997, se observa que el 20% más pobre de la población gastaba un 7% del presupuesto familiar en energía, mientras que el 20% de mayores ingresos gastaba sólo un 3% de su presupuesto. Considerando que los sectores urbanos de bajos ingresos recurren a la leña (obtenida sin costo) cuando no disponen de dinero para otros combustibles, es posible suponer que sus gastos serían mayores si tuvieran a la mano otras opciones de energía.

Mejorar la falta de equidad en el acceso a la energía requiere iniciativas urgentes, como un programa de energización de zonas aisladas que contemple el abastecimiento energético a las actividades productivas, complementarios a los vigentes y medidas de eficiencia energéticas focalizadas en las viviendas de menores ingresos.

---

<sup>42</sup> No existen estudios similares sobre este tema, realizado por PRIEN u otros centros académicos, en años posteriores. Sin embargo, la tendencia parece mantenerse.

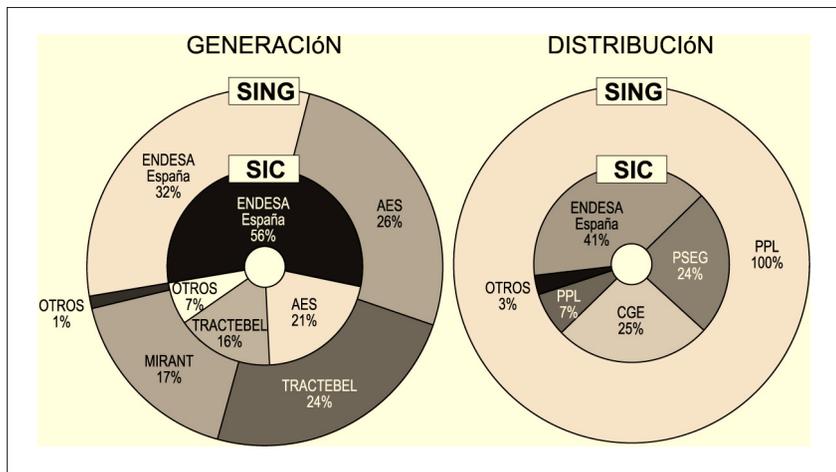
<sup>43</sup> La institución no continuó realizando esta encuesta en años posteriores.

## 2.5 Democracia y participación

Como hemos visto, la reforma del sector eléctrico condujo a una elevada concentración de la propiedad y a un exacerbado “dejar hacer” al mercado. Esto ha dificultado seriamente la posibilidad de construir políticas públicas independientes<sup>44</sup> y ha generado “barreras” que obstaculizan la entrada de nuevos actores al segmento de generación. Teóricamente, el ámbito de la generación es el espacio donde la competencia es posible; sin embargo, los resultados de la aplicación de la reforma demuestran lo contrario, contradiciendo los objetivos explicitados por quienes iniciaron el proceso de reforma y por quienes administraron posteriormente el modelo.

Tal concentración del poder económico y político atenta contra la sustentabilidad del desarrollo energético y contra la sustentabilidad democrática. Si bien la propiedad de las empresas ha variado tendiendo a la “des-nacionalización” y a la masiva incorporación de corporaciones transnacionales en el sector, en términos estructurales éstas siguen siendo prácticamente las mismas que existían al inicio de la reforma. El gráfico siguiente muestra cómo se distribuye la propiedad en el sector eléctrico al año 2001, situación que persiste hasta hoy.

**Gráfico 18**  
**Concentración del sector eléctrico en Chile**



Fuente: Elaboración propia en base a Pérez Stieповic R., 2001.

<sup>44</sup> Tal fue el caso durante la tramitación de la ley corta, donde las empresas jugaron un rol protagónico, en contraste al mínimo (y casi inexistente) espacio concedido para la participación de la sociedad civil en la discusión parlamentaria.

Para analizar el grado de concentración en el sector se utilizó el Índice Herfindahl-Hirschman, desarrollado por el Departamento de Justicia de los Estados Unidos, aplicándolo a la propiedad del segmento de generación, debido a que la transmisión y la distribución constituyen monopolios naturales<sup>45</sup>. El índice distingue tres grados de concentración: mercado no concentrado (HHI inferior a 1.000), moderadamente concentrado (HHI entre 1.000 y 1.800) y altamente concentrado (HHI superior a 1.800).

Sobre la base de los antecedentes disponibles, respecto a las empresas y sus vinculaciones de propiedad, se calculó el índice HHI para algunos países de América Latina, obteniéndose los valores que se señalan a continuación:

**Cuadro 4**  
**Grado de concentración de mercados**

País	Índice HHI	Grado de concentración
Argentina	1.190	Moderadamente Concentrado
Brasil	2.044	Altamente Concentrado
Chile	3.541	Altamente Concentrado
Colombia	1.305	Moderadamente Concentrado
Perú	2.319	Altamente Concentrado

*Fuente: Maldonado, Pedro, et. al. documento en edición, 2004.*

Siguiendo esta información, es posible afirmar que Chile es el país con mayor grado de concentración de la propiedad de la industria eléctrica, por lo menos, en lo que respecta a los países analizados. Por ello, se requiere una reforma a los esquemas regulatorios, que propenda a diversificar realmente la propiedad de las empresas. Es necesario abrir el campo de la generación y producción de energía a nuevos actores (por ejemplo, empresarios que trabajen en energías renovables, comunidades de regantes, etc.), modificando los marcos normativos vigentes para la promoción de nuevos emprendimientos energéticos y mayores niveles de sustentabilidad.

Por otra parte, el desarrollo energético y la selección de las fuentes de energía para satisfacer los requerimientos de la comunidad, históricamente ha sido un problema reservado a especialistas y empresarios. La preocupación creciente de la sociedad civil por asegurar el respeto del medio ambiente, la biodiversidad y la calidad de vida de los sectores más vulnerables de la sociedad, ha introducido esta problemática en la discusión nacional.

<sup>45</sup> Un "monopolio natural" tiene lugar cuando los costos de producción son muy altos, siendo los costos de la posterior puesta a disposición relativamente bajos. Ejemplos de monopolio natural son todos los mercados que requieren obras de infraestructura, como la red de telefonía fija.

Asegurar la sustentabilidad del desarrollo pasa por consolidar y reforzar los canales de participación ciudadana en las distintas fases de los proyectos energéticos. Sólo una participación informada y efectiva de los grupos organizados, en materias que los comprometen directa o indirectamente, permitirá consolidar una democracia real.

El Estado tiene la responsabilidad de generar institucionalmente espacios de participación, no sólo canalizando el malestar de la población afectada o de sus voceros, sino promoviendo la discusión colectiva respecto de las opciones de desarrollo, haciendo explícitos los costos y beneficios de las mismas. En este sentido, resulta indispensable establecer las condiciones institucionales, tanto a nivel nacional como local, para acercar los ciudadanos a la ciencia y la tecnología. En otras palabras, incorporar la dimensión social a la adopción de nuevas tecnologías de producción de energía, de manera que la ciudadanía sea responsable (en cierta medida) del tipo de energía que desea consumir, y se haga cargo de los impactos que sus opciones producen.

La utilidad y el impacto social de los proyectos energéticos en el país tiende a ser considerada una preocupación marginal, prevaleciendo aquellas ligadas a la rentabilidad y a las tecnologías. Todos los proyectos energéticos, sean éstos centrales térmicas convencionales, de ciclo combinado, o hidroeléctricas, constituyen aplicaciones tecnológicas que modifican las condiciones de vida de la gente y que requieren ser debatidas. Por ende, los costos sociales no pueden seguir constituyendo un saldo marginal de los balances en las empresas del sector energía. Muy por el contrario, deben ser discutidos en un debate real y participativo, con todos los actores involucrados directa e indirectamente en los diversos proyectos energéticos.

Es necesario revisar los sistemas de evaluación de los proyectos e incorporar, como un factor determinante para su aprobación, la visión y propuestas de la sociedad civil y particularmente, de las comunidades donde se implementan. Algunos posibles indicadores deberían considerar el nivel en que participa la población (ingeniería conceptual, estudio de factibilidad, estudio de impacto ambiental, evaluación de los resultados del proyecto, etc.); el tipo de decisiones en que se involucra (localización, tecnología base, selección de métodos de evaluación); y los efectos de la participación ciudadana (rechazo del proyecto a aspectos parciales o total, exigencias de estudios adicionales, demanda de modificaciones, etc.).

A partir de la experiencia de los países industrializados, podemos sugerir al menos cuatro tipos de instrumentos, por medio de los cuales la ciudadanía podría interiorizarse de los temas relacionados con las políticas y proyectos energéticos, a fin de fortalecer su participación en la discusión relacionada. Tales instrumentos son:

- De observación y levantamiento de información, destinados a entender el fenómeno y separar lo verdadero del rumor;
- De discusión, se deben hablar los técnicos y la gente, para lo cual se debe aumentar la comprensión de los ciudadanos y obligar a los técnicos y autoridades a rendir cuentas públicas, en definitiva se debe estimular un debate público;
- De evaluación, que permita comparar lo observado con lo deseado; y
- De regulación, en función de los análisis y estudios realizados, identificando reglas, normas, principios, etc. que permitan promover las innovaciones deseables y de encuadrar o limitar los efectos negativos detectados.

Tras la aplicación de estas iniciativas, el resultado final debería ser un conjunto de instancias y mecanismos que permitan ejercer - de manera adecuada y pertinente- una suerte de regulación social, expresión de la voluntad política. Por cierto, el desarrollo de mecanismos de participación permitirá asegurar mayores grados de legitimidad de las opciones tecnológicas adoptadas en el área energética.

# CAPÍTULO 3

## LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA Y EL USO EFICIENTE: Alternativas para una Política de Desarrollo Energético Sustentable

**E**l análisis del perfil energético del país permite identificar una serie de problemas que necesitan ser resueltos, en la perspectiva de ir construyendo un sistema energético menos vulnerable, respetuoso del medio ambiente, más equitativo y democrático.

Por ejemplo, aunque se ha avanzado en materia de equidad energética durante los últimos años, a través del Programa de Electrificación Rural (PER), enfrentamos nuevos desafíos. Cada día los sectores carentes de energía eléctrica se encuentran más aislados. Incluso aquellos que han sido electrificados requieren del apoyo para mantener los sistemas de electrificación básicos y para desarrollar actividades productivas, que les permitan romper con los círculos viciosos de la pobreza.

A pesar de estos logros, los avances de la política energética nacional, observada bajo la óptica de los “pilares del desarrollo sustentable”, son débiles e incluso presentan retrocesos. Iniciativas como la incorporación del gas natural a la matriz energética nacional, han tenido negativos efectos sobre la dependencia y vulnerabilidad de nuestro sistema energético<sup>46</sup>.

En el año 2002, el 49% de la energía eléctrica producida se originó en centrales térmicas y de ese total, el 56% se generó a partir de gas natural importado desde Argentina, lo que a dado cabida a nuestra más reciente crisis de abastecimiento. Se espera un alza de los costos de generación y, por ende, un aumento de las tarifas eléctricas, además de una pérdida de confianza respecto de la

---

<sup>46</sup> Incluso el objetivo de protección ambiental que se esperaba alcanzar a través del aprovechamiento de gas natural -por constituir un combustible más limpio que el petróleo y el carbón-, no se ha cumplido plenamente. Su incorporación en zonas saturadas de ozono contribuye a un deterioro ambiental de dichas zonas.

fuelle de abastecimiento, incertidumbre que también redundará en mayores costos de inversión.

Pero más allá de la contingencia actual, es necesario encontrar soluciones de abastecimiento eléctrico de largo plazo, las que obviamente no pasan por la continuidad de las tendencias actuales. La crisis energética no se resuelve con la construcción de nuevos megaproyectos hidroeléctricos como Ralco, habida cuenta de los significativos problemas ambientales y sociales asociados a ellos. Una decisión de este tipo nos llevaría a cambiar la dependencia del gas por el agua, dejándonos en riesgo de volver a vivir los acontecimientos de 1998 y 1999.

Para tener un sistema energético sustentable se necesita alcanzar un balance entre las distintas fuentes energéticas, priorizando aquellas que sean más económicas para el país desde una perspectiva de largo plazo, teniendo en cuenta los aspectos ambientales, sociales y la reducción de la vulnerabilidad y la dependencia energética del país. No es posible depender de un solo recurso energético, por económico que éste pueda parecer, ya que los costos asociados a una crisis, sumado a los impactos ambientales asociados a la explotación de combustibles fósiles, pueden ser mucho mayores a los beneficios de corto plazo.

Los desafíos de la seguridad en el abastecimiento, la independencia energética y la sustentabilidad ambiental, deben constituirse como elementos centrales de la política energética nacional. Ello supone apostar al uso eficiente de energía (UEE) y a la utilización de energías renovables no convencionales (ERNC). Ambas opciones favorecen la diversificación de fuentes, la protección del medio ambiente local y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Además, constituyen una fuente de innovación, transferencia tecnológica y generación de empleos calificados<sup>47</sup>.

### **3.1 Las Energías Renovables No Convencionales (ERNC)**

Las ERNC son energías originadas en fuentes no contaminantes, que permiten un abastecimiento energético sustentable –con mínimos impactos ambientales y sociales– si se las utiliza con tecnologías apropiadas. Tal es el caso de la energía eólica (del viento), solar, geotérmica, biomasa, pequeñas hidráulicas y mareomotriz.

---

<sup>47</sup> En Alemania, la actividad en torno a las energías renovables había generado del orden de 50.000 nuevos empleos al año 2000, no sólo por el volumen que ha alcanzado la industria alemana en este ámbito (medido en MW instalados) sino porque muchos de esos empleos corresponden al desarrollo tecnológico. En Chile, difícilmente se espera que este sea el escenario en un futuro relativamente próximo (Fuente: Programa Chile Sustentable, Fundación Heinrich Böll y Programa de Investigaciones en Energía, 2002).

Las tecnologías para el aprovechamiento de las ERNC se diferencian de aquellas que, pese a trabajar con fuentes de energía renovable, no utilizan el recurso de manera sustentable, sino convencionalmente, según criterios de mercado. Tal es el caso grandes centrales hidroeléctricas, que provocan fuertes impactos sobre los ecosistemas y las comunidades.

Adicionalmente, las ERNC pueden ser un aporte de importancia capital en momentos de escasez de energía, además de promover un desarrollo tecnológico e institucional con miras a una mayor sustentabilidad energética. Sin embargo, las tendencias actuales indican que, al menos en el corto plazo, este aporte difícilmente superará el 6% a 8% de la matriz energética.

Entre las ERNC, los recursos hídricos cuentan con el mayor potencial de explotación si se utilizan de manera sustentable, es decir, minimizando los impactos ambientales y sociales producidos. Esto es sencillo de lograr si el tamaño de las centrales hidroeléctricas se reduce ostensiblemente, de modo que la construcción no afecte los ecosistemas. Ello no involucraría mayores costos; sin embargo, las evaluaciones económicas de los proyectos hidráulicos generalmente no incorporan los costos sociales y culturales que generan (como la reubicación de comunidades indígenas), ni tampoco la pérdida de biodiversidad de los ecosistemas intervenidos; por lo cual sigue optándose por el uso convencional (e insustentable) de estos recursos.

En capítulos siguientes se profundizará en el análisis del potencial de producción de energía a partir de las diversas fuentes de energía renovable disponibles en nuestro país, teniendo en cuenta la importancia de implementar una política activa de fomento a este tipo de energías para su desarrollo.

### **3.2 El Uso Eficiente de Energía (UEE)**

El uso eficiente de la energía (UEE) es una de las alternativas más rentables asociadas a un desarrollo energético sustentable, pero aún no ha sido adecuadamente implementada. Este debería constituir un objetivo central de las políticas energéticas de los países, más aun de aquellos como Chile, que presentan problemas agudos en términos de vulnerabilidad del abastecimiento, contaminación atmosférica, equidad y dependencia energética. Esta opción, desarrollada con éxito por los países desarrollados desde hace más de 30 años, aún no ha sido suficientemente difundida en América Latina.

La eficiencia energética no debe ser confundida *con racionamiento de energía*, ya que a diferencia de éste, la eficiencia no implica sacrificar el confort que proporcionan los servicios energéticos (iluminación, climatización, mecanización de las tareas domésticas, entretenimiento, etc.) ni afectar la productividad de las actividades económicas, sino que lograr los *mismos* o superiores servicios

con *menos* energía. Confundir estos conceptos no sólo implica desconocimiento sino además, oculta las potencialidades que la eficiencia energética tiene para nuestro país.

La incorporación masiva de las tecnologías energéticamente eficientes permitiría reducir los costos de operación de las instalaciones productivas y residenciales sin afectar ni el confort doméstico ni la producción industrial y de servicios. Sin embargo, la materialización de dichas potencialidades no se obtiene por el mero funcionamiento del mercado. Incluso en aquellos casos en que las tecnologías o las acciones destinadas a reducir el derroche de energía son de elevada rentabilidad para el usuario, residencial, industrial o comercial, es necesario adoptar mecanismos, incentivos y políticas destinadas a superar las barreras que dificultan la penetración masiva de las tecnologías. También se requieren herramientas de gestión destinadas a optimizar el uso de la energía.

Cabe señalar que Argentina, Colombia y Perú ya han presentado ante sus respectivos Parlamentos proyectos de ley de eficiencia energética. En Brasil, la ley de Política Nacional para la Conservación y el Uso de Racional de la Energía está en vigencia desde octubre de 2001<sup>48</sup>.

### 3.3 Obstáculos para una política energética sustentable

A nivel internacional, existen diversos esfuerzos por avanzar hacia una mayor sustentabilidad energética y revertir el cambio climático global. Sin embargo, nuestro país no ha sido capaz de seguir esta tendencia. Frente a los evidentes beneficios asociados al uso eficiente de la energía y de las ERNC, la pregunta fundamental es por qué estas opciones no son adoptadas como una política estable en Chile.

Estudios de CEPAL<sup>49</sup> plantean que la voluntad política para enfrentar un desafío se vincula directamente a la percepción de la existencia de un problema. En particular, el problema energético se puede relacionar con la escasez de recursos energéticos, los efectos de la energía sobre la balanza de pagos, el deterioro del medio ambiente, los problemas de acceso, la inseguridad en el abastecimiento, etc. Entonces, si no existe una clara percepción de la magnitud de estos fenómenos, no habrá incentivos para intervenir en el mercado energético ni para enfrentar los obstáculos que limitan la adopción significativa de alternativas sustentables.

---

<sup>48</sup> Más adelante se exponen algunas experiencias internacionales en materia de eficiencia energética.

<sup>49</sup> Altomonte et. al., "Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe: Restricciones y Perspectivas". CEPAL, 2003.

Una de las principales barreras que se interponen en la percepción del problema energético se relaciona con la valoración de la energía. En efecto, el “valor” de la energía tiene que ver no sólo con los costos de producción, sino con los impactos que genera esta producción y el uso de la energía (las llamadas “externalidades”), como también con los costos asociados a la escasez de disponibilidad.

Si bien la evaluación económica de las externalidades es compleja y costosa, es fundamental que el país comience a realizar esfuerzos para avanzar en una evaluación preliminar de los órdenes de magnitud de ellas, para que las evaluaciones económicas de estas opciones energéticas no sigan subvaluando el costo de las energías convencionales.

Así, la diferencia entre el valor de la energía y el precio que pagan los consumidores por ella, oculta la magnitud de un problema que quizá, sólo puede ser evaluado en la contingencia de una crisis. Las crisis permiten advertir la importancia de éste y además advertir que el mercado, por sí solo, no es capaz de cumplir con los requerimientos que derivan de los desafíos que impone el desarrollo energético sustentable.

Por lo tanto, al Estado corresponde un rol fundamental en términos de valorizar la energía desde una perspectiva integral y de largo plazo, asegurando la calidad y seguridad en el abastecimiento; mientras que el mercado puede asegurar los costos razonables de la energía en el corto plazo e incentivar el cumplimiento de los estándares de calidad acordes con los criterios de sustentabilidad.

A continuación se abordan los obstáculos específicos que persisten en el país, para el desarrollo de las ERNC y la promoción del uso eficiente de la energía.

### ***3.3.1 Obstáculos al desarrollo de las ERNC***

En lo que respecta a las ERNC, el tema de los obstáculos al desarrollo de mecanismos para la utilización de estas energías ha sido largamente desarrollado y profusamente debatido en foros, seminarios y talleres, tanto nacionales como internacionales. Entre ellos destacan:

- Ausencia de la variable ambiental en la política energética: Desde el punto de vista ambiental, el hecho que los proyectos se evalúen contra sí mismos y no por sus méritos relativos respecto de los otros proyectos, constituye una limitante contra los proyectos basados en las energías renovables. En este contexto, la falta de internalización de las externalidades afecta la competitividad de las ERNC en el mercado energético.

- Institucionalidad y disponibilidad de recursos financieros: En el caso de las fuentes convencionales de energía existen leyes, instituciones públicas y privadas, plenamente establecidas que las extraen, convierten, transportan y distribuyen y que, además, disponen de recursos financieros importantes, tanto para la investigación y desarrollo, como para la ampliación de su capacidad productiva o mejoramiento de la eficiencia de sus instalaciones.

Esta situación contrasta con lo que ocurre en el caso de las ERNC, donde prácticamente no se cumple ninguna de las condiciones anteriores. En efecto, en la mayoría de los casos el desarrollo de las energías renovables ha sido asumido por organizaciones no gubernamentales o por la comunidad científico-técnica, interesada en aplicar la experiencia acumulada en sus laboratorios o en sus programas de perfeccionamiento. Además, los organismos públicos del área, como la Comisión Nacional de Energía (CNE), no han dispuesto de los recursos suficientes ni cuentan con las atribuciones necesarias para la promoción y desarrollo de las ERNC.

- Criterios para elegir entre fuentes energéticas alternativas: En la actualidad, estas opciones aparecen solamente válidas para el abastecimiento energético de las zonas aisladas del país<sup>50</sup>. Incluso bajo esta perspectiva, al evaluar las alternativas posibles no se consideran todos sus beneficios ni su contribución al desarrollo de la localidad. De todas maneras, aún cuando estas tecnologías no son actualmente comercialmente competitivas, el país debería prudentemente empezar a apoyarlas.
- Orientación y cobertura del marco regulatorio: La posibilidad de que las ERNC adquieran una importancia relevante en el balance energético del país, pasa por el reconocimiento por parte de las autoridades responsables de la planificación y regulación del sector de su carácter de opción válida, y de la necesidad ineludible de considerarla al evaluar las alternativas para satisfacer los requerimientos energéticos del desarrollo nacional (ello normalmente se lleva a cabo en la forma señalada por países como Inglaterra, Holanda, España, Dinamarca y otros)<sup>51</sup>.
- Desconocimiento de la disponibilidad del recurso: El carácter aleatorio de la disponibilidad del recurso, especialmente en el caso eólico y geotérmico

---

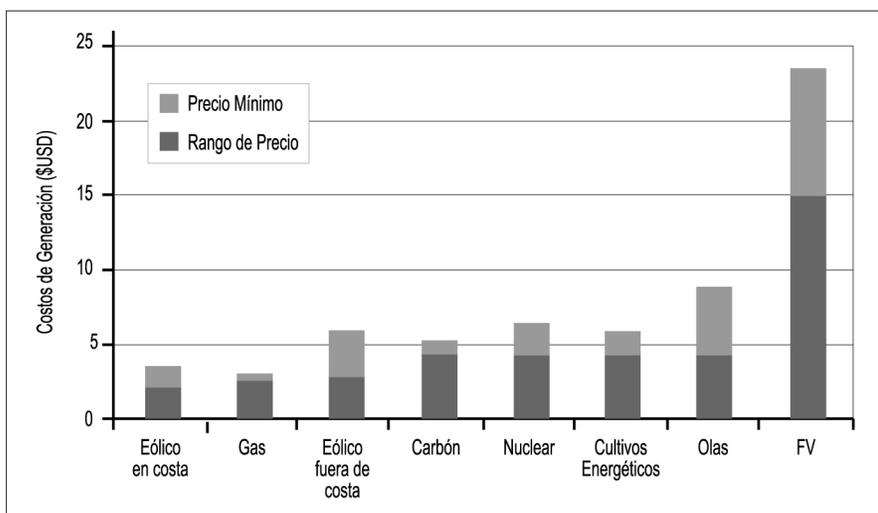
<sup>50</sup> Como ha sido señalado, se estima que en el mediano plazo (dentro del horizonte del estudio), algunas de estas tecnologías serán competitivas con las convencionales en el abastecimiento del sistema energético centralizado, más aún si la variable ambiental es incorporada en la selección de las alternativas energéticas.

<sup>51</sup> El que la Comisión Nacional de Energía haya incluido tres plantas -de 100 MW geotérmicos cada una- en el Plan de Obras, si bien constituye un claro avance, carece de medidas destinadas a asegurar que ello pueda concretarse. Es un paso importante, pero claramente resulta insuficiente.

y, en menor medida, del recurso hidroeléctrico de mediana escala (0,5 a 10 MW), atenta contra el desarrollo masivo de estas fuentes. A diferencia del recurso hidroeléctrico a gran escala, no se dispone de estadísticas completas, confiables y de largo plazo que permitan evaluar económicamente proyectos basados en energías renovables<sup>52</sup>.

- Altos costos de generación: Probablemente el principal obstáculo al desarrollo de las ERNC es el mayor costo de generación en relación a las fuentes convencionales. Esta situación ha sido reconocida en la mayoría de los países donde estas fuentes tienen una presencia significativa en la matriz energética, quienes han incorporado una política de incentivos para equipar los costos a nivel de mercado, de manera que los actores privados puedan optar por opciones que son social, ambientalmente y -desde una perspectiva de largo plazo más favorables-, pero que sin esos incentivos no serían escogidas. El siguiente gráfico ilustra costos de generación para distintas tecnologías.

**Gráfico 19**  
**Costos de generación para distintas tecnologías**



Notas:

Olas: Energía Mareomotriz.

FV: Energía Fotovoltaica.

Fuente: Renewable Energy World, Noviembre-Diciembre de 2003.

<sup>52</sup> Cabe señalar que el país dispone de catastros rigurosos y registros de los principales recursos hidroeléctricos, que abarcan más de 50 años, pero actualmente están en poder de ENDESA, ya que les fueron transferidos a la empresa durante el proceso de privatización.

### **3.3.2 Obstáculos al Uso Eficiente de la Energía**

Entre los obstáculos más relevantes al desarrollo del uso eficiente de energía (UEE) destacan:

- Mayores requerimientos de inversión inicial en el caso de las tecnologías eficientes respecto de las estándar,
- Desconocimiento de las potencialidades de la eficiencia energética
- Difícil acceso a fuentes de financiamiento, nacionales e internacionales.
- Falta de certificación de empresas dedicadas a la eficiencia energética (lo que permite reducir los riesgos de los proyectos y facilitar el acceso a fuentes de financiamiento)

Estas y otras dificultades son analizadas en estudios recientes de CEPAL<sup>53</sup>, quienes clasifican en tres grandes áreas las barreras para la implementación de la eficiencia energética: económicas, financieras y políticas. En gran medida, tales barreras también dificultan el desarrollo de las energías renovables no convencionales.

En lo que respecta a las barreras económicas, el principal problema radica en los mayores requerimientos de inversión inicial demandados por las tecnologías eficientes respecto de las estándar, con las cuales compite en desventaja debido a que las evaluaciones privilegian normalmente el retorno en el corto plazo, en un mercado en que, además, el valor de la energía no refleja sus verdaderos costos. El valor de la energía tiene asociado otro fenómeno, la reducida importancia del gasto en energía en el total de costos de operación no incentiva, ni siquiera en el caso de las grandes empresas, a asignar recursos para investigar las potencialidades de la eficiencia energética.

En cuanto a las barreras financieras, la experiencia exitosa de algunos países industrializados demuestra que un elemento trascendental es el papel de los gobiernos y las políticas públicas para facilitar el acceso a las empresas a las fuentes de financiamiento existentes. La falta de financiamiento se debe también por la falta de garantías a los proveedores de líneas de crédito.

Finalmente, las barreras políticas se observan en la reticencia a intervenir en el mercado energético, lo que puede atribuirse a una insuficiente percepción de los problemas que determinan el tema energético. Entre estos problemas, podemos destacar: la escasez de recursos energéticos convencionales (combustibles fósiles, principalmente) muy usados en el país; el impacto de los costos energéticos sobre la balanza de pagos; las presiones internacionales por controlar o reducir las emisiones de gases de efecto invernadero; las demandas sociales asociadas a

---

<sup>53</sup> Altomonte et. al., op. cit.

los altos precios de la energía, etc.. Al no existir conciencia de la importancia de estos problemas, el incentivo para intervenir es muy reducido y no parece compensar los “costos” de la intervención.

La experiencia internacional muestra que una de las formas de superar estas barreras es la articulación de coaliciones políticas y sociales, que impulsen nuevas iniciativas en materia de energía. Tal ha sido el caso de las consideraciones medioambientales, que han adquirido relevancia -sobre todo en Europa- como resultado de las presiones sociales, lideradas en su génesis por grupos ambientalistas, a las que posteriormente han adherido diversos sectores sociales y políticos.

### **3.4 Perspectivas para el desarrollo de las ERNC en Chile**

El desarrollo de las energías renovables no convencionales (ERNC) no sucede espontáneamente. Su costo es aún elevado y su comercialización es lenta, incluso en casos donde las tecnologías existentes presentan las condiciones más favorables (como en el aprovechamiento de la energía eólica). Además, las ERNC deben superar un conjunto de obstáculos institucionales, financieros y culturales (entre otros), para ingresar a las matrices energéticas.

Los países que han logrado una fuerte penetración de estas tecnologías han introducido mecanismos de incentivo y promoción para la utilización de fuentes renovables. Ello constituye una intervención decidida sobre el mercado, que no necesariamente contradice la apertura o liberalización de los mercados eléctricos<sup>54</sup>.

Evidentemente, los incentivos tienen un costo que no debe ignorarse. Sin embargo, si se considera que la concepción y definición de una política energética sustentable debe plantearse horizontes de tiempo de un mínimo de 20 años y en algunos casos de 50 años<sup>55</sup>, los costos de establecer una sólida infraestructura energética basada en una penetración relevante de las ERNC se transforma en un beneficio importante. Además, en plazos no mayores a los 10 y 15 años, varias de las tecnologías de conversión de las ERNC serán rentables en el mercado -con la excepción de la energía fotovoltaica-, tanto por la reducción de sus costos, como por el aumento de los precios de la energía generada a partir de las fuentes convencionales. A modo de ejemplo, el gráfico siguiente ilustra la tendencia de los precios de la energía eléctrica generada a partir de la energía eólica<sup>56</sup>.

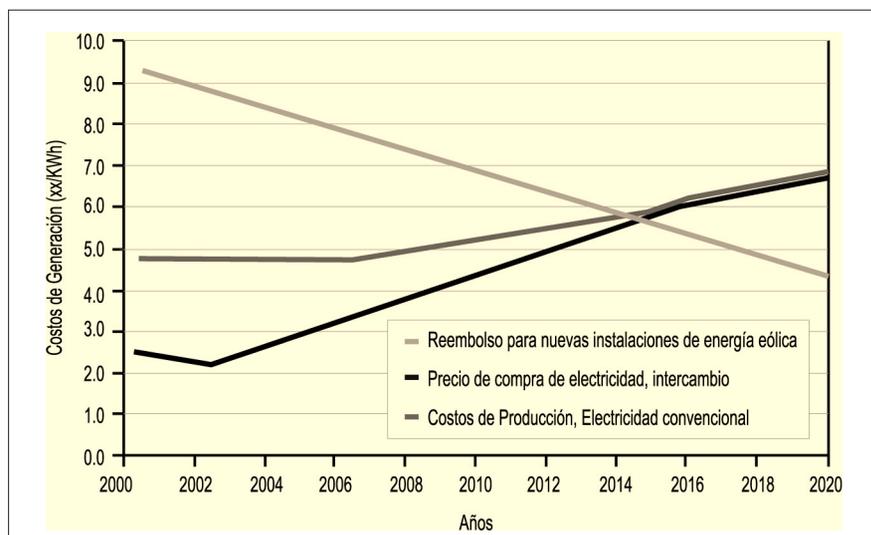
---

<sup>54</sup> Alemania es un caso emblemático en este tipo de estrategia, como veremos más adelante.

<sup>55</sup> El World Energy Council define proyecciones de hasta 100 años en sus ejercicios prospectivos.

<sup>56</sup> Fuente: “Wind upgrading the grid”, Renewable Energy World, vol. 6. Noviembre- Diciembre de 2003.

**Gráfico 20**  
**Proyección de precios de energía eléctrica generada**  
**a partir de fuentes de energía eólica**



Fuente: Renewable Energy World, Noviembre- Diciembre de 2003.

Como se desprende del gráfico, en el caso de la energía eólica la necesidad de incentivos se va reduciendo en el tiempo, debido a que los precios de la electricidad tienden naturalmente a subir, de la misma manera que lo hacen los costos de producción de energía mediante tecnologías convencionales. Este mismo fenómeno ocurre en otras fuentes renovables no convencionales, como la hidroelectricidad a pequeña escala, la energía geotérmica y la biomasa.

Además, las condiciones naturales de Chile para el desarrollo de las ERNC no son inferiores a las de los países que actualmente lideran la instalación de este tipo de servicios energéticos. En el SIC, las fuentes con mayor potencial de desarrollo son: la geotermia, la energía eólica, la hidroelectricidad de pequeño tamaño (0,5 a 5 MW) y la biomasa. En el caso del SING, el mayor potencial se encuentra en la energía geotérmica, la energía solar y, a largo plazo, la energía solar.

Sin embargo, aun si se dispone de los mecanismos institucionales más adecuados para superar los obstáculos actuales, el país no alcanzaría los niveles de potencia instalada que caracterizan a los países que lideran la generación eléctrica en cada una de las tecnologías consideradas. Si superamos parte de los obstáculos institucionales y económicos, subsistirán limitantes de infraestructura técnica (recursos humanos especializados y equipos de montaje), técnicos (al nivel de la estabilidad del sistema), requerimientos de capacidad adicional (el tamaño total de los sistemas determina los máximos a agregar), disposición a pagar de parte de los usuarios finales y capacidad de financiamiento (ya sea de los Fondos previstos u de otro origen).

Por otra parte, los antecedentes disponibles respecto de proyectos en estudio y potencialidades de los recursos son escasos, y, si existen, no son públicos. Las potencialidades de explotación de las fuentes de ERNC son estimaciones preliminares. Una vez que se inicie el proceso de desarrollo de nuevas iniciativas energéticas basadas en las ERNC, se requerirán fuertes incentivos (al menos en el corto plazo) para asegurar la sostenibilidad de los proyectos en el tiempo<sup>57</sup>.

### **3.4.1 Potencial de las energías renovables no convencionales**

Los mayores potenciales de desarrollo de las ERNC en Chile en el corto plazo, se encuentran en cuatro alternativas energéticas: pequeñas y mini centrales hidroeléctricas, energía geotérmica, energía eólica y biomasa. Cabe señalar que pese al enorme potencial de la energía solar, la actual tecnología para su aprovechamiento tiene un costo mucho mayor que en el caso de otras fuentes de energía renovable.

- Potencial de desarrollo de pequeñas y mini centrales hidroeléctricas: El mayor potencial de desarrollo en el caso del desarrollo de las mini centrales hidroeléctricas se encuentra en la zona sur del país, donde este recurso es más abundante. A pesar de no existir un catastro que sea representativo de las potencialidades de generación en pequeña escala, se estima que existen abundantes recursos especialmente entre la octava y la décima región.

Para realizar una estimación del potencial alcanzable en el corto plazo, se debe considerar que actualmente, la demanda de energía desde la ciudad de Temuco (IX región) hasta la X Región de Los Lagos, alcanza unos 380 MW anuales. Teniendo en cuenta los índices de crecimiento más recientes, la demanda actual de la zona podría doblarse en un período de 10 años, mientras que las centrales disponibles tendrían como cota máxima 380 MW totales para el período<sup>58</sup>. En la zona existen importantes potencialidades no explotadas en los cauces de los ríos Imperial, Toltén, Valdivia, Bueno, Petrohúe y Chiloé insular, la viabilidad de los proyectos dependerá de la capacidad de superar los problemas ambientales que presentan. Algunos de estos proyectos podrían aportar con potencias del orden de 30, 50 ó 80 MW<sup>59</sup>.

---

<sup>57</sup> Por ejemplo, de acuerdo con las opciones abiertas a los productores independientes, existe la posibilidad de abastecer al distribuidor de su zona de influencia o abastecer a un mayorista, lo que implica, en este último caso, financiar las líneas de transmisión si el productor se encuentra en un área de congestión de la transmisión.

<sup>58</sup> Se ha supuesto que el máximo espacio disponible para esta fuente es el del crecimiento de la demanda, ya que es improbable que en un escenario de crecimiento se desplacen las fuentes actuales.

<sup>59</sup> Bennowitz B. Rodolfo, "Los Recursos Hidroeléctricos del País y su Futuro Aprovechamiento" Conferencia en el Colegio de Ingenieros de Chile. 2003.

Si existieran condiciones favorables, en un período de 10 a 12 años se podrían instalar entre 150 a 200 MW en base a pequeñas centrales hidroeléctricas. Ello implica la construcción de unos 40 a 80 proyectos entre las regiones IX y X. A lo anterior podrían agregarse otras pequeñas centrales en la zona central (de la V a VIII Región), con unos 30 a 50 MW adicionales. Sin embargo, bajo las actuales condiciones legales e institucionales para el desarrollo de estas fuentes, es probable que durante los primeros años no se instalen más 15 a 20 MW.

- Potencial de desarrollo de energía geotérmica: Siendo la energía geotérmica un recurso abundante en nuestro país, por su ubicación geográfica privilegiada, no se aprovecha adecuadamente. Se estima<sup>60</sup> dicho potencial entre 1.625 y 4200 MW. En la zona del SIC, aparecen como particularmente atractivos los campos geotérmicos siguientes:  
Calabozo : 300 a 1.000 MW  
Puyehue : 200 a 500 MW  
Chillán : 100 a 350 MW

En la zona del SING, el que ENAP-CODELCO tienen concesiones<sup>61</sup> para los campos geotérmicos siguientes:

La Torta : 200 a 600 MW  
Apacheta : 150 a 250 MW

Se estima que la puesta en marcha de la primera central geotérmica tomará unos 6 años, desde el inicio de las faenas destinadas a explotar comercialmente alguno de estos campos. Por su parte, la liberación de los equipos de perforación (o el término de los trabajos de perforación) puede lograrse a los 3 años de iniciados los trabajos en el primer campo.

La experiencia internacional señala la conveniencia de avanzar gradualmente en cada yacimiento con módulos de 20 a 30 MW y una vez instalada la primera unidad medir el gasto de los pozos adyacentes durante del orden de un año para verificar que no hay agotamiento. Mediante un enfoque como el señalado, se podrá tener a los 10 a 12 años de iniciados los esfuerzos en este campo, entre 250 a 300 MW producidos con energía geotérmica.

---

<sup>60</sup> Cálculos estimados en base a Lahsen, 2003.

<sup>61</sup> La experiencia de ENAP en el campo de las exploraciones y perforaciones, así como los recursos financieros y técnicos que ambas empresas pueden a destinar a la explotación de este recurso, (si ello constituye un componente importante de la política energética nacional), pueden dinamizar el proceso de desarrollo de esta tecnología.

- Potencial de desarrollo de energía eólica: No existe en Chile un catastro específicamente diseñado para estimar las potencialidades energéticas de la energía eólica, para la construcción de parques eólicos posibles de ser conectados a la red, pero mediciones en el Norte Grande y en la zona de Magallanes muestran un gran potencial.

Por cierto, países con gran liderazgo en el desarrollo eólico como Alemania o España, no disponen de recursos muy superiores a los nacionales para desarrollar sus proyectos. La limitante viene por el lado de la estabilidad de los sistemas, las condiciones que derivan de las indicaciones a la Ley Corta (respecto de la liberación de los peajes) y la infraestructura técnica (humana y material) que dispone el país, por lo menos en las primeras fases. En esas condiciones, se prevé que una vez superadas las principales barreras económicas y políticas, se podrá instalar un primer parque de unos 7 MW, aunque no antes de 3 años<sup>62</sup>. Posteriormente, en los 2 ó 3 años siguientes podrán instalarse alrededor de dos parques al año, de 7 a 8 MW cada uno, para seguir con unos 3 parques anuales de similar capacidad. A este ritmo, en el período de 10 a 12 años es probable que se instalen unos 100 a 150 MW<sup>63</sup>.

- Potencial de desarrollo de energía biomasa: El país dispone de importantes recursos de biomasa, provenientes de la elaboración del recursos forestal. Se estima que entre las VI y X Región se producen del orden de 7.500 Tcal/año de desechos forestales en los aserraderos, una parte creciente de estos desechos está siendo reutilizada por la industria maderera con fines no energéticos. Es posible suponer que quedarán disponibles para la producción de vapor y electricidad del orden de un 50 a 30% de estos desechos lo que implica del orden de unos 130 a 150 MWe. Al respecto conviene señalar que la empresa Energía Verde dispone de 4 plantas que utilizan los desechos de los aserraderos: Constitución y Laja con 8,7 MWe cada una; Nacimiento y Mostazal, que sólo producen vapor.

En resumen, estimamos que en un período de 10 años, a partir de la aplicación de una decidida política de promoción de las energías renovables, el país podría contar con un parque generador alimentado con fuentes de ERNC, a una potencia como la que se indica en el cuadro siguiente.

---

<sup>62</sup> Basado en la experiencia de Baguales en lo que respecta a los tiempos requeridos, el personal de montaje necesario y el equipamiento de montaje. Probablemente, a futuro las torres se fabriquen en el país.

<sup>63</sup> Incluye el proyecto Calama, que permitiría superar el límite de 7 a 8 MW por parque.

**Cuadro 5**  
**Estimación preliminar de la estructura del parque generador de ERNC**  
**(en MWe)**

<b>Tecnología</b>	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>
Mini Hidroelectricidad	180	250
Eólica	100	150
Geotérmica	250	300
Biomasa	130	150
<b>Total</b>	<b>660</b>	<b>850</b>

*Fuente: Elaboración propia en base a estimaciones anteriormente citadas.*

Basándose en esta proyección de la tasa de penetración de las ERNC, es posible hacer una evaluación preliminar de lo que sería el impacto sobre las tarifas si se supone un precio presumiblemente remunerativo para éstas y el valor que podrá tener la energía convencional a 10 años de la aplicación de la política de promoción de las ERNC. En el cuadro siguiente se incluye los precios que supuestamente se podrían pagar a los productores independientes por la energía generada mediante fuentes de ERNC, si se define una política que asigne precios remunerativos a estas tecnologías<sup>64</sup>. Obviamente, estos valores son sólo una referencia; en caso que se aplique en Chile una política de precios preferenciales, es posible que sean distintos a los considerados en este cálculo y probablemente menores.

**Cuadro 6**  
**Precios estimados para las distintas tecnologías de ERNC**

<b>Tecnología</b>	<b>Precio ¢US\$/kWh</b>
Mini hidroelectricidad	7,80
Eólica	7,45
Geotermia	7,79
Biomasa	7,26
Precio Nudo SIC (referencia)	2,48

*Nota: El Precio Nudo (octubre 2003) corresponde solamente al precio de la energía, no considera potencia.*

*Fuente: Elaboración propia en base a Decreto Real 2818/1998 de España e Informe Técnico de Precio Nudo, CNE, Octubre de 2003.*

<sup>64</sup> Como no se dispone de antecedentes suficientes para definir esos precios, se ha adoptado como referencia los precios fijos definidos por el Decreto Real 2818/1998 en España, transformados a dólares de Estados Unidos.

Con los precios indicados más arriba y las capacidades previstas se estimó el sobreprecio a pagar en el caso que a la fecha del análisis, a 10 años de aplicación de la política de promoción de las ERNC, el costo marginal en el punto de inyección sea de 4 ó de 5 ¢US\$/kWh, lo que puede ser conservador de acuerdo a la literatura especializada. Dicho sobreprecio oscilaría entre 8,8 y 7,0%, respectivamente.

En consecuencia, el nivel de precios que se fije a cada una de las tecnologías y el grado de penetración de las mismas dependerá por una parte del costo que tengan las energías convencionales en el horizonte de aplicación de los incentivos y de la disposición de la sociedad a pagar un poco más por disponer de energías más limpias, reducir la dependencia energética y la vulnerabilidad del sistema y optar por fuentes energéticas que serán más baratas en el largo plazo.

### ***3.4.2 Instrumentos en discusión para la promoción de las energías renovables no convencionales***

La remoción de obstáculos legales es uno de los elementos fundamentales para incentivar el aprovechamiento de las ERNC. En este ámbito, un logro de gran importancia, por parte del Programa Chile Sustentable y de los distintos grupos de ambientalistas, académicos y especialistas, ha sido la incorporación de mecanismos de promoción de las ERNC y de remoción de barreras para el desarrollo de éstas, a través de las indicaciones introducidas en la reforma de la ley eléctrica nacional (Ley Corta). Entre las indicaciones incorporadas a la legislación, destacan:

- a) **Libertad de acceso a la red:** Se asegurará la inyección libre de las ERNC a la red, sin necesidad de pedir permiso a transmisores, distribuidores o al CDEC
- b) **Pago equitativo:** Se asegurará que el pago por kWh generado por parte de las fuentes renovables, inyectado a la red, recibirá el mismo valor precio de nudo que reciban las fuentes convencionales de las generadoras miembros del CDEC.
- c) **Mecanismos de promoción:**
  - Se exime del pago de peaje por el uso del sistema de transmisión troncal a los generadores que entreguen una potencia inferior a 9 MW y que su excedente de potencia no supere el 5% de la capacidad instalada total del sistema eléctrico que alimenta. Se reduce el pago de peaje en diversas proporciones, a las generadoras entre 10 y 20 MW de potencia.
  - Se discutió también la posibilidad de otorgar incentivos a la generación de energía en base a fuentes renovables no convencionales, ya sea al precio del kWh o a la inversión en las instalaciones de generación, líneas de interconexión y subestaciones requeridas; sin embargo, no fue posible incluirlos explícitamente en la ley.

No cabe duda que lo alcanzado es un importante primer paso, sin embargo, parece indispensable definir el tema de los incentivos. La experiencia alemana indica que mecanismos anteriores, unidos, incluso, a un incentivo económico insuficiente, no permiten alcanzar metas muy ambiciosas. En efecto, el programa de 100.000 techos con sistemas fotovoltaicos no alcanzó resultados significativos hasta que se le aseguró un precio de 0,50 euros<sup>65</sup>.

Una señal interesante -aunque insuficiente- por parte de las autoridades públicas vinculadas al tema energético, ha sido su favorable disposición a promover las fuentes de ERNC, al acoger las indicaciones consideradas en la Ley Corta, considerar la posibilidad de implementar incentivos e incorporar 100 MW de energía geotérmica en el más reciente Plan de Obras propuesto por la Comisión Nacional de Energía (CNE)<sup>66</sup>.

Como parte del "Proyecto de ley para la promoción de las Energías Renovables en Chile" (Programa Chile Sustentable, 2004) se discutieron incentivos que hicieran indiferente al CDEC comprar la energía de un proveedor de energías renovables o energías convencionales. Dos modalidades básicas se consideraron:

- a) **Incentivo directo a la inversión**, equivalente al 50% de la inversión en los dos primeros años y de 25% en los años siguientes, fórmula similar a otros sistemas de subsidios que existen en Chile; y
- b) **Pago adicional al precio de nudo por el kWh generado e inyectado a la red**, de acuerdo con un cuadro de incentivos decrecientes que dependen de la tecnología utilizada. Esta modalidad es la más semejante a otros mecanismos de promoción existentes en Chile, tales como el Fondo de Promoción al Riego Agrícola.

---

<sup>65</sup> Hasta abril del año 2000, a pesar de existir libertad de acceso a la red y un precio de 0,085 euros/kwh, el programa no había superado los 50 Mwe. A partir de esa fecha, el incentivo se incrementa a 0,50 euros y la potencia instalada supera los 315 MWe en julio del 2003. Algo similar ocurre en el caso de la energía eólica, donde la potencia instalada al fin del 2002 triplica la potencia existente al fin del año 1999.

<sup>66</sup> Prácticamente todos los países que han desarrollado esta fuente, han asumido desde el Estado los costos de exploración e investigación asociada a la evaluación y localización del recurso. Por otra parte, es difícil cumplir con los plazos definidos en el Plan de Obras, si no se inician los trabajos previos desde ya. Incluso, no parece prudente construir desde el inicio una central muy grande: lo razonable sería 20 a 40 MW para empezar, agregando gradualmente módulos de potencia similar en el yacimiento exitoso.

**Cuadro 7**  
**Incentivos para el fomento de ERNC.**

TIPO DE FUENTE	2003-2008	2009-2012	2013-2015	2016-2020	>2020
<b>Micro hidráulica &gt; 1 MW y ≤ 10 MW</b>	1,0 veces precio nudo	0,8 veces precio nudo	0,5 veces precio nudo	0,2 veces precio nudo	0,2 veces precio nudo
<b>Geotermia &gt; 1 MW y ≤ 100 MW</b>	1,0 veces precio nudo	0,8 veces precio nudo	0,5 veces precio nudo	0,2 veces precio nudo	0,2 veces precio nudo
<b>Energía Solar &gt; 1 MW y ≤ 20 MW</b>	1,5 veces precio nudo	1,2 veces precio nudo	1,0 veces precio nudo	0,6 veces precio nudo	0,2 veces precio nudo
<b>Energía Eólica &gt; 1 MW ≤ 20 MW</b>	1,5 veces precio nudo	1,2 veces precio nudo	1,0 veces precio nudo	0,6 veces precio nudo	0,2 veces precio nudo
<b>Biomasa &gt; 1 MW y ≤ 20 MW</b>	1,0 veces precio nudo	0,8 veces precio nudo	0,5 veces precio nudo	0,2 veces precio nudo	0,2 veces precio nudo

*Nota: Incentivo decreciente en función de la fecha de instalación del proyecto.  
Fuente: Programa Chile Sustentable, 2004.*

Los incentivos se financiarían mediante un Fondo que se generaría de acuerdo a dos alternativas de recaudación:

- Alternativa A: Un arancel de 1% a la importación de combustibles fósiles destinados a la generación eléctrica<sup>67</sup>; o
- Alternativa B: Un aporte del consumidor final de energía eléctrica, sobre el valor neto del consumo de energía de su boleta o factura<sup>68</sup>.

Teniendo en cuenta el monto previsto para cada escenario y considerando las inversiones en las unidades generadoras (líneas de conexión de 100 km y 2 subestaciones por proyecto), se estimó un primer escenario, donde la potencia a instalar para los dos primeros años, en el caso de la energía eólica, sería de 27,3 MWe y si las centrales fueran hidráulicas, de 46 MWe. En el segundo escenario, se consideró que la potencia eólica a instalar para los dos primeros años sería de 57,1 MWe y si las centrales fueran hidráulicas de 95 MWe.

Otro de los instrumentos comúnmente utilizados para la promoción de las ERNC, como ha sido el caso de Brasil, España y Alemania, es un sistema de tarifas preferenciales para las ERNC, en el que las tarifas se ajustan a los costos reales de producción de cada opción tecnológica. La aplicación de este instrumento requiere que la asignación de los incentivos sea restringida, de manera que el sobre precio pagado por los usuarios finales sea controlado. En el capítulo VI se exponen algunas experiencias de fomento a las ERNC en el ámbito internacional.

<sup>67</sup> Este mecanismo permitiría acumular desde 3 millones de dólares actualmente, a 7 millones de dólares al año 2010, según estimaciones de la CNE.

<sup>68</sup> De acuerdo al consumo actual, se estima que esta opción reportaría unos 15 millones de dólares anualmente.

## 3.5 Perspectivas para el desarrollo de la eficiencia energética en Chile

Para revisar las perspectivas de desarrollo de la eficiencia energética en el país, este análisis se basa en una adaptación del informe “Mitigación de Gases de Efecto Invernadero Chile, 1994-2020” de la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), elaborado por el Programa de Investigación en Energía (PRIEN) de la Universidad de Chile, así como de otros trabajos realizados por dicho Programa<sup>69</sup>.

El análisis del potencial de desarrollo de la eficiencia energética se ha realizado sectorialmente, de manera de identificar claramente los tipos de medidas de eficiencia y estimar los efectos potenciales de esas medidas. En primer lugar, se evalúan las potencialidades en la industria de la energía y luego en los sectores usuarios: industria y minería, transporte y el sector comercial, residencial y público, para finalmente estimar los impactos agregados.

### 3.5.1 Industria de la energía

La industria de la energía comprende: la producción, refinación, transporte y almacenamiento de petróleo y gas natural; la producción de carbón; y la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Debido a que la mayor parte del petróleo, gas natural y carbón consumido en el país es de origen importado, se estima que los impactos de la introducción de medidas de eficiencia energética en estos sectores involucrarían ahorros marginales. Sin embargo, aunque en la refinación del petróleo existen -normalmente- significativos potenciales de mejora, éstos no fueron estimados, por falta de antecedentes que permitieran sustentar dichas potencialidades.

Es en la industria eléctrica donde sí es posible obtener ahorros importantes, por lo que el análisis se centrará en este subsector. Las medidas consideradas en los escenarios de eficiencia energética fueron: las reducciones de las pérdidas en generación, reducción de pérdidas de distribución y transmisión; y el aumento en la generación por cogeneración. A continuación se comentan brevemente los ahorros propuestos.

---

<sup>69</sup> Los ahorros energéticos evaluados suponen la aplicación de un Programa de UEE, durante un período de 10 años. Este escenario de eficiencia energética fue construido en forma conservadora, incluyendo sólo tecnologías claramente rentables para el usuario, en las actuales condiciones del mercado energético, sin considerar posibles mejoras en casos donde no se disponía de una estructura para usos finales de la energía, o de un conocimiento apropiado de los equipos utilizados en una determinada actividad. Además, se consideraron como parte del escenario base tanto las mejoras que se lograrían espontáneamente, como aquellas que forman parte de programas definidos con otro fin por el Estado y que indirectamente se traducen en ahorros de energía.

- Reducción de las pérdidas de generación: En Chile, el desarrollo de la generación termoeléctrica ha estado marcado por la introducción reciente y creciente de plantas de ciclo combinado a gas natural, con tecnologías de alto rendimiento. Teóricamente, esta situación no deja mucho margen a la reducción de las pérdidas de generación térmica. Pueden esperarse mejoras en el SING, tanto a nivel de la reducción de pérdidas en las centrales a carbón (que seguirán funcionando<sup>70</sup>), como en el reemplazo de las centrales a carbón más antiguas por centrales de ciclo combinado a gas natural.

En relación a las plantas a carbón, cabe señalar que existen potencialidades de eficiencia debido a que algunas plantas tienen rendimientos muy bajos, del orden de 0,35 a 0,40 kg de carbón por kWh de electricidad (es decir, de 30 a 35%). Ello que sugiere la posibilidad de definir proyectos de mejora significativos: al menos un 2% para una generación a carbón que casi alcanza los 5.000 GWh/año. Según cálculos conservadores, se estima que sería posible reducir el consumo de carbón en unas 280 mil toneladas en el período analizado.

**Cuadro 8**  
**Ahorros de combustibles, sector Industrias de la Energía**

Mejora	Unidad	Año 0	Año 5	Año 10
Por mejoras en plantas térmicas a carbón	TJ	0	901	901
Por calor generado por cogeneración	TJ	53	3.018	10.773
Totales	TJ	53	3.920	11.674

*Nota: TJ: Terajoules = 10<sup>12</sup> Joules*

*Fuente: Elaboración propia.*

En el caso de la generación hidroeléctrica, vemos que el SIC cuenta con unidades muy antiguas. Existe información oficiosa de un deterioro de los alabes de las turbinas, lo que afecta el rendimiento de generación. Si bien se requiere un análisis más detallado, es posible señalar que existen alrededor de 1.200 MW de potencia instalada con una fecha de puesta en marcha anterior al año 1980. Especialistas estiman que se puede mejorar la eficiencia en 1% a 2%, reparando la turbina. Asumiendo –conservadoramente– sólo un 1% de mejora, es posible afirmar que las centrales hidráulicas podrían generar adicionalmente unos 490 GWh en el período considerado. Si se considera que estas centrales pueden desplazar la generación térmica, esta mejora de eficiencia produciría una reducción de la demanda de combustibles del orden de 3.500 TJ en el período considerado.

<sup>70</sup> En el SING siguen operando las centrales a carbón debido a exigencias vinculadas a la estabilidad del sistema.

- Reducción de pérdidas de distribución y transmisión: Al impulsar una política integral de uso eficiente de la energía, el hecho de reducir la demanda de electricidad de cada uno de los sectores usuarios, tiene asociado el beneficio adicional de descongestionar las líneas y de reducir las pérdidas de transmisión y distribución asociadas a la circulación de la energía. Por este concepto, se estima que sería posible ahorrar alrededor de 1900 GWh al final del período analizado.

**Cuadro 9**  
**Ahorros de electricidad, sector Industrias de la Energía**

Mejora	Unidad	Año 0	Año 5	Año 10
Reducción de pérdidas de Distribución	GWh	0	29	73
Reducción de pérdidas de Transmisión	GWh	0	153	319
Mejora en Centrales hidroeléctricas	GWh	0	51	59
Generación por Cogeneración	GWh	7	402	1.436
<b>Totales</b>	<b>GWh</b>	<b>7</b>	<b>636</b>	<b>1.887</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

- Cogeneración: La incorporación del gas natural deberá favorecer la expansión de la cogeneración en el país, la que se encuentra restringida a la producción de celulosa y otras opciones menores. Se estima que en instalaciones hospitalarias, comerciales e industrias medianas, existiría un potencial que, en 10 años, podría alcanzar, conservadoramente, a unos 450 MW eléctricos.

El mayor rendimiento de las plantas de cogeneración que posibilitan el aprovechamiento de dos formas de energía a partir de la misma fuente, permite suponer que el ahorro de combustibles podría llegar cerca de 11.000 TJ/año, al final del período.

En el cuadro siguiente se presentan los ahorros potenciales en base al escenario de eficiencia energética.

**Cuadro 10**  
**Ahorros vinculados con la generación mediante cogeneración**

Año	Unidades	Año 0	Año 5	Año 10
Generación Adicional por Cogeneración	(GWh)	7	305	1436
Reducción de Pérdidas de Transmisión	(GWh)	0	18	62
Ahorro de Combustible	(TJ)	53	2.291	10.773

Notas:

- Se ha supuesto que el aumento de la cogeneración proviene del ingreso de nuevas plantas y de mejoras en los factores de planta de las plantas actuales
- Se ha supuesto que las plantas de cogeneración poseen un rendimiento global de un 80% (que involucra rendimientos parciales de 30% para generación eléctrica y 50% para generación de calor).
- El ahorro se ha calculado suponiendo que la misma cantidad de energía térmica habría sido generada con un equipo térmico convencional con un rendimiento medio de un 80%.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.5.2 Sectores usuarios

#### a) Sector industrial y minero

Las medidas de eficiencia que se cree podrían ser implementadas en el sector industrial y minero son:

- Introducción de motores eléctricos de alta eficiencia: En la medida que se cumplan ciertas condiciones de uso, los motores eléctricos de alta eficiencia pueden constituirse en una opción rentable para los usuarios industriales. Sin embargo, éstos no los han adoptado sino en una muy pequeña proporción<sup>71</sup>.

En principio, las condiciones que recomiendan su empleo son las siguientes: cuando el motor se emplea más de 4.000 horas/año; cuando se incorpora un motor nuevo, donde las opciones son adquirir un motor eficiente o de alta eficiencia<sup>72</sup>; en reemplazo de un motor que presenta una elevada probabilidad de falla, instalado en un proceso sensible para la continuidad de la operación; y en reemplazo de un motor que debe ser sometido a una reparación mayor (de elevado costo).

- Mejora de la eficiencia de los procesos de combustión y transporte de calor en la pequeña y mediana empresa: Alrededor de 101.756 TJ son consumidos por la pequeña y mediana empresa<sup>73</sup>, caracterizada por un uso

<sup>71</sup> Esta situación se ha constatado en trabajos realizados por el autor de este trabajo, tanto en las pequeñas y medianas empresas, como en la Gran Industria y Minería.

<sup>72</sup> Existe la opción motor estándar versus motor eficiente; sin embargo, los principales fabricantes no están ofreciendo la alternativa estándar desde hace algunos años.

<sup>73</sup> Balance Nacional de Energía, 2002.

significativamente ineficiente de la energía<sup>74</sup>. Se estima que un programa destinado a introducir sensores de control de la combustión, a reemplazar los quemadores, a aislar las tuberías que transportan el vapor y el condensado y a introducir economizadores, permitiría reducir en forma importante los consumos de energía. En forma conservadora, se estima que estas empresas pueden mejorar su eficiencia en el uso de la energía en un 10% al final del período considerado, es decir, luego de una década de operación de una política de fomento al UEE.

- Incremento de la tasa de penetración del gas natural en el sector industrial: La estrategia de las empresas vinculadas al transporte y distribución del gas natural estaba basada en el desarrollo de las plantas de ciclo combinado, en el abastecimiento de sectores residenciales en zonas de alta densidad urbana -prioritariamente, de elevados ingresos- y en las grandes empresas cercanas a una troncal de los sistemas de transporte y distribución. Un programa de gobierno orientado a apoyar financieramente a las empresas gasíferas, permitiría la conexión a la red de gas de industrias cuyo abastecimiento actual no es atractivo para dichas empresas.

En síntesis, los ahorros de energía de combustibles, resultantes de la evaluación de los escenarios base y eficiencia energética, son los siguientes:

**Cuadro 11**  
**Resumen ahorros de combustibles, sector Industria y Minería**

Industria	Unidad	Año 0	Año 5	Año 10
Celulosa	TJ	0	3.224	6.448
Salitre	TJ	0	747	1.493
Hierro	TJ	0	0	0
Pesca	TJ	0	0	0
Azúcar	TJ	0	0	0
Cemento	TJ	0	0	0
Acero	TJ	0	2.575	5.150
Industrias Varias	TJ	0	5.482	10.964
Petroquímica	TJ	0	0	0
Cobre	TJ	0	730	1.726
<b>Totales</b>	<b>TJ</b>	<b>0</b>	<b>12.757</b>	<b>25.781</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

<sup>74</sup> No existen evidencias que muestren que la situación haya cambiado en los últimos años, salvo el efecto de la introducción del gas natural en algunas empresas. Lo señalado sugiere realizar un trabajo de terreno para ratificar lo anterior o modificar este juicio.

Adicionalmente, los ahorros de energía de eléctrica, resultantes de la evaluación de los escenarios base y eficiencia energética en el sector minero e industrial son los siguientes:

**Cuadro 12**  
**Resumen ahorros de electricidad, sector Industria y Minería**

<b>Industria</b>	<b>Unidad</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 10</b>
Celulosa	GWh	0	517	1.033
Salitre	GWh	0	-42	-83
Hierro	GWh	0	11	12
Pesca	GWh	0	5	5
Azúcar	GWh	0	3	3
Cemento	GWh	0	30	38
Acero	GWh	0	-197	-166
Industrias Varias	GWh	0	371	452
Petroquímica	GWh	0	26	30
Cobre	GWh	0	201	449
<b>Totales</b>	<b>GWh</b>	<b>0</b>	<b>926</b>	<b>1.773</b>

*Nota: Los valores negativos se refieren a un mayor uso de electricidad por la introducción de procesos eléctricos, en reemplazo de procesos térmicos, los que en definitiva mejoran la eficiencia del proceso global.*

*Fuente: Elaboración propia.*

### **b) Sector Transporte**

En el corto plazo, diversos proyectos que forman parte del llamado Plan Bicentenario -que pretende realizar una renovación del país al año 2010- afectarán al sector transporte, especialmente en zonas urbanas.

Una de estas iniciativas es el proyecto Transantiago, que pretende introducir una serie de cambios operacionales, como la reducción de la longitud de los recorridos y la reducción del número de buses en circulación<sup>75</sup>. Ello, sumado a los efectos indirectos sobre otras modalidades de transporte -como los automóviles particulares-, traería una reducción en el consumo de combustibles del orden de 5.700 TJ anuales. Sin embargo, el proyecto Transantiago ha sido profundamente criticado por carecer de la participación ciudadana, requisito fundamental de cualquier iniciativa sustentable; y ha sido cuestionado por organizaciones ciudadanas debido a sus costos y la eficiencia en el uso de los recursos que dispone.

<sup>75</sup> La base técnica de Transantiago se encuentra en el estudio Plan de cambio tecnológico para el sistema de transporte público de Santiago Chile. Elaborado por la Universidad de Chile, la Universidad Católica y Deuman Ingenieros, para SECTRA, 2003.

Algunas de las medidas que podrían contribuir a hacer más eficiente y más limpia la operación del sector transporte son:

- Introducción masiva del gas natural en los sistemas de transporte público: La Región Metropolitana (RM) sufre los efectos de una contaminación atmosférica severa, de la cual es responsable, en parte importante, el transporte público y privado. Como resultado de esta situación, desde comienzos de los años '90 los gobiernos nacional y regional han destinado importantes esfuerzos para reducir la contaminación proveniente de las fuentes fijas y móviles.

Si bien es posible pensar en la conveniencia de introducir microbuses que utilicen gas natural, logrando ligeras mejoras de rendimiento y una reducción de algunos contaminantes atmosféricos, los beneficios parecen no compensar los mayores costos de inversión. Su introducción en forma relevante supone una política que incentive el aprovechamiento de alternativas a partir de una adecuada valorización de las externalidades.

- Introducción de vehículos de alto rendimiento: La tecnología mundial permite incorporar vehículos de alto rendimiento, explotando los nuevos materiales, la electrónica, la incorporación de los conceptos de la aerodinámica al diseño de los vehículos y la reducción de las pérdidas por fricción en los neumáticos. Ello posibilitaría alcanzar rendimientos similares a los de los vehículos híbridos (de hecho hay vehículos en etapa precomercial que presentan rendimientos del orden de 40 km/hr y más). Además, es posible contar a largo plazo con vehículos movidos por celdas de combustible, que diversas empresas automotrices han comenzado a desarrollar a la manera de prototipos precomerciales.

Los cuadros siguientes resumen los resultados de la implementación de medidas de eficiencia energética en el sector transporte.

**Cuadro 13**  
**Resumen ahorros de combustibles, sector Transporte**

<b>AÑOS</b>	<b>Unidad</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
Caminero	TJ	0	8.739	30.000
Aéreo	TJ	0	0	0
Marítimo	TJ	0	0	-397
Ferrovionario	TJ	0	0	0
<b>Total</b>	<b>TJ</b>	<b>0</b>	<b>8.739</b>	<b>29.603</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

**Cuadro 14**  
**Resumen ahorros de electricidad, sector Transporte**

<b>AÑOS</b>	<b>Unidad</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
Caminero	GWh	0	0	-375
Aéreo	GWh	0	0	0
Marítimo	GWh	0	0	0
Ferrovionario	GWh	0	0	-452
<b>Total</b>	<b>GWh</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-827</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

La fuerte reducción de energía en el sector caminero se explica por la disminución esperada en el uso del automóvil, como resultado de su sustitución por un sistema de transporte público mejorado. Lo mismo se espera que suceda en el caso del transporte de carga, el que deberá hacer un mayor uso del sistema ferroviario.

### **c) Sector Residencial, Comercial y Público**

En lo que respecta a los consumos vinculados al sector residencial urbano, gran comercio y sector público, las mejoras apuntan fundamentalmente a la introducción de equipos de alta eficiencia eléctrica, sin ignorar las mejoras en el uso de combustibles.

Para mejorar la eficiencia eléctrica en el sector residencial, es necesario:

- Introducir artefactos electrodomésticos más eficientes, fundamentalmente refrigeradores y lavadoras, considerando aquellos equipos que tienen consumos reducidos en modo stand-by; y
- Mejorar la iluminación, introduciendo tubos y canoas fluorescentes eficientes y lámparas fluorescentes compactas, donde ello sea eficaz.

Entre las medidas que es posible sugerir para mejorar la eficiencia eléctrica en el sector comercial, se cuentan:

- Introducción de canoas de alto poder reflectante y ballast electrónicos
- Control adaptativo y mejoras en los sistemas incandescentes
- Reemplazo de lámparas incandescentes de 100W por fluorescentes compactas de 25W .
- Introducción de sistemas eficientes de refrigeración
- Reducción del consumo de climatización debido a la reducción de la carga térmica aportada por la iluminación, a la mejora de los compresores y a la introducción de ASD<sup>76</sup> .

---

<sup>76</sup> ASD: convertidores de frecuencia para accionar motores eléctricos.

El cuadro siguiente resume los posibles ahorros de energía eléctrica, como resultado de la implementación de medidas de eficiencia energética en el sector residencial, comercial y público (fiscal y municipal).

**Cuadro 15**  
**Resumen ahorros de electricidad, sector Comercial, Residencial y Público.**

<b>Años</b>	<b>Unidad</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 10</b>
Residencial Urbano	GWh	90	447	645
Residencial Rural	GWh	2	5	13
Fiscal y Municipal	GWh	1	46	100
Alumbrado	GWh	0	0	0
Gran Comercio	GWh	0	15	36
Pequeño y Mediano Comercio	GWh	0	118	265
<b>Total</b>	<b>GWh</b>	<b>92</b>	<b>631</b>	<b>1.059</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Por último, las medidas sugeridas para mejorar la eficiencia en el uso de los combustibles fósiles en el sector residencial y de pequeño comercio son:

- Mejorar la calidad térmica de la edificación (normas que mejoren la aislación de muros y ventanas, la aislación de los techos ya forma parte de la ordenanza).
- Mejorar el funcionamiento de los equipos a gas (calefones, cocinas y equipos de calefacción).

El cuadro siguiente resume los ahorros de combustibles, resultados de la implementación de medidas de eficiencia energética en el sector residencial, comercial y público.

**Cuadro 16**  
**Resumen ahorros de combustibles, sector Comercial, Residencial y Público.**

<b>Años</b>	<b>Unidad</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 10</b>
Residencial Urbano	TJ	0	1.204	2.948
Residencial Rural	TJ	0	40	70
Fiscal y Municipal	TJ	6	134	332
Pequeño y Mediano Comercio	TJ	0	415	1.240
<b>Total</b>	<b>TJ</b>	<b>6</b>	<b>1.793</b>	<b>4.590</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

El pequeño comercio presenta consumos relevantes de combustibles fósiles y parte importante de las medidas de eficiencia energética son las mismas o muy parecidas a las propuestas para el sector residencial urbano.

### 3.5.3 Impactos de los Programas de Eficiencia Energética

Los cuadros siguientes resumen los ahorros de energía que podrían ser alcanzados en un corto período de implementación de medidas de eficiencia energética. Al final del período es posible esperar una reducción del 6% del consumo de combustibles y un 7% para el consumo de electricidad.

**Cuadro 17**  
**Resumen ahorros de combustibles, vinculados al escenario de eficiencia energética**

Sectores	Unidad	Consumos Escenario Base			Ahorros Potenciales		
		Año 0	Año 5	Año 10	Año 0	Año 5	Año 10
Industrias de la Energía	TJ	180.141	217.922	299.863	53	3.920	11.674
Industria y Minería	TJ	217.513	241.750	269.220	0	12.757	25.781
Transporte	TJ	308.018	419.189	548.501	0	8.739	29.603
Comercial, Residencial y Público	TJ	149.474	162.597	173.071	6	1.793	4.590
<b>TOTALES</b>	<b>TJ</b>	<b>855.146</b>	<b>1.041.458</b>	<b>1.290.656</b>	<b>58</b>	<b>27.208</b>	<b>71.648</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 18**  
**Resumen ahorros de electricidad, vinculados al escenario de eficiencia energética**

Sectores	Unidad	Consumos Escenario Base			Ahorros Potenciales		
		Año 0	Año 5	Año 10	Año 0	Año 5	Año 10
Industrias de la Energía <sup>(1)</sup>	GWh	379	456	547,4	7	636	1.887
Industria y Minería	GWh	26.847	31.540	37.552,1	0	926	1.773
Transporte	GWh	227	319	328,4	0	0	-827
Comercial, Residencial y Público	GWh	10.413	13.263	16.312,7	92	631	1.059
<b>TOTALES</b>	<b>GWh</b>	<b>37.866</b>	<b>45.579</b>	<b>54.741</b>	<b>99</b>	<b>2.193</b>	<b>3.892</b>

Nota: (1) Los ahorros potenciales de la industria de la energía tienen relación con los ahorros en generación, transmisión y distribución comentados más arriba, es por esto que no guardan relación con los consumos de electricidad asociados al sector.

Fuente: Elaboración propia.

La eficiencia energética constituye un proceso cuyos resultados se aceleran en el tiempo, tales como: la mejora en la eficacia de los programas; la generación de recursos financieros adicionales resultantes del éxito alcanzado; el desarrollo de la capacidad de innovación y adaptación que generan estos programas; el efecto demostración sobre empresas que inicialmente no participan en dichos programas; la incorporación de medidas técnicamente más complejas pero con mayores márgenes de mejora; etc.

Al respecto, conviene señalar -a modo de ejemplo- que el estudio de mitigación de gases de invernadero señalado, indica que los ahorros del 7% para la generación de energía eléctrica y un 6% para consumo de combustibles, podrían aumentar a 16,5% (incluyendo el impacto de la introducción de las energías renovables y de la cogeneración) y a 13,1% respectivamente, si el período de evaluación fuera de 20 años. Este amplio horizonte de planificación es utilizado normalmente en muchos países, en el marco de proyectos de largo plazo.

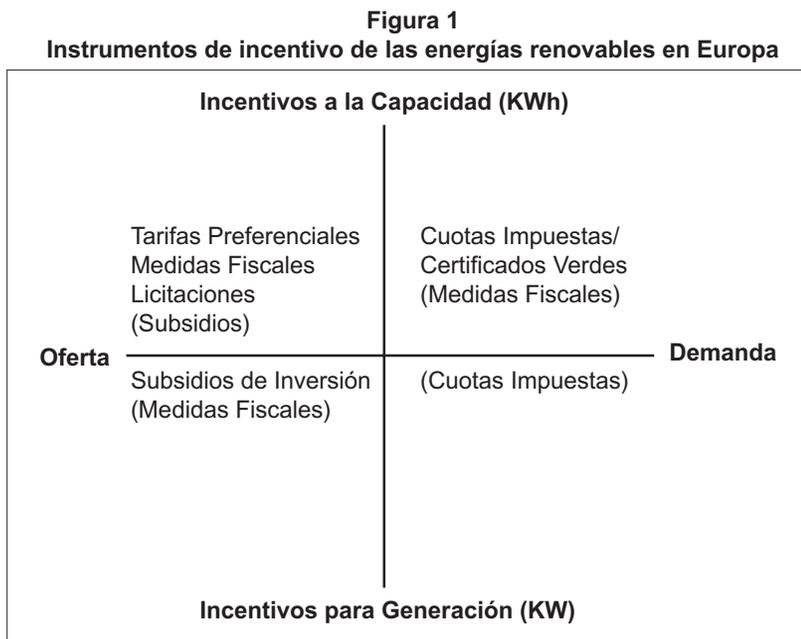
# CAPÍTULO 4

## EXPERIENCIAS INTERNACIONALES PARA UNA POLÍTICA ENERGÉTICA SUSTENTABLE

Reconociendo que el mercado es insuficiente para superar los obstáculos que limitan el desarrollo de las energías renovables y un uso eficiente de la energía, diversos países han definido políticas de promoción y mecanismos de incentivos para alcanzar sus metas nacionales. A continuación se exponen algunos de estos instrumentos en países industrializados (Europa y Estados Unidos) y en América Latina.

### 4.1 La experiencia de Europa y Estados Unidos en la promoción de las ERNC

En el caso de Europa, los instrumentos adoptados se basan en dos criterios: aquellos que afectan la oferta o la demanda de electricidad renovable; y aquellos que se orientan a incentivar la producción o la capacidad instalada.



Fuente: Elaboración propia.

Según esta clasificación, hay básicamente tres instrumentos para promover la generación de electricidad a partir de energías renovables. Tales son:

- Tarifas preferenciales para tecnologías limpias.
- Cuotas de ERNC impuestas a las empresas eléctricas combinadas con certificados verdes.
- Licitaciones para acceder a los incentivos existentes.

Estos tres mecanismos se complementan con otros, como los subsidios a la inversión y medidas fiscales.

A continuación se describen brevemente los mecanismos que articulan la política europea para el fomento de las ERNC:

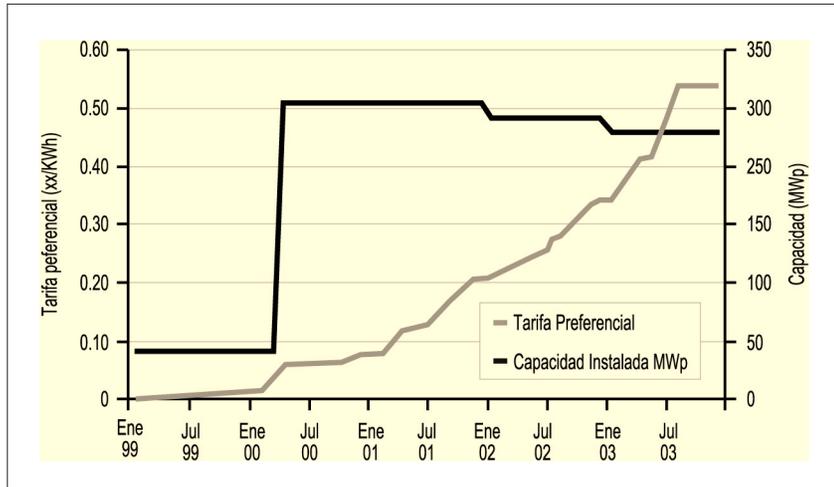
- a) Tarifas preferenciales: Son un instrumento común en la promoción de la producción de electricidad de fuentes renovables de energía. El término de tarifas preferenciales (feed-in tariff) usado por los reguladores de la Comunidad Europea, puede adquirir dos formas:
- Un precio mínimo por unidad de energía producida – que dependerá de la fuente de energía- asegurado al productor de ERNC; y/o
  - Premios o bonificaciones que se paga a la generación a partir de ERNC por sobre los precios de mercado de energía eléctrica.

La tarifa puede ser complementada con subsidios a la inversión por parte del estado. El nivel de las tarifas usualmente se establece por un tiempo específico de manera de dar al inversor un ingreso seguro durante una parte sustancial de la vida del proyecto. Además, las tarifas son establecidas en base a los costos evitados por parte de los servicios públicos que poseen obligaciones de compra o en base al precio que paga el usuario final. Aún cuando el nivel de las tarifas no siempre guarda relación directa con los costos de generación, se intenta que sea atractiva para los productores de energías renovables.

Una de las experiencias más exitosas de promoción de las ERNC a través de la fijación de estas tarifas, se ha desarrollado en Alemania. Este instrumento ha resultado ser de gran importancia para resolver el tema de los costos de generación de energía a partir de las fuentes renovables. El siguiente gráfico ilustra los efectos de dicho mecanismo.

**Gráfico 21**

**Efecto de la implementación del mecanismo de tarifas preferenciales en Alemania**



Fuente: Renewable Energy World, Noviembre-Diciembre de 2003.

Como vemos, gracias a las tarifas preferenciales sobre la oferta de energía renovable, los productores de energía que utilizan estas fuentes han aumentado en alrededor de 6 veces su capacidad de producción, en tan sólo cuatro años. A continuación presentamos las experiencias de los planes de incentivos a través de tarifas preferenciales en Alemania y España. Estos países lideran actualmente el desarrollo de la energía eólica, la tecnología de mayor crecimiento y mayor importancia relativa entre las ERNC.

**Cuadro 19**

**Tarifas para la electricidad inyectada a la red en Alemania (en centavos de Euro)**

Tecnología	Precio 2001 (¢/kWh)	Precio 2002 (¢/kWh)
Fotovoltaica	50,6	48,1
Eólica en tierra	9,1 los primeros 5 años y 6,71 los años siguientes	9 para los primeros 5 años y 6,17 los años siguientes
Eólica en el mar	Turbinas instaladas antes del 2006 9,1 durante 9 años y 6,17 los años siguientes	Turbinas instaladas antes del 2006 9 durante 9 años y 6,17 los años siguientes
Biomasa <0,5 MW	10,23	10,10
Biomasa entre 0,5 y 5MW	9,2	9,1
Biomasa >5 MW	8,69	8,6
Hidroelectricidad <5 MW	7,67	7,67
Gas de vertedero, plantas de tratamiento, minas	7,67	7,67

Fuente: de Vries, H.J. et al. (2003).

**Cuadro 20**  
**Tarifas para la electricidad inyectada a la red en España**  
**(en centavos de Euro)**

<b>Tecnología</b>	<b>Precio fijo (¢/kWh)</b>	<b>Premio (¢/kWh)</b>
Eólica	6,21	2,66
Hidroelectricidad pequeña	6,49	2,94
Cosechas energéticas	6,85	3,32
Otras biomásas	6,05	2,51
Fotovoltaica <5kW	39,6	36,0
Fotovoltaica>5 kW	21,6	18,0
Solar térmica electricidad	-	12,0
Geotermia, olas y mareas	6,49	2,94

*Fuente: de Vries, H.J. et al. (2003).*

Como resultado de dichas políticas, se han alcanzado importantes logros en términos de penetración de las fuentes renovables en las matrices energéticas de estos países y desarrollo de tecnologías apropiadas para su utilización.

- b) Cuotas impuestas/certificados verdes: Se utilizan para garantizar un mínimo de producción o consumo de electricidad (generalmente a las empresas de distribución) a partir de ERNC. La compra de ERNC se avalan mediante certificados verdes o bonos transables los que pueden ser comercializados entre las compañías que requieren cumplir con una cuota, de esta manera se genera un mercado adicional de energía verde. Estos certificados permiten, además, registrar la producción, autenticar las fuentes de producción y verificar si la demanda es abastecida.
- c) Licitaciones: Se utilizan para la selección de beneficiarios de los subsidios a la inversión o la producción (por ejemplo, a través de tarifas preferenciales), o también se pueden utilizar para limitar derechos (por ejemplo, lugares para localización de granjas eólicas). Los potenciales inversionistas o generadores compiten por los recursos financieros disponibles mediante estos sistemas de licitación. Los criterios para la evaluación de las ofertas son establecidos para cada ronda de licitación. Estos sistemas permiten a los gobiernos decidir sobre el nivel deseado de capacidad o energía eléctrica asociado a cada tecnología, su tasa de crecimiento en el tiempo y los precios de largo plazo ofrecidos a los productores.

Lo anterior implica que un proyecto eólico compite con otros proyectos eólicos, pero no con proyectos de biomasa, por ejemplo. La oferta marginal aceptada, establece el precio para una determinada tecnología.

- d) Subsidios a la inversión: Pueden ayudar a superar la barrera de los altos costos de inversión iniciales. Estos subsidios se utilizan comúnmente para estimular las inversiones en tecnologías renovables menos económicas y se sitúan normalmente entre 20% y 50% de los costos de inversión.
- e) Medidas fiscales: Se refieren a estructuras impositivas que benefician a las fuentes renovables de energía y pueden adoptar formas diversas tales como descuentos a los impuestos que se aplican a la energía, rebajas en impuestos a las emisiones, rebajas en el IVA, exenciones en impuestos para fondos verdes, o atractivos esquemas de depreciación, que van de la mano con los lineamientos de la Comunidad Europea en lo que respecta a protección ambiental.

Finalmente, es importante destacar que la experiencia europea ha comprobado que la introducción de energías renovables requiere del establecimiento de un conjunto de medidas de promoción que se complementan en la superación de las barreras al desarrollo de las ERNC. En este sentido quizás las más importantes, es decir, las que deberían ser introducidas con mayor urgencia en el caso nacional, son las Tarifas preferenciales para tecnologías limpias, combinadas con financiamiento a la inversión y beneficios fiscales.

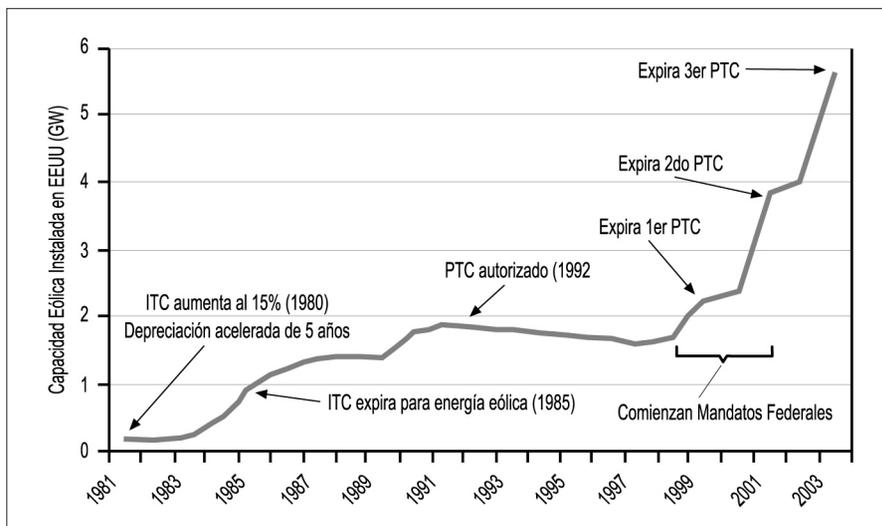
En el caso de Estados Unidos, el apoyo a las energías renovables se ha establecido a través de leyes especiales, entre las que destacan:

- a) PURPA - Public Utility Regulatory Policies Act - (1978): Exigió a las empresas eléctricas la compra a costo evitado de energía desde plantas de ERNC calificadas.
- b) Energy Tax Act (1978): Establecía un subsidio del 10% a la inversión de plantas eólicas, solares y geotérmicas conocido como Investment Tax Credit (ITC). Fue aumentado al 15% en 1980, en 1985 expiró para el caso de la energía eólica, y en 1986 volvió al 10%.
- c) Economic Recovery Tax Act (1981): Otorgó una depreciación acelerada de 5 años para la mayoría de las instalaciones en base a energías renovables no convencionales.

El mecanismo que ha producido mayores impactos es el subsidio a la producción ha sido el denominado Production Tax Credit (PTC) establecido en el Energy Policy Act de 1992. Sus impactos se han advertido especialmente en la energía eólica, a pesar de que el incentivo cubría también a la producción de electricidad mediante biomasa. El PTC establece un ingreso adicional, libre de impuestos de 1.5 ¢US\$/kWh (indexado por la inflación), por diez años a partir del comienzo de la operación. A pesar de que sus efectos no fueron significativos en un comienzo, el PTC ha sido extendido en dos oportunidades luego de haber expirado por primera vez en 1999.

Los incrementos de la capacidad instalada en energía eólica, que muestra el gráfico siguiente, coinciden con la promulgación de los mandatos de promoción de renovables a nivel federal.

**Gráfico 22**  
**Evolución de la capacidad eólica instalada en los Estados Unidos de Norteamérica**



Fuente: Namovicz, 2004.

## 4.2 La experiencia de América Latina en la promoción de las ERNC

La principal experiencia de promoción de las ERNC en nuestra región se encuentra en Brasil, con la creación del “Programa de Incentivos a la Fuentes Alternas de Energía Eléctrica” (PROINFA). Fue respaldado legalmente a través de la Ley 10.438 del año 2002, y revisado por la Ley 10.762 del año 2003<sup>77</sup>.

El PROINFA define precios fijos y condiciones especiales de financiamiento para los proyectos energéticos que utilicen fuentes renovables no convencionales (biomasa, eólica y pequeñas hidro); y un Índice Mínimo de Nacionalización (equivalente al 60%) para el uso de estas fuentes y los emprendimientos que las utilicen<sup>78</sup>.

El Programa se desarrolla en dos etapas. En la primera, para asegurar una fuerte incorporación de fuentes renovables en la matriz eléctrica, se define un límite

<sup>77</sup> Diputado Fernando Ferro, Brasil: “Políticas Públicas para la Promoción de las Energías Renovables No Convencionales: El Programa PROINFA”. Ponencia realizada para el Seminario Latinoamericano sobre Energías Renovables: Hacia la Conferencia de Bonn-2004. Programa Chile Sustentable, Programa Cono Sur Sustentable y Parlamento Latinoamericano, Abril de 2004.

<sup>78</sup> Ibid.

mínimo de contratación, equivalente a 3.300 MW en el Sistema Interconectado Nacional (SIN), generados por biomasa, energía eólica y pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH)<sup>79</sup>. Se prevé la puesta en operación de estos 3.300 MW antes de finales de 2007, a través de un sistema de subsidios e incentivos financiados por un incremento porcentual en la boleta de los consumos finales (excluidos las clases sociales de bajos ingresos). La empresa brasileña Electrobrás garantizaría la compra de la energía a los precios establecidos por el Programa, durante 15 años.

En la segunda etapa, una vez lograda la meta de los 3.300 MWe, el desarrollo de PROINFA prevé alcanzar en 20 años la meta de un 10% del consumo nacional de electricidad al año, en base a tres fuentes renovables no convencionales: biomasa, eólica y pequeñas hidroeléctricas.

Los proyectos apoyados por PROINFA deben ser autorizados por la Agencia Reguladora de Energía Eléctrica (ANEEL). Actualmente, la Agencia ha autorizado proyectos que aportan 7.032 MW de energía eólica; 3.507 MW de energía derivada de PCH; y 860 MW de biomasa. Se encuentran en proceso de licitación proyectos que generan 3.097 MW provenientes de energía eólica; 1.813 MW de energía de PCH, y 744 MW de biomasa; y existen proyectos aprobados listos para entrar en funcionamiento, que aportarían 3.126 MW de energía eólica; 1.694 MW de energía PCH, y 117 MW de biomasa<sup>80</sup>.

Para financiar los proyectos energéticos, PROINFA recibe el apoyo del Banco Nacional de Desarrollo (BNDES). Los recursos desde allí aportados equivalen al 70% de los ítems financiables por el Programa. Las tasas de interés son<sup>81</sup>:

- Para apoyo directo: 3,5% anual
- Para apoyo indirecto: 3% anual (dependiendo de la tasa de intermediación financiera) + remuneración del Agente de servicios (a ser negociada)

Adicionalmente, se contemplan plazos para el pago del préstamo de hasta seis meses después de la entrada en operación del proyecto; y un plazo de amortización de la deuda de hasta diez años.

Por su parte, la empresa brasileña ELECTROBRÁS apoya las iniciativas desarrolladas por PROINFA a través de compromisos de compra de energía de hasta 20 años, renta mínima asegurada para el emprendedor durante el plazo de financiamiento, equivalente al 70% de la energía contratada; y a corto plazo,

---

<sup>79</sup> Ibid.

<sup>80</sup> Ibid.

<sup>81</sup> Ibid.

protección integral para los proyectos apoyados, de los riesgos en el mercado de energía<sup>82</sup>.

También existe en Brasil el Programa Combustible Verde-Biodiesel, para la promoción de la generación de energía a partir de la biomasa. Al año 2010, se espera alcanzar una meta de producción equivalente a 1,5 millones de toneladas de biodiesel, destinadas al mercado interno y a la exportación. El Programa aspira a que el biodiesel sustituya paulatinamente el consumo de diesel en el país.

En Perú, el gobierno ha impulsado un Plan de Electrificación Rural, que para el período 2003–2015 ha identificado 336 proyectos para beneficio de 4,2 millones de personas, con una inversión de 960,4 millones de US\$<sup>83</sup>. Con ello, se espera alcanzar una cobertura energética de 91% en el sector rural.

Indirectamente, este Plan facilita la utilización de las energías renovables no convencionales, a través de mecanismos de incentivo. Entre las iniciativas que se espera concretar, se cuentan 33 proyectos para líneas de transmisión; 243 proyectos de pequeños sistemas eléctricos; 60 pequeñas centrales hidroeléctricas e iniciativas conocidas como “Proyectos de Grupos Electrógenos”, consistentes en módulos fotovoltaicos y aerogeneradores<sup>84</sup>. Para su financiamiento, se creó el Fondo de Electrificación Rural (FER), con recursos financieros provenientes de:

- 2% de las utilidades de las empresas del sector eléctrico nacional, que utilizan fuentes energéticas convencionales
- Hasta 25% de los recursos que provengan de la privatización
- Hasta 0.85% del Presupuesto General de la República

En el caso de las pequeñas centrales hidráulicas, la inversión total para el periodo asciende a US\$ 30,9 millones, lo que aspira a incrementar en 7,3 MW la oferta de energía y beneficiar directamente a 142 831 habitantes. Paralelamente, se espera elaborar un Mapa Pluviométrico del Perú, a fin de evaluar la disponibilidad de recursos hídricos para estos proyectos, a nivel nacional<sup>85</sup>.

Para la utilización de energía solar, en Perú se está desarrollando un Proyecto GEF (Global Environment Facility), para la instalación de 2.000 sistemas fotovoltaicos domiciliarios (SFD). La implementación de dicho proyecto requerirá en el período 2003-2004 una inversión de US\$ 1,6 millones. Durante los años

---

<sup>82</sup> Ibid.

<sup>83</sup> Sánchez, Fernando (CEPAL, División de Recursos Naturales e Infraestructura): “Obstáculos para el desarrollo de las energías renovables en América Latina”. Ponencia realizada para el Seminario Latinoamericano sobre Energías Renovables: Hacia la Conferencia de Bonn-2004. Programa Chile Sustentable, Programa Cono Sur Sustentable y Parlamento Latinoamericano, Abril de 2004.

<sup>84</sup> Ministerio de Energía y Minas del Perú: “Plan de Electrificación Rural 2003–2012: Metas e inversiones”, 2002.

<sup>85</sup> Ibid.

2005-2012, se pretende implementar la primera etapa de un Proyecto Masivo de Instalación de Módulos Fotovoltaicos, mediante el cual se instalarán 20.000 SFD. En la segunda etapa (período 2006-2012) se espera instalar 50.000 SFD; y en la tercera etapa (período 2007-2012), otros 50.000 SFD. Según el Ministerio de Energía y Minas del Perú, estas tres etapas requerirán una inversión total de US\$ 96,2 millones, beneficiando a unos 610.000 habitantes<sup>86</sup>.

Finalmente, para el aprovechamiento de la energía eólica, el gobierno peruano prevé la instalación de 124 aerogeneradores de 50 kW en el periodo 2006–2012, lo que significaría un incremento de 6,2 MW en la potencia instalada. Esta iniciativa requiere US\$ 16,5 millones y beneficiaría a 136.400 habitantes. Con este fin, el gobierno viene gestionando apoyo técnico internacional para la elaboración de un Mapa Eólico del Perú<sup>87</sup>.

En el caso de Argentina, la Ley N° 25.019 (de 1999) promueve el uso de las fuentes renovables de energía para la producción de electricidad. Algunos de los beneficios e incentivos que establece son<sup>88</sup>:

- 0,01 \$/Kwh. generado a cargo de la demanda
- Pago diferido de IVA: 15 años
- Estabilidad fiscal acotada

Sin embargo, el alcance de la Ley ha estado limitado a las energías de origen eólico y solar, y su ingreso a la matriz energética argentina ha sido lento. Tras 5 años de su promulgación, se han concretado proyectos principalmente de origen eólico, equivalentes a 25 MW de potencia instalada. Actualmente se discute en el Senado argentino un nuevo proyecto de ley para la creación de un régimen de fomento de inversiones, orientado a la producción de energía eléctrica con destino a mercados de red, a partir de energías renovables no convencionales<sup>89</sup>. Su meta es llegar, en el año 2013, a un 8% del consumo total de energía eléctrica en el país en base a ERNC. El Régimen de Fomento que crea este Proyecto de Ley es complementario al establecido por la Ley N° 25.019 y sus normas reglamentarias, extendiendo sus beneficios a todas las fuentes definidas en el proyecto de ley. Algunas de las iniciativas propuestas son:

- Incentivo de 0.01 \$/Kwh. generado de origen renovable, durante 15 años (Artículo 5°), el que estará a cargo de la demanda. Es decir, no constituye un subsidio, sino que es financiado por los usuarios.

---

<sup>86</sup> Ibid.

<sup>87</sup> Ibid.

<sup>88</sup> Senador de la República Federal Argentina, Pedro Salvatori: "Proyecto de Ley sobre Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía". Ponencia realizada para el Seminario Latinoamericano sobre Energías Renovables: Hacia la Conferencia de Bonn-2004. Programa Chile Sustentable, Programa Cono Sur Sustentable y Parlamento Latinoamericano, Abril de 2004.

<sup>89</sup> Ibid.

- Aportes del Fondo Especial de Desarrollo Eléctrico del Interior (FEDEI) a los emprendimientos que empleen fuentes de energías renovables (Artículo 4°).
- La Autoridad de Aplicación de esta ley será la Secretaría de Energía de la Nación.

Por su parte, Cuba ha implementado desde 1993 el Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía. A partir de esta iniciativa, se creó una institución para la promoción de la energía solar (CUBASOLAR) en 1994<sup>90</sup>. De manera complementaria, se implementó el Programa de Ahorro de Electricidad y el Programa de Ahorro de Electricidad en el Ministerio de Educación, iniciativas que llevaron el tema de la eficiencia energética y el ahorro de electricidad hasta las escuelas primarias y los domicilios país, promoviendo –entre otras medidas- reducir los consumos innecesarios en horas punta.

Más recientemente, este país ha comenzado a valorar otros recursos, como la biomasa proveniente de la caña de azúcar. A la fecha, se han desarrollado cinco centrales termoeléctricas en base a este vegetal, cuatro de las cuales generan un máximo de 160 KW/h por tonelada de caña molida<sup>91</sup>.

Destacando la importancia de las iniciativas legales y las políticas públicas en materia de energías renovables, actualmente promovidas en países de la región, es necesario reconocer que éstas son todavía escasas e insuficientes. Se requiere promover más activamente la implementación de programas y proyectos para la promoción de las energías renovables en el resto de los países de América Latina, incentivar su concreción y fortalecer las iniciativas en curso.

### 4.3 Potencia instalada de ERNC a nivel mundial

Los mecanismos de promoción e incentivo han sido fundamentales para el crecimiento de la potencia instalada en energía eólica y la producción de celdas fotovoltaicas, tecnologías de mayor costo de generación respecto a las tecnologías convencionales más competitivas. Los siguientes cuadros muestran la evolución de la potencia instalada en diversas fuentes de energía renovable, a nivel internacional. El cuadro siguiente muestra la evolución reciente de la potencia instalada en energía eólica.

---

<sup>90</sup> Torres, Julio (CUBASOLAR): "El Papel Estratégico de la Biomasa y la Energía Solar en el Tránsito hacia la Energía Sustentable en Cuba". Ponencia realizada para el Seminario Latinoamericano sobre Energías Renovables: Hacia la Conferencia de Bonn-2004. Programa Chile Sustentable, Programa Cono Sur Sustentable y Parlamento Latinoamericano, Abril de 2004.

<sup>91</sup> Ibid.

**Cuadro 21**  
**Energía eólica: potencia instalada total (en MW)**

<b>Países</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>
<b>Alemania</b>	4.443	6.095	8.754	12.001
<b>España</b>	1.476	2.502	3.337	4.830
<b>Estados Unidos</b>	2.551	2.581	4.275	4.685
<b>Dinamarca</b>	1.700	2.306	2.383	2.880
<b>India</b>	1.035	1.267	1.507	1.702
<b>Otros</b>	2.354	3.134	4.093	5.068
<b>Total</b>	<b>13.559</b>	<b>17.885</b>	<b>24.349</b>	<b>31.166</b>

*Fuente: New energy, N° 2/april 2003 H11507, Statistics.*

El cuadro anterior muestra que ya al año 1999 sólo Alemania tenía casi el doble de la potencia instalada que el resto de los países (ítem Otros) y que por otro lado, países como España y la misma Alemania han aumentado su capacidad por sobre el crecimiento mundial, fruto de las políticas de promoción mencionadas.

El cuadro que se presenta a continuación muestra la evolución de la producción anual de módulos fotovoltaicos.

**Cuadro 22**  
**Producción de módulos fotovoltaicos por países o regiones (en MW)**

<b>Países</b>	<b>1994</b>	<b>1996</b>	<b>1998</b>	<b>2000</b>	<b>2002</b>
<b>Japón</b>	16,5	21,2	49,0	128,6	251,1
<b>Europa</b>	21,7	18,8	33,5	60,7	135,1
<b>USA</b>	25,6	38,8	53,7	75,0	120,6
<b>Otros</b>	5,6	9,8	18,7	23,4	55,1
<b>Total</b>	<b>69,4</b>	<b>88,6</b>	<b>154,9</b>	<b>287,7</b>	<b>561,8</b>

*Fuente: PV News, Vol. 22, N° 3, 2003.*

En el caso de la potencia instalada para la explotación de la energía geotérmica para la producción de electricidad, conviene destacar los logros de algunos países latinoamericanos, como México, El Salvador y Nicaragua.

Del mismo modo, el cuadro anterior muestra que alrededor del 90% de la producción de módulos fotovoltaicos se concentra en Japón, Europa y Estados Unidos.

**Cuadro 23**

**Capacidad instalada para producir electricidad a partir de la geotermia (en MW)**

PAÍS	AÑO INICIO	2000 (MWe)
El Salvador	1975	161
Indonesia	1981	590
Italia	1912	785
Japón	1966	547
México	1973	755
Nueva Zelandia	1960	437
Nicaragua	1988	70
Filipinas	1978	1.909
EEUU	1960	2.228
<b>Total</b>		<b>7.974</b>

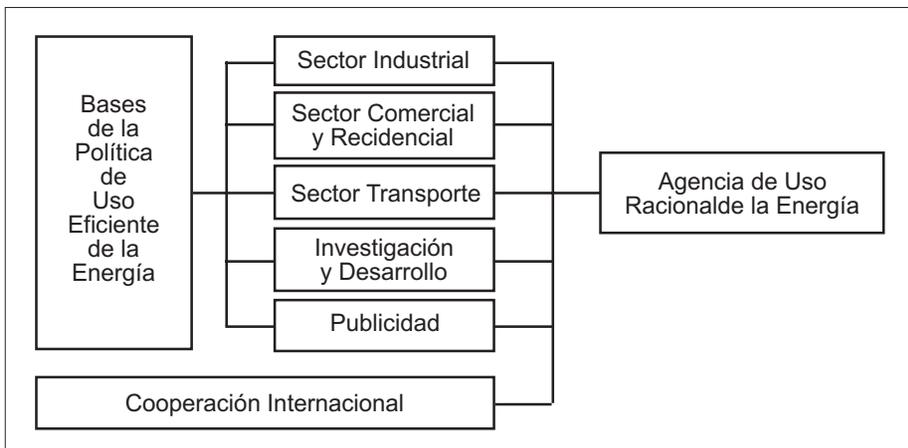
*Fuente: A. Lahsen, 2003.*

## 4.4 Experiencias de promoción de la eficiencia energética en el ámbito internacional

Los esquemas básicos de las políticas de conservación de energía, incorporan instrumentos específicos para cada sector (industrial, comercial, transporte, etc.), pero además asignan una elevada importancia al desarrollo tecnológico, la cooperación internacional y la difusión, como elementos fundamentales de la política. Muchos países designan una unidad independiente que tiene como misión coordinar y/o dirigir las acciones destinadas a promover el uso racional de la energía. La figura siguiente muestra la estructura definida por Japón.

**Figura 2**

**Elementos constituyentes de la política de Uso Racional de la Energía en Japón.**



*Fuente: Elaboración propia.*

Los principales mecanismos utilizados por los países desarrollados que asignan al uso eficiente de energía un papel estratégico en su política energética son:

- a) La agencia o ente especializado: La creación de un ente especializado o agencia, es consustancial a la adopción de una iniciativa mayor de política energética y un instrumento fundamental en la aplicación de programas, normas y estándares para el fomento del UEE. Dependiendo de las estructuras institucionales y políticas nacionales, tales agencias pueden ser replicadas a nivel regional y/o local (como es el caso, entre otros, de España y Alemania).
- b) Las normas y los estándares de eficiencia: Éstos son los mecanismos a los cuales más frecuentemente han recurrido los países para el logro del uso racional de la energía. En la gran mayoría de los casos, las normas son obligatorias y cubren un ámbito muy amplio en lo que respecta a sectores o ramas, su alcance normalmente abarca: la construcción, los electrodomésticos y la industria. La adopción de normas (y de sellos) funciona en la medida que existan sistemas de certificación reconocidos y confiables.

Los edificios y las viviendas son frecuentemente objeto de medidas especiales en lo que respecta a muros, superficies vidriadas, techumbres, aislaciones y orientaciones. A ello se agregan las normativas respecto del uso de la energía en sistemas de calefacción y climatización, ascensores, ventiladores, etc.

El sector comercial y público, en particular este último, ha sido objeto preferente en la aplicación de normas para el funcionamiento de edificios, sirviendo, frecuentemente de ejemplo en la aplicación de tecnologías eficientes.

- c) Leyes y programas de uso eficiente de la energía: Como se señalara, la aplicación de leyes y la implantación de programas de UEE, normalmente poseen cobertura nacional y comprende al conjunto de los sectores. En algunos casos, las leyes de UEE enfatizan programas locales, por sectores o por ramas, o incluso para determinados combustibles, apuntando a la disminución del consumo de energía y de las emisiones de gases contaminantes a nivel local y a nivel planetario (relacionadas con el cambio climático global).

En el resto del mundo, uno de los casos ilustrativos es el de Japón. La normativa japonesa define guías específicas que establecen los objetivos

nacionales y sectoriales en cuanto al uso de combustibles, la recuperación de desechos, el uso eficiente de la electricidad, etc.

A su vez, las empresas son clasificadas según su consumo de energía. Aquellas cuyo consumo de combustibles y/o electricidad supera un límite dado, deben designar gerentes de energía y generar severos planes de manejo energético con objetivos y plazos precisos. Los programas presentados por estas empresas pueden ser rechazados por el ente regulador, e incluso, este último tiene la facultad para aprobar o rechazar la designación de gerentes de energía, los que periódicamente deben informar de los avances logrados<sup>92</sup>.

La mayoría de los países contempla medidas fiscales, de financiamiento de las inversiones y tratamientos arancelarios destinados al fomento del UEE en la pequeña y mediana industria, tales como préstamos blandos, depreciación acelerada de equipos, ayuda financiera para auditorías, etc.

- d) Los Acuerdos Voluntarios (AV): Son de reciente difusión en los países industrializados (básicamente a partir de los años noventa), existiendo ejemplos de aplicación en países en desarrollo<sup>93</sup>. Su popularidad se debe a que el programa se inserta más bien en las prácticas de mercado que en medidas obligatorias de eficiencia energética. No obstante, a pesar de lo que se piensa comúnmente, su implementación requiere de esfuerzos reguladores importantes. En efecto, los AV incluyen acuerdos en que las partes se obligan recíprocamente: el gobierno con franquicias y los industriales a cumplir con las metas. La evaluación y monitoreo de tales programas requiere de una constante evaluación de parte del regulador, así como la implantación de diversos mecanismos, subsidios y premios, vinculados al cumplimiento de metas libre y consensualmente establecidas<sup>94</sup>.

Por ejemplo, en Holanda -y en particular en relación al uso de la energía- los acuerdos, además de transformarse en instrumentos con fuerza legal, establecen obligaciones para las empresas individualmente consideradas, tales como la formulación de planes y programas de UEE y el monitoreo de los consumos energéticos, expresado en estadísticas oficiales (Índice de Eficiencia Energética)<sup>95</sup>. Tales índices, son sistemáticamente comprobados por la Agencia para la Energía y el Medio Ambiente (Novem). Esta agencia es la encargada de implementar

---

<sup>92</sup> Energy Conservation Center (ECC), 2002.

<sup>93</sup> En Chile los acuerdos voluntarios constituyen uno de los mecanismos importantes de la política ambiental, aún cuando, hasta la fecha, el UEE no forma parte de los acuerdos en curso o los que se encuentran en negociación.

<sup>94</sup> Ministry of Economic Affairs, Netherland (1998).

<sup>95</sup> Ibid.

esquemas para el subsidio de proyectos de eficiencia energética y el Ministerio de Economía provee el apoyo financiero para el fomento de la eficiencia energética.

A partir de la experiencia de algunos países desarrollados en la aplicación de los AV es posible afirmar que uno de los requisitos fundamentales para su éxito, es el diseño de un marco normativo adecuado que permita la puesta en vigor de mecanismos destinadas a sortear las dificultades propias a la conformación de grupos heterogéneos de actores con programas integrales en la gestión de procesos, uso de la energía, disminución de emisiones y residuos sólidos.

- e) Apoyo financiero: Además de los mecanismos implementados en la Unión Europea, destacan iniciativas como las de Japón, donde cada uno de los planes sectoriales (Industrial, Residencia, Comercial y Transporte) contempla una "ley de apoyo a la conservación de energía". Dicha ley aborda todos los mecanismos financieros y fiscales que respaldan la implementación de las medidas de eficiencia.

La ausencia de mecanismos financieros operativos constituye una de las principales limitaciones de las políticas de eficiencia energética, especialmente en América Latina. Resulta imprescindible establecer mecanismos claros que permitan reducir el riesgo de los inversionistas, especialmente el de las pequeñas y medianas empresas (que son las que, por lo general, presentan mayores potencialidades porcentuales de mejora). Por otro lado, los mecanismos de financiamiento deberán ofrecer las garantías adecuadas a los proveedores de líneas de crédito y, también, establecer las conexiones que permitan el flujo eficaz de los recursos internacionales asignados a este objeto, los cuales serán administrados localmente.

Finalmente, en apoyo a estos mecanismos deberá existir un riguroso proceso de certificación de empresas dedicadas a la eficiencia energética, de manera de reducir los riesgos de los proyectos y facilitarles el acceso a fuentes de financiamiento.

## **4.5 Proyectos de promoción de eficiencia energética en América Latina**

Aunque se reconoce que establecer programas de eficiencia energética no es privativo de los países desarrollados, en nuestra región son muy pocos los proyectos que apuntan en esta dirección. Destacan las iniciativas de México y Brasil, que si bien no han estado exentas de críticas y de limitaciones, sus resultados superan largamente lo invertido en ellos.

La Comisión Nacional de Energía (CONAE) de México, ha generado ambiciosos programas de eficiencia, con grandes impactos a nivel nacional. Entre 1995 y 2000, CONAE desarrolló programas de uso eficiente de la energía que permitieron ahorros estimados en 21.900 millones de kWh y una reducción del crecimiento de la demanda del sistema del orden de 1.000 MW, lo que a su vez acarreó una reducción de 18 millones de toneladas de contaminantes<sup>96</sup>. El presupuesto operativo del CONAE para 2001 fue cercano a 6,3 millones de dólares, mientras que el equivalente económico de los ahorros obtenidos por medio de las acciones implementadas en el mismo año fue estimado en alrededor de 360 millones de dólares.

Otro ejemplo exitoso es el caso del PROCEL en Brasil, programa que ha promovido la producción y el consumo eficiente de la energía eléctrica, utilizando recursos de Electrobrás y de entidades internacionales. El cuadro siguiente muestra algunos resultados de este programa en el período 1995-2000.

**Cuadro 24**  
**Resultados programas de Eficiencia Energética en Brasil**

PROCEL - Brasil Resultados	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Inversiones aprobadas (millones de US\$)	30	50	122	50	40	26
Ahorro de energía (GWh/año)	572	1.970	1.758	1.909	1.862	2.300
Reducción de la demanda en la punta (MW)	103	293	976	532	418	640
Capacidad evitada <sup>97</sup> (MW)	135	430	415	440	420	530
Inversión evitada (millones de US\$)	270	860	830	880	840	1.060

*Fuente: Altomonte et al. CEPAL, 2003.*

El éxito de los programas de eficiencia energética en Brasil, se relacionan con su fuerte articulación con la política energética del país. Sin embargo, los cambios en el sector eléctrico y las modificaciones en las atribuciones de Electrobrás, debilitaron la eficacia del PROCEL. Como consecuencia, Brasil debió enfrentar la crisis energética del año 2001 con una apreciable reducción de la capacidad financiera y operativa del PROCEL, en momentos en que el uso eficiente era una de las herramientas más efectivas para enfrentar dicha crisis.

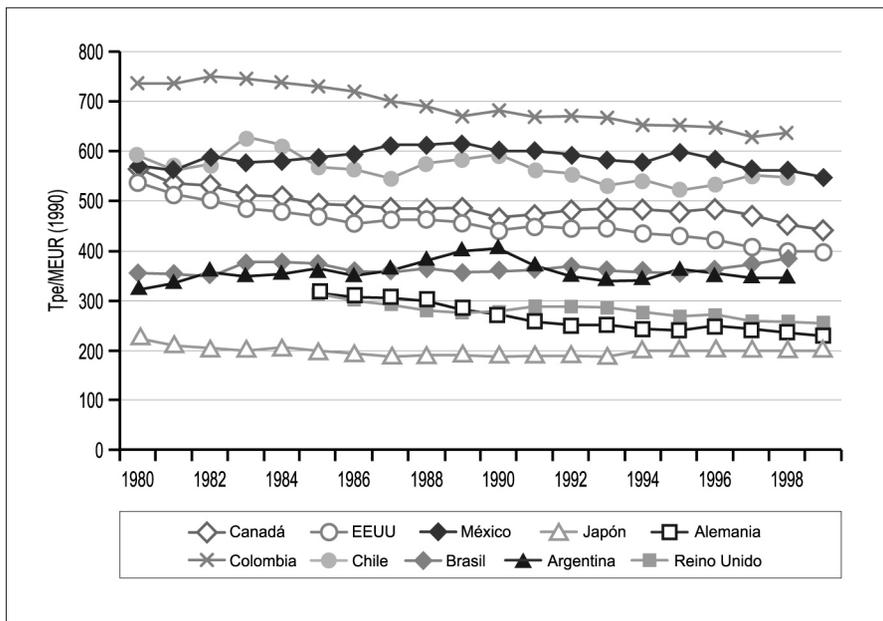
Aunque la intensidad energética no es el mejor indicador de la eficiencia con que se usa la energía en cada país, permite visualizar las tendencias y, en muchos casos, la eficacia de las políticas de eficiencia energética implantadas.

<sup>96</sup> 98% de estos contaminantes corresponden a CO<sub>2</sub>

<sup>97</sup> Capacidad evitada significa que no fue necesario construir centrales de esa potencia, durante los años mostrados en el cuadro.

Pero esta medición sólo es apropiada en la medida que se analice un período suficientemente extenso y se tengan en cuenta las singularidades del período en cuestión. Teniendo en cuenta estos elementos, el gráfico siguiente muestra la evolución de la intensidad energética para un conjunto de países industrializados y América Latina.

**Gráfico 23**  
**Intensidad Energética Nacional, países seleccionados**



Fuente: Elaboración propia en base a datos proporcionados por Oeko Institute, Alemania.

En general, se aprecia una clara tendencia a reducir la intensidad energética en los países industrializados, mientras que en América Latina se observa este indicador se mantiene constante, oscila en torno a ciertos valores medios, o incluso aumenta. En el caso de Chile se aprecia una oscilación a lo largo del período analizado.

El alza de la intensidad a comienzo de los años '80 se vincula a los efectos de la crisis ocurrida en esos años (la demanda por energía es relativamente inelástica a las variaciones a la baja del PIB). A su vez, la posterior caída tiene que ver con la pérdida de la importancia relativa de la leña en el consumo total. A partir del año 1995 la intensidad energética empieza a subir, tendencia que se mantiene hasta 1999, para luego comenzar a bajar nuevamente<sup>98</sup>.

<sup>98</sup> Debido a que no existían los datos para todos los países incluidos en el gráfico, la curva de Chile se limitó hasta el año 1998, aún cuando la información estaba disponible hasta el 2002

En el caso de México, se aprecia claramente la reducción de su intensidad energética a partir del momento en que se ponen en marcha los programas de eficiencia, en 1995.

En el país, si bien no se han realizado muchas experiencias de eficiencia energética se puede decir que se han realizado estudios que hablan de un 20% de ahorro de energía en el sector eléctrico a nivel país (PRIEN, IIEC, NRDC, 1996).

Cabe señalar que estudios realizados por el PRIEN -2000- permitieron demostrar que el reemplazo de los motores obsoletos (sujetos a una alta probabilidad de falla y la incorporación de motores de alta eficiencia en los proyectos nuevos, así como las mejoras en los sistemas de flotación y control de procesos permitirán reducir el consumo de electricidad en un 15%.

## **4.6 Compromisos Internacionales para la Promoción de Políticas Energéticas Sustentables**

La preocupación por el cambio climático se ha constituido un motor para el impulso de opciones tecnológicas orientadas al desarrollo energético sustentable. Los esfuerzos de mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero se han traducido en un aumento sustancial de proyectos e instalaciones para la generación con fuentes renovables de energía y han hecho resurgir las tecnologías de uso eficiente de la energía, principalmente en los países europeos y Japón<sup>99</sup>.

En un contexto ligeramente diferente, se cuenta la Estrategia Latinoamericana elaborada en el marco de la reunión de Ministros de Energía en Brasilia (2003), como también la plataforma de posicionamiento de los gobiernos latinoamericanos con miras a la reunión de Bonn en el año 2004, donde se plantearon metas cuantitativas para la incorporación de ERNC en la matriz energética de la Región.

Además, la comunidad internacional ha generado un conjunto de mecanismos destinados a asociar a los países en desarrollo, en torno a los esfuerzos para la reducción de gases de efecto invernadero, y la incorporación de energías renovables en las políticas energéticas. Entre estos destacan: el Mecanismo de Desarrollo Limpio(CDM), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y el Prototype Carbon Fund (PCF).

---

<sup>99</sup> Lo que no debe llevar a pensar que el tema ha sido abandonado por los Estados Unidos, los que si bien aparecen oficialmente en una posición negativa en relación con el protocolo de Kyoto, mantienen, por razones estratégicas y económicas, una importante actividad en el campo de la investigación e instalación de plantas generadoras en base a las ERNC y de desarrollo de tecnologías de eficiencia energética, especialmente eficiencia eléctrica.

#### **4.6.1 La Plataforma de Brasilia**

Entre los días 29 y 30 de octubre de 2003, ministros y representantes de 21 gobiernos de la región latinoamericana y del Caribe, organismos internacionales, multilaterales y la sociedad civil, se reunieron en Brasilia, Brasil, con el objetivo de preparar la propuesta latinoamericana a ser presentada este año en la Conferencia Internacional sobre Energías Renovables, a desarrollarse en Bonn, Alemania.

Los resultados de la Conferencia Regional están contenidos en la llamada "Plataforma de Brasilia sobre Energías Renovables". Entre los 19 puntos que conforman el documento base, destacan aquellos que deberían sentar las bases de una política energética regional en este ámbito, así como las metas mínimas respecto de la importancia relativa de las ERNC en el consumo total de energía de los países de la Región.

- Impulsar el cumplimiento de la meta de la Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible, de lograr en el año 2010 que la región, considerada en su conjunto, utilice energías renovables (ER) en al menos un 10% del consumo energético total, sobre la base de esfuerzos voluntarios y teniendo en cuenta la diversidad de las situaciones nacionales. Este porcentaje podría ser incrementado por aquellos países o subregiones que, de manera voluntaria, deseen superar dicha meta.
- Fomentar la elaboración de las políticas públicas de largo plazo necesarias para impulsar el desarrollo de las fuentes de las ER, de acuerdo con los marcos regulatorios imperantes en cada país, con el objeto de integrarlas de manera plena y efectiva en la matriz energética, e impulsar, asimismo, las inversiones del sector privado en este campo.
- Promover, a nivel de cada país, políticas que estimulen e incentiven a los sectores productivos industriales y agropecuarios, públicos o privados, para que adopten escalas y tecnologías en sus procesos productivos que hagan competitivas las ER.
- Fomentar la adopción de marcos regulatorios e institucionales que incorporen instrumentos que internalicen los beneficios sociales y ambientales que producen las ER.
- Instar a las instituciones financieras a que financien proyectos nacionales, subregionales y regionales para el desarrollo de este tipo de fuentes.;
- Estimular el desarrollo de proyectos de ER, la creación de mercados de "certificados verdes" de energía, créditos de carbono y la ejecución de programas de incentivos fiscales, considerando las externalidades positivas de las fuentes renovables y los efectos negativos de los combustibles fósiles.
- Formular políticas públicas que estimulen el desarrollo de mercados de estas fuentes energéticas renovables.

Cabe destacar de este proceso la discusión generada entre el concepto de renovabilidad versus el de sustentabilidad, ya que no todas las energías renovables son explotadas o utilizadas sustentablemente, como es el caso de la biomasa, que genera deforestación y la energía hidroeléctrica, que en grandes dimensiones destruye ecosistemas y desplaza comunidades humanas. De no mediar una definición entre estos conceptos, las metas propuestas pueden no significar un avance hacia la sustentabilidad, sino más bien un retroceso debido a que la región ya supera el 10% de generación con fuentes renovables, sin embargo, no lo hace con fuentes sustentables, siendo las megacentrales hidroeléctricas el mejor ejemplo de esta diferencia.

#### **4.6.2 Los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)**

Como resultado del Protocolo de Kyoto y de las reuniones de la Conferencia de las Partes (COP), se han adoptado mecanismos de flexibilización para el cumplimiento de los compromisos derivados del Protocolo, entre los que destaca, por su interés para los países en desarrollo, el Mecanismo de Desarrollo Limpio.

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL, o CDM en inglés) es uno de los instrumentos de flexibilización mediante el cual los países desarrollados<sup>100</sup>, señalados en el Anexo 1 del Protocolo de Kyoto<sup>101</sup>, pueden cumplir sus metas a través de proyectos de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), implementados en países en vías de desarrollo<sup>102</sup> (países no incluidos en el Anexo I), como Chile, por ejemplo.

El MDL establece que aquellos proyectos que reduzcan o capturen emisiones de GEI, en países en desarrollo, podrán generar Certificados de Emisiones Reducidas (CER), los que podrán ser vendidos a las empresas de los países desarrollados, para que éstos últimos puedan acreditar el cumplimiento de sus obligaciones.

Aunque el Protocolo de Kyoto aún no ha entrado en vigencia<sup>103</sup>, los países firmantes acordaron que se asignarán Certificados de Reducción de Emisiones a proyectos cuya implementación se haya realizado a partir del año 2000, por lo que es posible utilizar este mecanismo de co-financiamiento para proyectos en curso o ya concretados.

---

<sup>100</sup> Países que asumieron un compromiso de reducción de sus emisiones de GEI, que establece como un cierto porcentaje de reducción respecto de sus emisiones en el año 1990, meta a lograr entre los años 2008 y 2012.

<sup>101</sup> Ver Anexo.

<sup>102</sup> Países no incluidos en el Anexo 1.

<sup>103</sup> Este Protocolo no ha entrado en vigencia debido a la oposición de EEUU a ratificarlo y las reticencias de Rusia y Australia, países que tienen un porcentaje de emisiones que permitiría la entrada en vigencia del acuerdo.

Los proyectos que pueden postular al Mecanismo de Desarrollo Limpio, deben reducir o capturar gases de efecto invernadero (GEI) y corresponderán principalmente a:

- Proyectos Forestales y Agrícolas
- Proyectos de Transporte
- Proyectos Energéticos
- Proyecto de Manejo de Residuos

Además, los proyectos deberán cumplir con las siguientes características:

- Contribuir al desarrollo sustentable del país.
- Contar con la aprobación de la Autoridad Nacional Designada.
- Contribuir a reducir los GEI.
- Las reducciones de GEI deben ser reales, medibles y de largo plazo.
- Las reducciones de GEI deben ser adicionales, es decir, deben estar por sobre las reducciones que ocurrirían sin la materialización del proyecto.

A pesar de que ya existen experiencias exitosas en esta área y que algunos proyectos se encuentran en etapa avanzada de aprobación por la Junta Ejecutiva del United Nations Framework For Climate Change (UNFCCC)<sup>104</sup>, se requiere que el Estado se comprometa activamente en la etapa de formulación, verificación de la adicionalidad y desarrollo de la línea de base de los proyectos que serán presentados a la Secretaría del UNFCCC o se ofrezcan para cofinanciamiento por parte de empresas de países del Anexo I.

Conviene recalcar la conveniencia de que el Estado asuma un rol activo y de liderazgo en la generación de una cartera de proyectos elegibles para recibir el apoyo del MDL. De hecho, Chile no es prioritario para los países que lideran los esfuerzos en el uso de los mecanismos de flexibilización. China, India y Brasil son los países que concentran la atención de las naciones con obligaciones de reducción (Anexo 1), dados sus enormes potenciales de mitigación de GEI.

#### ***4.6.3 El Prototype Carbon Fund (PCF)***

El PCF es un fondo constituido por entidades públicas y privadas<sup>105</sup> creado en 2000 y administrado por el Banco Mundial, que funciona de acuerdo con los principios del Mecanismo para un Desarrollo Limpio.

El PCF procura demostrar el potencial de los mecanismos de mercado para reducir el costo de atenuar el cambio climático. Con este objetivo, el Fondo compra Certificados de Emisiones Reducidas (CER) en los países no pertenecientes al Anexo I del Protocolo de Kyoto, mediante los cuales contribuye a rentabilizar

---

<sup>104</sup> Marco de la Convención del Cambio Climático de las Naciones Unidas.

<sup>105</sup> El detalle de los países y empresas que constituyen el PCF se encuentra en Anexo.

proyectos que reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. En especial, se aplica a proyectos que reemplazan los combustibles fósiles por fuentes de energía renovable y los que aumentan la eficiencia energética al nivel del uso final o de la oferta. A cambio de su participación en el PCF, los gobiernos y las empresas del sector privado de los países desarrollados reciben Certificados de Emisiones Reducidas, que pueden abonar al cumplimiento de sus obligaciones en virtud del Protocolo de Kyoto o de las normativas nacionales.

Hasta la fecha, seis gobiernos y 17 grandes empresas de países industrializados<sup>106</sup> han aportado fondos al PCF y ya tiene una cartera de proyectos en preparación cuyo potencial de reducir las emisiones es de más de US\$100 millones. Todos los proyectos del PCF están sujetos a una validación y verificación independiente, en caso que estos controles sean positivos, los proyectos son certificados como aptos para recibir créditos por las emisiones de carbono.

El primer proyecto del PCF de nuestra región, que llegó a la etapa de un Acuerdo de Compra de las Reducciones de Emisiones (ERPA, en inglés), es el Proyecto Hidroeléctrico de Chacabuquito en Chile. Chacabuquito es una central hidroeléctrica de pasada de 25 MW, que generará 175 GWh para reemplazar energía eléctrica demandada por el SIC y que habría sido generada por plantas térmicas a carbón /gas, con las consiguientes emisiones de gases de efecto invernadero. El proyecto implica la compra de Certificados de Emisiones Reducidas por 6,7 millones de dólares anuales durante los próximos 14 años.

#### ***4.6.4 El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF)***

El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) promueve la cooperación internacional y fomenta las medidas encaminadas a proteger el medio ambiente de nuestro planeta en cuatro grandes áreas: pérdida de la biodiversidad, cambio climático, degradación de las aguas internacionales y agotamiento de la capa de ozono. El objetivo principal del GEF es armonizar el crecimiento económico con la ordenación sostenible de los recursos naturales mundiales, facilitando financiamiento a los países en desarrollo y en transición para proyectos y actividades que apunten a esos objetivos, en una o varias de sus cuatro esferas de actividad

Los tres organismos ejecutores del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) son el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Banco Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Su función es patrocinar proyectos que fomenten las capacidades humanas e institucionales necesarias para desarrollar políticas, emplear tecnologías y administrar recursos que son cruciales para conservar el Medio Ambiente Mundial.

---

<sup>106</sup> Ver Anexo.

Las categorías de financiamiento son:

- Programas de Gran Escala: Son proyectos a largo plazo de gran envergadura (mayores de 1 millón de dólares). En vista del importante esfuerzo necesario para preparar y obtener la aprobación de estos proyectos, los proponentes frecuentemente solicitan una subvención al Fondo para el Desarrollo de Proyectos.
- Proyectos Medianos: Estos son sometidos a un proceso de preparación y rápida aprobación (para subsidios de hasta 1.000.000 de dólares).
- Programa de Pequeños Subsidios (PPS): Este programa proporciona subsidios de hasta 50.000 dólares para iniciativas de grupos comunitarios locales y ONG's. No se requiere aprobación del Gobierno para presentar proyectos a este programa.
- Actividades Habilitantes: Estas apoyan los esfuerzos de los países para preparar estrategias, planes de acción e informes que satisfacen sus obligaciones bajo los convenios internacionales del medioambiente. Su monto promedio asciende a US\$350.000 y gozan de un proceso de aprobación rápida.
- Fondo para el Desarrollo de Proyectos (PDF): Este fondo apoya el desarrollo de proyectos para el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), desde la etapa de su concepción hasta su autorización definitiva. Hay 3 niveles de subvención PDF: Bloque A, hasta US\$ 25.000; Bloque B, hasta US\$ 350.000; y Bloque C, hasta US\$ 1.000.000 .

El siguiente cuadro muestra algunos de los proyectos chilenos financiados por el GEF y relacionados con el área energética.

**Cuadro 25**  
**Proyectos GEF desarrollados en el Área energética.**

Nombre del Proyecto / Código	Localización	Inicio / Terminó	Organismo Ejecutor	Descripción
«Reducción de Gases Efecto Invernadero en Chile» CHI/93/G31	Nacional	1995/2000	COMISION NACIONAL DE ENERGIA	Proyecto dividido en dos subproyectos. El primero busca reemplazar las emisiones de CO2 que provienen de la utilización de combustibles tradicionales en la Pequeña y Mediana Industria de la Región Metropolitana. El segundo tienen como objetivo reducir las emisiones de CO2 al utilizar biomasa forestal en la generación de energía eléctrica.
» Capacitación de Chile para cumplir sus compromisos con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático». CHI/96/G31	Nacional	1996/1998	CONAMA	Este proyecto capacita a Chile para elaborar su primera comunicación nacional a la Conferencia de las Partes (CP) de la Convención Marco de la ONU sobre Cambio Climático y aumentar la conciencia general y el conocimiento sobre las cuestiones relacionadas con el cambio climático en Chile, para fortalecer el diálogo, intercambio de información y la cooperación entre todas las instituciones de apoyo pertinentes, incluyendo los sectores gubernamentales, no gubernamentales, académicos y privados.
«Remoción de barreras para electrificación rural con energías renovables». CHI/99/G41	Regiones IV y X	2000/2005	COMISION NACIONAL DE ENERGIA	Proyecto global para la implementación de una estructura institucional para la electrificación rural, estándares y certificación del equipamiento de energía renovable, promoción, capacitación, financiación, mecanismos de disminución de riesgo, evaluaciones de mercado, medición de recursos eólicos y proyectos de inversión en electrificación rural.

Fuente: Página web Programa Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), [www.pnud.cl/medio\\_ambiente\\_a4.htm#](http://www.pnud.cl/medio_ambiente_a4.htm#)

#### **4.6.5 La Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ)**

La Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit, (GTZ), es la agencia alemana de cooperación técnica de desarrollo internacional. La GTZ promueve la realización de proyectos destinados a mejorar de modo duradero las condiciones de vida de la población de los países en desarrollo. En Chile, la GTZ trabaja primordialmente con el Gobierno chileno así como con la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) de las Naciones Unidas.

En el caso chileno, se ha convenido concentrar la Cooperación en dos áreas críticas: Modernización del Estado; y Gestión sustentable del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales. En relación a esta última área, en marzo de 1997

se inició el proyecto de cooperación técnica “Fomento de la Producción más Limpia a cargo de INTEC (Corporación de Investigación Tecnológica), institución encargada de su ejecución<sup>107</sup>. El objetivo del proyecto era el desarrollo, uso y difusión de instrumentos de minimización de residuos y emisiones en la pequeña y mediana industria.

En el transcurso del proyecto se entregaron conocimientos básicos para el desarrollo de procesos de producción que generen un mínimo de residuos y emisiones (mediante el establecimiento de una base de información técnica, la realización de auditorías ambientales y actividades de difusión, capacitación y sensibilización de empresas, consultores e instituciones estatales, desarrollo de propuestas, directrices y normas para instrumentos ambientales. En este proyecto se desarrollaron actividades de capacitación de consultores y profesionales de empresas pequeñas y medianas en torno al tema de la eficiencia energética como una opción estratégica de la producción más limpia.

Además, se ha brindado apoyo al “Centro Nacional de Producción Limpia (CNPL)”, proyecto a cargo de una dependencia del Ministerio de Economía, y que tiene por objeto el fomento de la producción más limpia en las pequeñas y medianas empresas.

---

<sup>107</sup> El proyecto concluyó, pero a su vez INTEC se integró a la Fundación Chile para constituir un solo organismo.



# CAPÍTULO 5

## BASES PARA UNA POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL

**P**ara un desarrollo sustentable del sector energético, se requiere un marco institucional que conste de, al menos, las siguientes características:

- La separación de las políticas de uso eficiente de la energía de aquellas relativas a las energías renovables
- La integración de los instrumentos normativos y de fomento de las energías renovables y el uso eficiente de la energía con la política energética nacional
- El establecimiento de horizontes de largo plazo para la materialización de los resultados
- La incorporación efectiva de los acuerdos internacionales sobre el cambio climático y las fuentes renovables en la política energética y ambiental<sup>108</sup>

Una política de promoción de las ERNC y del UEE debe explotar al máximo las oportunidades que brindan los mecanismos descritos previamente, lo que supone, como se señalara una participación activa y un liderazgo por parte del Estado en apoyo a las empresas que dispongan de proyectos elegibles para ser financiados por dichos instrumentos.

### 5.1 Bases para una política de fomento de las Energías Renovables No Convencionales

Los planteamientos que se exponen a continuación resumen los aspectos centrales de la propuesta de Chile Sustentable “Proyecto de Ley para la Promoción de las Energías Renovables en Chile”.

La adopción de una política de fomento a las energías renovables no convencionales tiene su justificación en la necesidad del país de disponer de reducir su vulnerabilidad y dependencia y contar con fuentes de energía abundantes, seguras y a precios competitivos y en la evidencia de que el mercado no ha sido suficiente para asegurar el desarrollo energético del país.

---

<sup>108</sup> Para un análisis más detallado en este tema ver Altomonte et al, 2003.

El país requiere una política proactiva, que debe tener un doble enfoque: diversificar las fuentes de abastecimiento y optimizar el consumo. En este sentido, el objetivo esencial de la ley de fomento a las ERNC, además de la preservación del medio ambiente, es disminuir la vulnerabilidad de un sector estratégico como es el sector energético del país.

La experiencia internacional indica que el Estado debe jugar un rol imprescindible en el planeamiento energético de largo plazo y, además, realizar una evaluación sistemática de los recursos renovables, básicamente de la geotermia, la biomasa y las energías eólica y solar.

En efecto, considerando por simplicidad sólo el sector eléctrico, en el sistema interconectado central (SIC) pueden desarrollarse la geotermia, la energía eólica y la biomasa. Y en el caso del SING, pueden desarrollarse la geotermia, la energía eólica y la energía solar. El nivel de desarrollo tecnológico disponible para explotar estas fuentes de energía ya se encuentra en pleno desarrollo.

Se estima que el potencial geotérmico del país transformable en energía eléctrica excede los 8.000 MWe y que sólo en el SIC el potencial de corto y mediano plazo alcanza los 2.000 MWe<sup>109</sup>. Una ventaja adicional de la energía geotérmica es que proporciona potencia firme, que puede ser despachada en la base del sistema eléctrico.

Los riesgos y altos costos que implica la etapa de estudio y exploración inicial de la geotermia, los que pueden llegar a los 10 millones de dólares, constituyen el principal obstáculo al desarrollo de esta fuente de energía.

En el caso de la energía eólica, existe un potencial interesante en el norte del país (especialmente en el norte grande), en los valles transversales y en el sector costero de la VIII región al sur. El enorme desarrollo que ha tenido esta tecnología a nivel mundial ha reducido considerablemente los costos, por lo que se espera que esta fuente sea, en el corto o mediano plazo, competitiva con las fuentes de energía convencional.

En energía solar, se estima que Chile posee uno de los más altos potenciales de generación del mundo. Sin embargo, el mayor costo de esta fuente de energía avala la idea que la energía solar térmica tendrá un desarrollo posterior al de las otras ERNC.

---

<sup>109</sup> Este cálculo y los siguientes ha sido realizado por el Programa de Investigación en Energía (PRIEN) de la Universidad de Chile, en base a las capacidades tecnológicas y de recursos humanos en Chile. A la fecha, no hay un catastro oficial de los recursos energéticos renovables no convencionales.

Con respecto a los recursos en biomasa que posee el país, hoy se usa en forma relevante en la industria de la celulosa para generación eléctrica en combinación y alimentación de procesos productivos que requieren calor<sup>110</sup>. Sin embargo, existe una cantidad significativa de recursos que podrían ser explotados para alimentar otras empresas e incluso al servicio público, mediante el aprovechamiento de los desechos de los recursos forestales, lo que se estima que permitiría instalar unos 300MWe.

La adopción de una ley de fomento de energías renovables se justifica no sólo por los beneficios asociados en términos de calidad, seguridad de abastecimiento, de reducción de la vulnerabilidad y desarrollo tecnológico, sino también porque las tecnologías renovables pronto serán competitivas con las tecnologías convencionales si se considera, en una perspectiva de mediano plazo, los incrementos previsibles de los costos de producción y conversión<sup>111</sup> de las energías convencionales, resultantes de las alzas de precios de los combustibles fósiles y las reducciones en los costos de las energías renovables.

### **5.1.1 Marco normativo**

La propuesta existente de ley de fomento para las ERNC debería, a nuestro entender, constituir la base de una política en este campo. Durante el año 2003, el Programa Chile Sustentable, con apoyo de diversos sectores de la sociedad (académicos, profesionales, empresarios), presentó al Gobierno un Proyecto de Ley para la Promoción de las Energías Renovables durante el año 2003<sup>112</sup>. En este mismo período, se discutía en el Poder Legislativo la reforma a la legislación eléctrica, conocida como Ley Corta.

En este marco, las autoridades legislativas acogieron parte de las iniciativas propuestas en el Proyecto de Ley, incorporando en la Ley Corta (ley 19.940 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción<sup>113</sup>) artículos que reducen en parte los obstáculos al desarrollo de estas fuentes energéticas y mostrar una adecuada disposición a seguir avanzando en aspectos que tocan al financiamiento mediante subsidio parcial de las inversiones. En efecto, la ley corta elimina las restricciones en el acceso a la red, vincula los precios al precio de nudo y libera a los productores del pago de peaje por transmisión de energía, en proyectos inferiores a los 9 MW.

---

<sup>110</sup> Esta afirmación no supone ignorar lo realizado por Energía Verde y que fuera destacado con anterioridad en el capítulo IV.

<sup>111</sup> Debido a las crecientes exigencias ambientales y reducción de las reservas disponibles.

<sup>112</sup> Programa Chile Sustentable, 2004.

<sup>113</sup> Publicada en el Diario Oficial el 13 de Marzo de 2004.

Por otra parte, la autoridad empieza a reconocer la necesidad de incorporar con mayor fuerza la variable ambiental en la política energética, así como definir algunos incentivos tendientes a diversificar la matriz energética con fuentes energéticas alternativas. El nuevo Plan de Obras del gobierno incorpora centrales geotérmicas para el año 2009, 2010 y 2011<sup>114</sup>.

Si bien estos avances son importantes, resultan insuficientes. Se requiere un marco normativo y una política que establezca incentivos claros para reducir el riesgo de los inversionistas en ERNC y dinamizar el ingreso de estas fuentes limpias y abundantes en la matriz energética.

### **5.1.2 Instrumentos de promoción**

La propuesta del Ley para la Promoción de las ERNC en Chile, fue concebida teniendo en cuenta la experiencia y legislación de algunos países europeos (básicamente Alemania y España), propone varios mecanismos para el fomento de las ERNC, que se resumen a continuación.

- a) Se impone al CDEC la obligación de comprar la energía proveniente de las fuentes de ERNC, y que dicha compra se realice a los precios convencionales del sistema, con el objeto de evitar discriminación.
- b) Se propone la introducción de incentivos económicos, durante un período de 20 años, para el desarrollo de proyectos de ERNC. Para ello se proponen dos alternativas. La primera, establece bonificaciones a la inversión, partiendo con un 50% durante los primeros 3 años; un 25% los 5 años siguientes; y un 19% durante los siguientes 10 años. Como segunda opción, se propone un pago adicional por sobre el precio de nudo, por cada kilowatt de energía entregado a la red durante un período de 20 años, bonificando un 100% del precio nudo durante los primeros 5 años; 80% a 50% los quinquenios siguientes; para finalizar con un 20% de bonificación entre los años 2015 a 2020.
- c) Para acelerar el desarrollo de proyectos en base a ERNC, se propone generar un fondo de promoción, que sería administrado por la Comisión Nacional de Energía a través de una entidad ad-hoc, donde exista participación formal de representantes de la sociedad civil, para hacer eficiente y transparente la asignación de los recursos. El fondo podría generarse mediante un aporte del 1% de arancel a las importaciones de combustibles fósiles destinados a la generación eléctrica, o mediante un 1% de aporte del consumidor final de energía eléctrica.

---

<sup>114</sup> Centrales de 100 MW en la zona de Calabozo, VII región.

Tal como se ha comentado algunos de estos mecanismos, han sido incluidos en la ley corta aunque no serán operativas hasta que no se defina el reglamento correspondiente. Sin embargo, han quedado fuera los instrumentos de fomento, con la excepción de la liberación del pago de peajes de transmisión por parte de las plantas de energía renovable con una potencia instalada menor a 9.000 kW.

La ausencia de estos mecanismos de fomento impiden la desaparición de las principales barreras al desarrollo de este tipo de tecnologías, lo que hace pensar en una penetración muy modesta, al menos en el corto plazo, de la ERNC en la matriz energética nacional.

Parece ser fundamental, además, la realización de proyectos demostrativos a escala suficiente para su conexión a la red de los sistemas interconectados (SIC y SING), tanto de las tecnologías relativamente maduras (geotermia, biomasa, mini hidroeléctrica y eólica), como para aquellas que serán comerciales en un futuro mediato (solar térmica, baterías para autos eléctricos, vehículos híbridos, etc.).

De implementarse estas medidas, el aporte de las energías renovables, estimado para un horizonte de corto plazo, podría ser de alrededor del 6% de la generación demandada actualmente, lo cual puede hacer la diferencia entre la existencia o no de una crisis energética.

## **5.2 Bases para una política nacional de uso eficiente de la energía**

Una política de eficiencia energética debe tener como objetivos: mejorar el proceso de transformación energética; racionalizar/reducir el consumo de energía, incentivando el ahorro; y contribuir al mejoramiento de las condiciones ambientales. Ello deberá contemplar acciones destinadas a racionalizar el uso de la energía en las industrias, viviendas, edificios, en el transporte, comercio y servicios públicos, asegurando la eficiente utilización de los recursos naturales, humanos, económicos y financieros.

Dicha política no debe ignorar el contexto en que deberá desenvolverse: un crecimiento sostenido de la demanda de energía, generado tanto por el ritmo de crecimiento económico como por la satisfacción creciente de los déficit en servicios energéticos de sectores importantes de la población y actividades productivas de bienes y servicios.

Los objetivos anteriores no se lograrán si no se dispone de mecanismos que apunten a metas cuantitativas claras, difíciles de lograr, pero alcanzables en aspectos tales como: aumentar la intensidad energética; reducir los consumos específicos de actividades energo-intensivas; disminuir el nivel de las emisiones; y reducir del gasto en energía en nuestra balanza de pagos.

La eficiencia energética debe referirse a diversas formas de generación de energía, tanto a través de combustibles fósiles convencionales (derivados del petróleo, gas natural y carbón), como la biomasa (leña, carbón vegetal, desechos urbanos) y los recursos hidroeléctricos.

Finalmente, una política de eficiencia deberá abarcar el conjunto de actividades comprendidas por la cadena energética, es decir, la exploración, explotación, transformación, transporte, distribución y uso de la energía. Se requiere incluir mecanismos y normativas que incorporen desde las empresas energéticas hasta el consumidor individual, y de la exploración al uso final de la energía.

### **5.2.1 Marco normativo**

Aun cuando no es un requisito fundamental, un marco legislativo puede contribuir a reforzar institucionalmente las políticas de eficiencia energética, particularmente en la medida que defina autoridades, responsabilidades (públicas y privadas) y recursos disponibles. Los países que ha avanzado exitosamente en este campo han adoptado legislaciones o marcos normativos de carácter obligatorio, complementados muchas veces con incentivos de carácter económico destinados a mejorar el rendimiento energético o la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero.

A pesar de que la adopción de una ley destinada a fomentar el uso eficiente de la energía ha sido exitosa en algunos países, es necesario abordar con mayor profundidad el tema de los costos económicos y políticos que involucra la idea de legislar. Sin embargo, la ausencia de la ley no es impedimento para el establecimiento de incentivos claros, incorporados en la política energética nacional, tales como acuerdos voluntarios, incentivos económicos, entre otros, que permitan reducir el riesgo de los inversionistas al introducir tecnologías de uso eficiente de la energía.

La experiencia internacional demuestra que es común la creación de una agencia o entidad independiente con dedicación exclusiva al desarrollo de la eficiencia energética. Una Agencia de Uso Eficiente de Energía debe ser una entidad autónoma que disponga de presupuesto aprobado anualmente por la ley de presupuesto y que disponga de recursos humanos técnicamente calificados, capaces de asesorar a las empresas, definir metas razonables, desarrollar mecanismos y evaluar críticamente las propuestas de las empresas energo-intensivas. Los ejecutivos de una entidad de este tipo deberán responder por sus resultados, en la medida que ellos constituyen su responsabilidad exclusiva. Por último, su financiamiento deberá definirse de acorde a las metas que se fijen y el manejo presupuestario evaluarse en función del cumplimiento de las mismas.

De no ser factible la creación de una entidad independiente orientada específicamente a velar por el desarrollo del uso eficiente de la energía en el país, entonces la autoridad responsable de implementar las prácticas de eficiencia energética en todo el territorio, debería descansar en la CNE y en aquellas agencias especializadas en que ésta delegue su autoridad, tales como CORFO, ENAP, INTEC, entre otras.

La entidad a cargo deberá disponer de los mecanismos y autoridad necesarios para establecer las normas de eficiencia de los bienes de consumo masivo y elevado consumo energético relativo, así como para los equipos y maquinarias, que utilicen electricidad o combustibles en forma importante. Para estos efectos, dicha entidad debería poner a disposición del INN los recursos necesarios para la elaboración de las normas que se estime conveniente.

Igualmente, dicha entidad deberá encargarse de elaborar los planes nacionales y sectoriales de manejo energético, definiendo: los lineamientos básicos, objetivos específicos y plazos globales por sector, rama, empresa o complejo comercial individual, que emanen de los objetivos de las políticas energéticas y/o ambientales. Ello supondrá preparar los estudios técnicos necesarios, para ser discutidos con las empresas y complejos comerciales involucrados, dentro de los plazos, fechas y formas que aquella determine.

### ***5.2.2 Instrumentos de la Política de Uso Eficiente de la Energía***

En principio, se estima que deberían formar parte de la política de Uso Eficiente de la Energía, instrumentos tales como los siguientes:

- Normas relativas al funcionamiento de los motores eléctricos, transformadores de distribución, refrigeradores residenciales y comerciales, equipos de aire acondicionado, lavadoras, etc.
- Ordenanzas municipales, referidas a la calidad térmica de viviendas y edificios, uso de energía en planos reguladores y otros.
- Sellos de calidad y etiquetado de electrodomésticos, calefactores, viviendas, maquinaria industrial.
- Auditorías y diagnósticos energéticos a actividades consideradas altamente consumidoras de energía.
- Programas y planes de uso eficiente de energía en sectores productivos y de servicios (minería, industria, construcción, transporte).
- Fondos de inversión para proyectos de uso eficiente de energía.
- Acuerdos Voluntarios para la eficiencia energética, involucrando sectores, ramas o empresas individuales en el cumplimiento de metas adoptadas en conjunto.

- Incentivos económicos, financieros y fiscales específicos para el fomento del uso eficiente de la energía, tales como depreciación acelerada y acceso preferencial a créditos de inversión, entre otros.
- Políticas y medidas que deriven de los inventarios de gases de efecto invernadero.
- Tecnologías destinadas a mejorar la eficiencia energética y la calidad ambiental.
- Programas de información y difusión de los criterios de eficiencia energética y de educación para el consumo.
- Definición y valoración del patrimonio ambiental.
- Valorización de las externalidades ambientales vinculadas a la producción y uso de la energía.
- Disposiciones relativas al fomento de la investigación y desarrollo en el campo del uso eficiente de la energía.

A continuación se enumeran brevemente algunas medidas destinadas a mejorar la eficiencia energética en las distintas actividades económicas y residenciales

- a) Empresas Industriales y Mineras y Complejos Comerciales con Consumos Intensivos en Energía: Para mejorar la eficiencia con que utilizan la energía las empresas de elevado consumo energético, se estima conveniente que la entidad responsable identifique las empresas que utilizan energía con mayor intensidad y establezca con ellas planes específicos de manejo energético, teniendo la facultad de revisar y objetar los planes presentados por las empresas en la medida que éstos no sean consistentes con los objetivos generales establecidos para ellas. Igualmente, deberá poder establecer con las mismas, acuerdos voluntarios destinados reducir sus consumos de energía en porcentajes relevantes, pero realistas, de ahorro voluntario y/o disminuir las emisiones contaminantes o de gases de efecto invernadero.
- b) Empresas Fabricantes y/o Importadoras de Equipos de Consumo Masivo: Se sugiere la implementación de subsidios y/o beneficios financieros, fiscales o arancelarios a la fabricación e importación de dichos equipos, en la medida que se certifique que éstos son energéticamente eficientes.
- c) Viviendas y Edificios: La entidad responsable debería promover la incorporación, en los planes reguladores y en las nuevas construcciones de viviendas y edificios, de normas y ordenanzas relativas a la calidad térmica de la envolvente de éstos, a fin de prevenir pérdidas térmicas a través de muros exteriores, ventanas y puertas. Igualmente, se debería

elaborar guías para la operación de los edificios, delegando su autoridad en los organismos acreditados que estime conveniente para su cumplimiento.

De igual forma, se sugiere que se establezcan disposiciones en relación al reacondicionamiento de las viviendas y la utilización de equipos eléctricos, calderas u otros equipos que para su funcionamiento requieran de energía para las dependencias del sector público centralizado.

- d) Pequeñas y Medianas Empresas: En este caso se debería prever mecanismos de apoyo técnico y programas de racionalización por sectores o ramas, los que deberían ser discutidos con los responsables de las empresas o, principalmente, con los dirigentes gremiales de la PYME. Ello supone la incorporación de instrumentos e incentivos económicos, financieros y fiscales destinados a facilitar la implementación de dichos programas.



# CAPÍTULO 6

## SÍNTESIS Y CONCLUSIONES

La política energética en Chile se ha caracterizado por su amplia apertura al mercado, con el objeto de producir energía barata para abastecer la creciente demanda, generada por un crecimiento económico relativamente estable en el tiempo. El resultado de esta política energética ha sido que las empresas del sector han privilegiado las variables económicas de corto plazo y de bajo riesgo, lo que se ha traducido en un abastecimiento energético altamente concentrado en combustibles fósiles derivados del petróleo y el gas natural.

Las crisis energéticas que ha sufrido el país en los últimos años, como las sequías de 1998 y 1999, las crisis internacionales por el control territorial de las reservas de petróleo y la reciente crisis energética argentina provocada por desajustes de mercado entre la oferta y la demanda, hacen pensar en que es necesario reevaluar la orientación de la política energética nacional.

En términos generales, la política energética que el país requiere enmarcarse en los objetivos del desarrollo sustentable. Concretamente, esto significa avanzar en cinco áreas que constituyen los principales desafíos para lograr un equilibrado desarrollo del sector:

- (i) Reducir la dependencia energética del país;
- (ii) asegurar que la producción y uso de la energía sean compatibles con la protección del medio ambiente;
- (iii) Cobertura y acceso a la energía y los beneficios asociados a ella, para todos los habitantes del país;
- (iv) Asegurar un abastecimiento energético de calidad a costos razonables;
- (v) Promover un desarrollo del sector en forma democrática y participativa;

En relación al primer desafío, la dependencia, vemos que Chile importa un 99% de sus necesidades de petróleo, un 82% de sus necesidades de carbón, un 71% de sus necesidades de gas natural, con respecto al consumo bruto de energía primaria<sup>115</sup>. Dadas estas cifras la importación de combustibles fósiles tiene un significativo impacto sobre la balanza de pagos del país. Más aún, nuestro abastecimiento energético de gas natural depende, en su totalidad, de yacimientos argentinos. En el caso de la zona central, dependemos de dos gaseoductos provenientes de la zona de Neuquén. Pero la cuenca de Neuquén,

---

<sup>115</sup> Balance de la Comisión Nacional de Energía (CNE), 2002.

es la cuenca gasífera con más años de explotación en Argentina y sus reservas son muy escasas, no superando los 12 a 14 años de vida útil. Aun cuando existieran nuevas reservas, los precios del gas natural probablemente podrían subir en forma apreciable, debido a que se encuentran íntimamente ligados a los precios de los hidrocarburos y al desarrollo tecnológico.

En la producción y uso de la energía se pueden producir impactos ambientales de importancia. La contaminación de ciudades tales como Santiago y Temuco y la construcción de megaproyectos energéticos, son ejemplos de la dimensión y gravedad de los impactos ambientales de la energía.

Es necesario reconocer avances en estas materias en lo que respecta a la calidad de los combustibles; nuevos planes de transporte urbano que puedan reducir las ineficiencias actuales y proyectos de mejora en la calidad térmica en las viviendas. Sin embargo, se requiere establecer una clara regulación ambiental en lo que respecta a la contaminación atmosférica, y desarrollar capacidades efectivas para aplicar dicha regulación. Al mismo tiempo, se necesita internalizar los impactos ambientales de las centrales de generación eléctrica, cambiando la filosofía de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) para asegurar que los proyectos correspondan a la mejor opción para satisfacer los requerimientos de electricidad, afectando mínimamente los ecosistemas.

En lo que se refiere a la seguridad y calidad del abastecimiento energético, el país requiere establecer las bases para el desarrollo de una infraestructura necesaria para abastecer la demanda con energía de calidad.

Después de la reforma del sector eléctrico, una primera etapa de la inversión en energía estuvo caracterizada por el traspaso de los activos del sector público al sector privado nacional<sup>116</sup>. Luego, una segunda fase correspondió a inversiones en expansión, proceso que se paraliza a partir de 1999, donde comienza un período de incertidumbre regulatoria que ha dejado al país vulnerable, no sólo ante la posibilidad de "sequías" (tanto de agua como de gas natural) sino también ante las fallas en el sistema de transmisión, provocando importantes costos, especialmente para los sectores industriales.

Por ende, los principales desafíos del sector eléctrico son: eliminar las incertidumbres regulatorias que podrían presentarse por las modificaciones establecidas en la ley eléctrica; y dotar al Estado de atribuciones que le permitan mayor influencia en la planificación de largo plazo.

---

<sup>116</sup> El proceso de desnacionalización del sector eléctrico se produce a fines de los 90's, impulsado por el gobierno de la época.

Simultáneamente, los graves problemas de equidad existentes en Chile son un obstáculo para el desarrollo en el largo plazo. Una de sus manifestaciones más negativas es la insatisfacción de las necesidades energéticas de la población, por mala distribución del ingreso o por dificultades en el acceso a la energía. A pesar de los avances logrados por el Programa de Electrificación Rural (PER), que al 2002 alcanzó el 86% de electrificación en zonas rurales, es necesario disponer de información para conocer los usos de la energía en los hogares e identificar así las principales necesidades insatisfechas, para reducir las desigualdades sociales.

Además del PER, se justifica la elaboración de un programa de energización de zonas aisladas que contemple el abastecimiento energético de las actividades productivas, las cuales -más allá de la disponibilidad de energía- permitirán romper con los círculos de pobreza.

Finalmente, cabe destacar que la reforma del sector eléctrico condujo a una elevada concentración del mercado, que no fue compensada con la creación una entidad regulatoria capaz de generar políticas públicas con independencia, para asegurar los intereses de la población por sobre los intereses del mercado. La injerencia de la población en la toma de decisiones es mínima, quedando reducida a la posición de un mero espectador de la evolución del mercado energético. Si no existen las instancias formales para que la ciudadanía opine a cerca de los proyectos energéticos, al menos, un contexto de mercado debería ser capaz de promover la responsabilidad social de las empresas, a través de la elección de productos energéticos que incorporen como un valor agregado la sustentabilidad de sus productos.

Frente a los diversos desafíos en materia de energía, existen variadas alternativas. Las energías renovables no convencionales (ERNC) y el uso eficiente de la energía (UEE) son dos de las principales opciones.

## **6.1 Las Energías Renovables No Convencionales**

Como hemos visto, las ERNC son una fuente de energía local que permite la diversificación de la matriz energética, la protección ambiental y la mitigación de los gases de efecto invernadero. Además, constituyen una fuente de innovación, transferencia tecnológica y generación de empleos calificados. Sin embargo, para su incorporación definitiva a la matriz energética nacional se requiere la superación de obstáculos de orden institucional, financiero y cultural, que actualmente impiden su desarrollo en el país.

Entre los obstáculos mencionados se cuenta un elevado costo de inversión y generación, debido a su reciente desarrollo tecnológico, el que se espera estará

completamente maduro sólo dentro de 10 a 15 años. A ello, se suma la falta de una institucionalidad para las ERNC en las políticas de gobierno, que asegure la disponibilidad de recursos financieros para su desarrollo y la incorporación de la variable ambiental en la evaluación de proyectos energéticos. Estos obstáculos sólo permiten dar viabilidad a las ERNC para el abastecimiento energético de zonas aisladas, lo que les resta posibilidades de desarrollo, manteniéndolas fuera de la red. A esto se suma la falta de conocimiento disponible acerca del potencial de las diversas fuentes de energía renovable en el territorio nacional.

La experiencia internacional demuestra que los Estados tienen un rol fundamental e irremplazable en la superación de estos obstáculos. Son ellos los que deben adoptar instrumentos que promuevan la oferta y demanda de electricidad en base a fuentes renovables, e incentiven la producción o la capacidad instalada. Dentro de estas categorías hay tres instrumentos principales para promover las ERNC: a) tarifas preferenciales para la energía inyectada, b) cuotas obligadas de compra en combinación con certificados verdes y c) esquemas de licitación/subasta.

Como resultado de dichas políticas, países como Alemania y España han mostrado un desarrollo espectacular en los últimos años en que han triplicado y hasta cuadruplicado (en el caso español) su capacidad instalada de generación eólica.

En Chile hemos logrado algunos pequeños avances para la remoción de obstáculos al desarrollo de las ERNC, a través de indicaciones a la ley eléctrica (ley corta), tales como: libertad de acceso a las redes eléctricas, pago equitativo y la exención del pago de peajes de transmisión para plantas de generación de ERNC. Si logramos además incluir, en el corto plazo, algunos de los instrumentos utilizados por países europeos (tales como las tarifas preferenciales para la superación de los obstáculos), es posible estimar el siguiente grado de penetración de tecnologías renovables en el país para los próximos años:

**Cuadro 24**  
**Estimación del Potencial de Generación Mediante ERNC**

<b>Tecnología</b>	<b>Mínima</b>	<b>Máxima</b>
Mini hidroelectricidad	180	250
Eólica	100	150
Geotérmica	250	300
Biomasa	130	150
<b>Total</b>	<b>660</b>	<b>850</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

## 6.2 El Uso Eficiente de Energía

El mejoramiento de la eficiencia con que se usa la energía también debería constituir un objetivo central de las políticas energéticas de nuestro país, que presenta agudos problemas en términos de vulnerabilidad del abastecimiento, contaminación atmosférica, equidad y dependencia energética.

En Chile y América Latina, las principales barreras económicas para la aplicación de experiencias similares y avanzar hacia un uso eficiente de la energía, son los mayores requerimientos de inversión inicial, demandados por las tecnologías eficientes respecto de las estándar. Además, los bajos costos de la energía en relación al total de los costos no incentiva el estudio de las potencialidades en eficiencia energética.

A ello se agregan las barreras financieras, destacándose la falta de intervención estatal para facilitar el acceso a las fuentes de financiamiento y, al mismo tiempo, reducir el riesgo de los proveedores de líneas de crédito. Finalmente, la reticencia política a mejorar la eficiencia radica en una insuficiente percepción de los problemas energéticos.

La experiencia internacional muestra la relevancia de las iniciativas gubernamentales en el tema, que incorporan instrumentos tales como agencias especializadas, normas y estándares de eficiencia, leyes y programas de eficiencia energética, acuerdos voluntarios, apoyo financiero por nombrar algunas.

En México, los programas de eficiencia energética desarrollados entre 1995 y 2000, permitieron alcanzar ahorros estimados en 21.900 millones de kWh y reducir el crecimiento de la demanda en 1.000 el su presupuesto para estos programas fue cercano a los 6,3 millones de dólares, mientras que los ahorros se estimaron en alrededor de 360 millones de dólares.

En Brasil, el programa PROCEL ha promovido la producción y consumo eficiente de la energía eléctrica. En el período 1995-2000, el programa permitió un ahorro de 10.371 GWh, con una inversión de 318 millones de dólares, y se estima que la inversión evitada fue de 4.740 millones de dólares.

Se estima que una vez establecidas las bases para el desarrollo del uso eficiente, el potencial de ahorro en Chile, en un horizonte de diez años, puede ser alrededor del 6% del consumo de combustibles y del 7% del consumo eléctrico actual.

A raíz de los esfuerzos de la comunidad internacional por mitigar los efectos del cambio climático, se han generado un conjunto de mecanismos destinados a aunar recursos y potencialidades entre países desarrollados y en desarrollo.

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF) y el Prototype Carbon Fund (PCF), son algunos de estos mecanismos que pueden ser utilizados por el país, para facilitar tanto el desarrollo de las ERNC, como la eficiencia energética.

La discusión de los problemas energéticos de la región, en el marco de la Reunión de Ministros de Brasilia 2003 y la Conferencia sobre Energías Renovables realizada en Bonn, 2004, pueden también constituir un aporte para el establecimiento de metas cuantitativas, en términos de la incorporación de ERNC a la matriz energética de la región.

En definitiva, las sucesivas crisis energéticas en el país, los altos precios de los combustibles a nivel internacional, los problemas ambientales del uso de energías convencionales -como el cambio climático- y los instrumentos de apoyo internacional, constituyen un marco propicio para iniciar acciones que permitan reorientar el desarrollo energético nacional hacia objetivos de sustentabilidad económica, social y ambiental.

# BIBLIOGRAFÍA

- Altomonte, H., Coviello, M., Lutz, W., "Energías renovables y eficiencia energética en América Latina y el Caribe. Restricciones y Perspectivas", Serie Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL, 2003.
- Balances Nacionales de Energía, 1979 –2002, Comisión Nacional de Energía. Sitio web: [www.cne.cl](http://www.cne.cl) , 2003.
- Bennewitz B. Rodolfo, "Los Recursos Hidroeléctricos del País y su Futuro Aprovechamiento" Conferencia en el Colegio de Ingenieros de Chile. 2003.
- Centro de Despacho Económico de Carga –CDEC-, Sistema Interconectado Central –SIC-, "Estadísticas de Operación 1993-2002". 2003.
- Comisión Nacional del Medio Ambiente – CONAMA- "Antecedentes para la Revisión de las Normas de Calidad de Aire contenidas en la Resolución N° 1215 del Ministerio de Salud, 1978". Preparado por SGA Ltda. para CONAMA, septiembre de 1998.
- Coviello, Manlio, "Entorno internacional y oportunidades para el desarrollo de las fuentes renovables de energía en los países de América Latina y El Caribe". Serie Recursos Naturales e Infraestructura, CEPAL, 2003.
- Vries, H.J. et al., "Renewable electricity policies in Europe, Country fact sheets 2003". Energy Research Centre of the Netherlands, ECN Policy Studies, ECN-C—03-071, Octubre 2003.
- Galetovic, Alexander y Juan Carlos Olmedo, "Abastecimiento Eléctrico en el SIC: ¿Qué tan Probable es un Déficit?". Centro de Estudios Públicos, Puntos de Referencia, 270, septiembre 2003.
- Internacional Energy Agency –IEA-, "Key World Energy Statistics", 2003. Sitio web: <http://www.iea.org/bookshop/add.aspx?id=144>
- Lahsen, A., Rojas, J., Román R., "Proyección de abastecimiento Gas Natural para la Zona Central de Chile". Taller UE, 2003.
- Lahsen, A., "La energía geotérmica: posibilidades de desarrollo en Chile", Universidad de Chile.
- Maldonado P. Et al., «Seguridad y calidad del abastecimiento eléctrico a más de 10 años de la reforma de la industria eléctrica». Documento en edición.
- Ministry of Economic Affairs, The Netherlands, "Long Term Agreement On Energy Efficiency. Progress in 1996". La Haya, 1998.
- Namovicz, Chris.. "Potential Impacts of a Renewable Electricity Production Tax Credit Extension". NEMS Conference, 23 de marzo, Washington, DC. 2004
- New energy, N° 2/april 2003 H11507, Statistics.
- Programa Chile Sustentable, Fundación Heinrich Böll y Programa de Investigaciones en Energía, 2002, "Las Fuentes Renovables y el Uso Eficiente: Opciones de Política Energética Sustentable". LOM Ediciones, 2002.
- Programa Chile Sustentable, "Proyecto de Ley para la Promoción de las Energías Renovables". LOM Ediciones, 2004.

- Programa Chile Sustentable, "Seminario Latinoamericano sobre Energías Renovables: Hacia la Conferencia de Bonn-2004". LOM ediciones, 2004.
- Programa de Investigaciones en Energía -PRIEN-, "Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero energía, procesos industriales y uso de solventes Chile 1986-1998", 2000.
- PV News, Vol. 22, N° 3, 2003
- Renewable Energy World, Volume 6, Número 6, "Wind upgrading the grid". Noviembre-Diciembre 2003.
- The Energy Conservation Center -ECC-, (2002), Japan Energy Conservation Handbook 2001, sitio web: [http://www.eccj.or.jp/index\\_e.html](http://www.eccj.or.jp/index_e.html).

# ANEXOS

## Gobiernos y Empresas pertenecientes al Prototype Carbon Fund (PCF)

<b>GOBIERNOS</b>
Gobierno de Canadá
Gobierno de Finlandia
Gobierno de Noruega
Gobierno de Suecia
Gobierno de Holanda
Banco Japonés para la Cooperación Internacional

<b>EMPRESAS</b>	
Nombre	País
British Petroleum - Amoco	Reino Unido-Norte de Irlanda
Chubu Electric Power Co.	Japón
Chugoku Electric Power Co.	Japón
Deutsche Bank	Alemania
Electrabel	Bélgica
Fortum	Finlandia
Gaz de France	Francia
Kyushu Electric Power Co.	Japón
MIT Carbon	Japón
Mitsubishi Corp.	Japón
Norsk Hydro	Noruega
RaboBank	Holanda
RWE	Alemania
Shikoku Electric Power Co.	Japón
Statoil	Noruega
Tohoku Electric Power Co.	Japón
Tokyo Electric Power Co.	Japón