

~ Proyecto ~



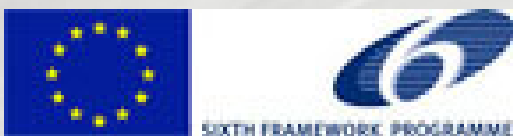
## La Cogeneración

---

En CHILE

---

Proyecto financiado por



El proyecto TECH4CDM, desarrollado a lo largo de los años 2008 y 2009 y financiado por la Unión Europea dentro del Sexto Programa Marco de I+D, tiene como objetivo la promoción de tecnologías de energías renovables y de eficiencia energética prestando especial atención a la superación de barreras de carácter tecnológico y analizando cómo los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kyoto pueden favorecer los proyectos basados en las tecnologías eólica, cogeneración, solar térmica y electrificación rural con energías renovables.

En su ejecución participan tanto instituciones europeas como de América Latina y está coordinado por el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) de España. Los socios tecnológicos que participan en el proyecto son: la Asociación de la Industria Fotovoltaica Europea (EPIA), la Asociación Empresarial Eólica (AEE), la Asociación Solar de la Industria Térmica (ASIT). En el caso de la cogeneración se cuenta con la participación de COGEN España y para la parte referente a los MDL con la Oficina Española de Cambio Climático (OECC).

Los cinco países donde se realizan las actividades del proyecto son Argentina, Chile, Ecuador, México y Perú y en cada uno de ellos se ha trabajado con socios locales, asegurando de esta forma un mayor aprovechamiento de los esfuerzos compartidos. Las entidades participantes son la Secretaría de Energía y la Unión Industrial Argentina, la Comisión Nacional de Energía (CNE) de Chile, el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) de Ecuador, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) de México y el Centro de Conservación de Energía y del Ambiente (CENERGIA) de Perú.

Entre las actividades a realizar en el proyecto, está la realización de una serie de estudios sobre la situación de estas tecnologías en cada uno de los países. Este documento resume los aspectos más importantes.

Más información en [www.tech4cdm.com](http://www.tech4cdm.com)

# Contenido

1.	CHILE .....	4
2.	CONTEXTO ENERGÉTICO CHILENO .....	5
3.	ANÁLISIS DEL SECTOR DE LA COGENERACIÓN.....	17
4.	RESULTADOS .....	26
5.	REFERENCIAS .....	28

## 1. CHILE

La siguiente tabla muestra los datos más del país:

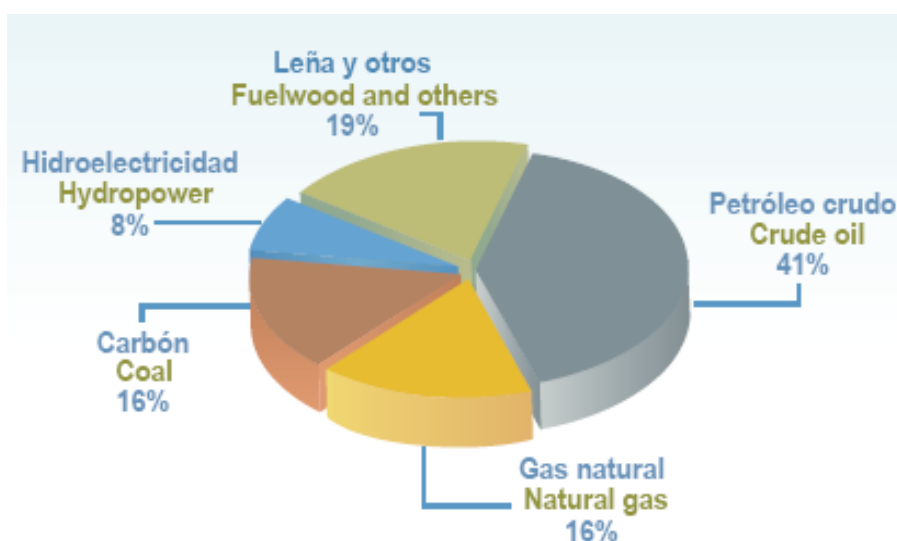
CHILE	2000	2005	2007	2008
<b>General Data</b>				
Población, (millones)	15,41	16,30	16,59	16,76
Crecimiento de población (anual %)	1,2	1,1	1,0	1,0
Superficie del país(miles de km <sup>2</sup> )	756,6	756,6	756,6	756,6
<b>Energía y Medioambiente</b>				
Uso de energía (kg equivalentes de petróleo per capita)	1.684	1.813	..	..
Emisiones de CO2 (toneladas métricas per capita)	3,9	4,1	..	..
Consumo de energía eléctrica (kWh per capita)	2.488	3.074	..	..
<b>Economía</b>				
PIB (billones de US\$ corrientes)	75,21	118,25	163,88	169,46
Agricultura, valor añadido (% del PIB)	6	4	4	..
Industria, valor añadido (% del PIB)	38	42	47	..
Servicios, etc., valor añadido (% del PIB)	55	54	49	..
Crecimiento anual del PIB (%)	4,5	5,6	4,7	3,2
Inflación, deflactor del PIB (% anual)	4,6	7,6	5,1	0,2
Exportación de bienes y servicios (% del PIB)	32	41	47	..
Importación de bienes y servicios (% del PIB)	30	33	33	..
Inversiones extranjeras directas, flujos netos (US\$ corrientes) (millones)	4.860	6.984	14.457	..

Información sobre Chile (Fuente: Banco Mundial).

## 2. CONTEXTO ENERGÉTICO CHILENO

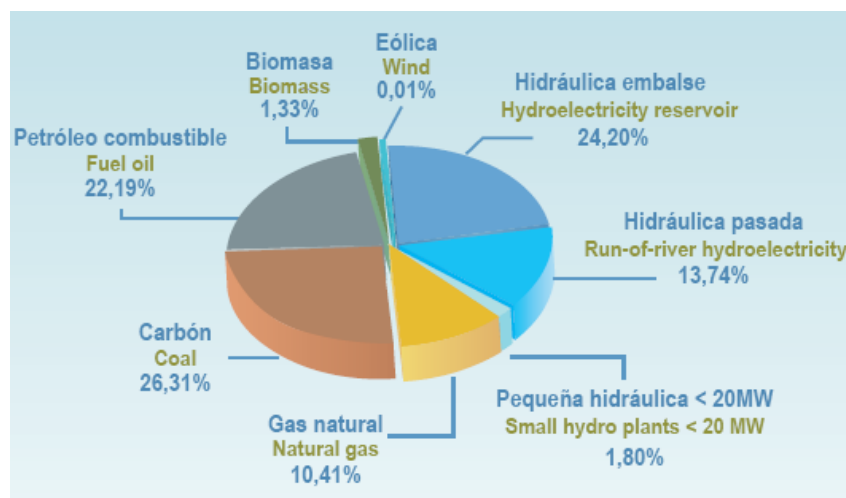
Aunque la contribución de las energías renovables no convencionales (ERNC) en la matriz energética chilena es pequeña, empieza ya a ser significativa. En efecto, en cuatro años el país ha pasado de tener una potencia instalada para la generación de energía eléctrica de 286 MW a 600 MW.

Pero como se muestra en las siguientes figuras el país tiene una alta dependencia de las energías fósiles. Alrededor del 73 % de la energía primaria generada en 2007 pertenecía a fuentes de energía fósiles (petróleo, gas natural y carbón). Además de estas fuentes de origen fósil, la energía hidroeléctrica y la leña, entre otras, contribuyeron a que la oferta energética del país alcanzase los 301.381 GWh.



Oferta de energía primaria, año 2007 (Fuente: CNE)

La generación de energía eléctrica para ese mismo año fue de 55.914 GWh: 38% proveniente de plantas hidroeléctricas, 10% de gas natural, 26% de carbón, 22% de petróleo combustible y un 3,1% de ERNC (pequeña hidráulica, biomasa y eólica):



Generación de energía eléctrica, año 2007 (Fuente: CNE)

## Agentes relevantes del sector energético chileno

### Comisión Nacional de Energía (CNE)

La Comisión Nacional de Energía (CNE) es un organismo público y descentralizado, cuya función principal es elaborar y coordinar los planes, políticas y normas necesarias para el buen funcionamiento y desarrollo del sector energético del país, además de velar por el cumplimiento de todas las materias relacionadas con la energía, tanto en su producción y uso como en la promoción del uso eficiente de ésta.

### Ministerio de Minería

Posee competencias en la definición de políticas, planes y normas en materia de hidrocarburos, energía nuclear y geotermia.

### Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción

En materia eléctrica, dicta los decretos de precios de los servicios, otorga concesiones, determina los sistemas de transporte de la energía y racionamientos, entre otras materias.

### **Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC)**

Es un servicio público descentralizado cuya función es fiscalizar y supervigilar el cumplimiento de las normas legales, reglamentarias y técnicas sobre combustibles líquidos, gas y electricidad. Está sometido a la supervigilancia del Ministerio de Economía.

### **Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT)**

La CDT es una Corporación de derecho privado creada por la Cámara Chilena de la Construcción en 1989, cuya misión actual es promover la innovación y desarrollo tecnológico de las empresas del sector construcción mediante cuatro áreas de desarrollo o servicio: Difusión Tecnológica, Estudios Sectoriales, Coordinación de Grupos de Interés Tecnológico y Transferencia Tecnológica.

### **Corporación de Fomento de la Producción (CORFO)**

CORFO es el organismo del Estado chileno encargado de impulsar la actividad productiva nacional. Además de apoyar a las empresas y grupos ya existentes, también promueve el surgimiento de nuevos negocios, que renueven y diversifiquen las oportunidades de crecimiento.

## **Política energética chilena**

Los principales objetivos gobierno chileno en materia energética son:

- Seguridad: Disponer de la energía necesaria de forma oportuna y asequible.
- Eficiencia: Obtener energía al mínimo costo posible y usarla racionalmente.
- Sostenibilidad: Asegurar que fuentes y usos sean sostenibles en el tiempo (en particular, en relación con el medioambiente).

- Equidad: Garantizar a todos los sectores (sociales y geográficos) el acceso a la energía.

Para alcanzar estos objetivos, el gobierno ha formulado las principales líneas estratégicas a seguir en materia de política energética, las cuales se describen a continuación:

### **Fortalecimiento institucional**

El diseño de un marco institucional adecuado es esencial para la correcta implementación de la política energética. Con el fin de mejorar la actual estructura institucional chilena se están llevando a cabo diferentes acciones, como son el proyecto de Ley de Creación del Ministerio de Energía, el reforzamiento de la capacidad de gestión de las diferentes organizaciones del sector a través de ajustes organizacionales y presupuestarios, además de desarrollar estructuras complementarias como son la futura Agencia Chilena de Eficiencia Energética y el Centro de Energías Renovables. Así mismo, el fortalecimiento de las relaciones internacionales con los principales organismos internacionales del sector energético es otra de las acciones emprendidas.

### **Promoción y Fomento de la Eficiencia Energética**

Se hace indispensable en Chile consolidar el uso eficiente de la energía como un objetivo estratégico del desarrollo sostenible, como modo de hacer frente al desafío de mantener la demanda en el mínimo necesario. Las líneas de acción definidas para promover el uso eficiente de la energía son cuatro:

- Establecer las bases institucionales para la eficiencia energética.
- Desarrollar el conocimiento adecuado para la toma de decisiones.
- Fomentar la eficiencia energética en todos los sectores.
- Regular los mercados, en particular el eléctrico, para incentivar la eficiencia.



La base institucional para la implementación de todas las acciones de eficiencia energética ha sido el Programa País de Eficiencia Energética (PPEE), cuya misión es consolidar el uso eficiente como una fuente de energía, contribuyendo así al desarrollo energético sostenible de Chile. Este programa, creado en el año 2005 al alero del Ministerio de Economía, comenzó su incorporación a la Comisión Nacional de Energía en el año 2007 y se incorporó plenamente el 2008 con un fuerte aumento presupuestario que continuará el 2009.

### **Optimización de la Matriz Energética**

La optimización de la matriz energética del país, se basa principalmente en las siguientes tres acciones: apoyo a la concreción de inversiones competitivas, fomento de la generación eléctrica con energías renovables no convencionales (ERNC) a través del perfeccionamiento del marco regulatorio, instrumentos de apoyo directo a iniciativas de inversión en ERNC o suministrando información del sector para la inversión; y apertura a la integración energética internacional.

### **Compatibilización con Desarrollo Sostenible**

La evolución actual del desarrollo energético chileno tiende en buena medida a un desarrollo sostenible. Prueba de ello son los esfuerzos que se están llevando a cabo en materia de eficiencia energética, los cuales persiguen la reducción del consumo energético del país; además de la incorporación significativa de energías basadas en recursos naturales renovables y de menos impacto (biocombustibles, solar térmica, ERNC).

### **Apoyo a la Equidad de Uso**

La equidad energética es un pilar fundamental para la equidad social, permitiendo que sectores de menores ingresos o más aislados dispongan, a un costo asequible, de servicios que permiten mejorar la calidad de vida y aprovechar oportunidades económicas. En este sentido el sector rural es uno de los sectores más desfavorecidos y es por ello que desde 1994 viene funcionando el Programa Nacional de

Electrificación Rural (PER). Dentro de este programa se está apoyando el uso de las ERNC, de forma que se aprovechen los recursos naturales propios de cada región.

### Preparación para Contingencias

Las contingencias representan un problema de seguridad importante para el país. Aún cuando se avance hacia un desarrollo adecuado de largo plazo, siempre es posible encontrarse con situaciones imprevistas, por lo que se requiere estar preparados para minimizar los impactos de éstas.

## Acciones y programas en el sector de las energías renovables y la eficiencia energética

### 1. Energías Renovables

La implementación de medidas de apoyo a las ERNC en Chile es algo reciente y data del año 2004. Fundamentalmente son dos, las líneas de acción que el gobierno chileno está llevando a cabo: perfeccionamiento del marco regulatorio del mercado eléctrico e introducción de instrumentos de apoyo directos a iniciativas de inversión de proyectos de ERNC.

Es fundamental que el marco regulatorio que rige el mercado eléctrico tenga en cuenta las particularidades que presentan las ERNC con el fin de que su participación en el mercado eléctrico aumente. El primer cambio que se produjo en la legislación eléctrica fue la modificación de la Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE) a través de la Ley Corta I y Ley Corta II en 2004 y 2005 respectivamente, hasta llegar en 2008 a la publicación de la Ley 20.257, también llamada Ley de Energías Renovables No Convencionales.

Respecto a la segunda línea de acción, también desde el año 2004 se ha implementado diversas líneas de acción que contemplan instrumentos de fomento a la inversión privada e instrumentos de generación de información pública que orienten y faciliten las decisiones de inversión en materia de proyectos.

Además de estas dos líneas de acción, también se está trabajando en la creación de un Centro de Energías Renovables que tendrá por principal objetivo servir de “antena” tecnológica que permita aprovechar el desarrollo tecnológico mundial.

Por último, en el sector de la electrificación rural destaca el proyecto de “Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables”, cuyo objetivo es eliminar las barreras existentes a la incorporación de las ERNC en la electrificación rural en Chile.

## 2. Eficiencia Energética

Como se ha comentado en el punto anterior, el uso eficiente de la energía es un punto estratégico en la política energética chilena. La creación, en 2005, del PPEE y los proyectos que bajo el paraguas de este programa se están llevando a cabo, así lo demuestran. Brevemente se describen los proyectos más destacados en los diferentes sectores:

### Política de eficiencia energética

Las acciones que se están llevando a cabo en esta área, pretenden desarrollar los lineamientos estratégicos de mediano y largo plazo que son necesarios para que la eficiencia energética se convierta en un pilar dentro de las políticas energéticas nacionales:

- Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2010-2020.
- Estudio de Mercado de Eficiencia Energética en Chile.
- Estudio de usos finales de la energía.
- Evaluación de políticas y programas de Eficiencia Energética.
- Coordinación y propuesta de diseño institucional para la Agencia Chilena de Eficiencia Energética.

### Alumbrado Público

El objetivo de los programas sobre alumbrado público es mejorar la eficiencia energética de estas instalaciones, a través de incentivos que permitan a los municipios incorporar nuevas tecnologías a sus sistemas de alumbrado público y proyectos de asistencia técnica a lo largo de todo el país.

### Vive con buena energía

Vive con buena energía es la iniciativa que busca implementar conceptos de Eficiencia Energética en los hogares con el objetivo de reducir al mínimo los gastos de energía, mejorar la habitabilidad y el confort de la vivienda. Alguno de los proyectos que se están ejecutando en este campo son:

- Proyecto Asignación de Subsidios e Inicio de Obras de Reacondicionamiento Térmico en Viviendas que benefician a la población perteneciente a los segmentos de mayor vulnerabilidad.
- Piloto de Mejoramiento Térmico para 400 viviendas sociales.
- Certificación Energética de Viviendas.
- Concurso de Diseño de Vivienda Social y Eficiencia Energética.
- Guía de diseño para la Eficiencia Energética en la vivienda social.

### Edificios Públicos

Bajo la iniciativa de edificios públicos se llevan a cabo proyectos que buscan integrar el uso eficiente de la energía en las edificaciones públicas, a través de la conformación de grupos de trabajo intersectorial, orientados a dar apoyo técnico a las instituciones públicas desarrollando estándares para el diseño, construcción y operación de sus edificaciones. Paralelamente, se realizan diagnósticos energéticos que dan cuenta del potencial de ahorro de los diversos edificios además de proponer medidas de implementación para cada edificación particular.

### Etiquetado de Eficiencia Energética en Artefactos Eléctricos

Se está trabajando con la Superintendencia de Electricidad y Combustibles para desarrollar y mantener un sistema de etiquetado de eficiencia energética para artefactos domésticos.

### Transporta con buena energía

El objetivo principal de los proyectos que se desarrollan bajo esta iniciativa es la modernización del parque de camiones, asistir técnicamente a las empresas de transporte de carga, además de contribuir a la educación de los conductores.

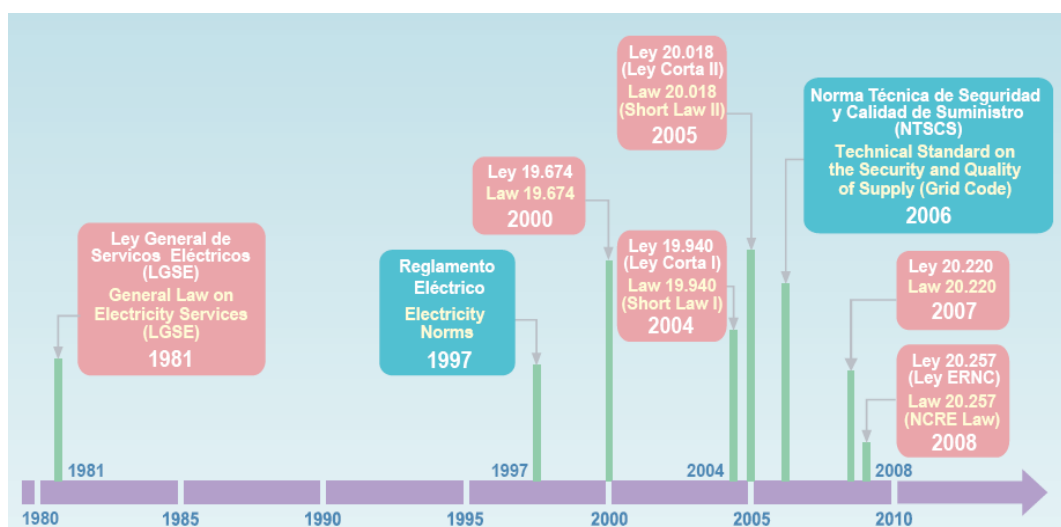
## Marco regulatorio y legislativo

### Sistema eléctrico:

El sistema eléctrico chileno se caracteriza por ser un sistema en el que las actividades de generación, transmisión y distribución de electricidad dependen de las empresas privadas. El Estado ejerce funciones de regulación, fiscalización y orientación de inversiones en generación y transmisión, esencialmente a través de la CNE y la SEC.

Existen en Chile cuatro sistemas eléctricos independientes: el Sistema Interconectado del Norte Grande (SING), el Sistema Interconectado Central (SIC), el Sistema de Aysén y el Sistema de Magallanes.

Hasta el año 2004 no se realizó una distinción en la legislación del sector eléctrico chileno para las ERNC. La figura siguiente muestra la evolución de la legislación del sector eléctrico relacionada con el uso ERNC para la producción de energía eléctrica:



Evolución legislativa del sector eléctrico (Fuente: CNE y GTZ).

- Decreto con Fuerza de Ley No 4, Ley General de Servicios Eléctricos (LGSE)

El cuerpo legal que regula la actividad del sector eléctrico es actualmente el Decreto con Fuerza Ley (DFL) No 4 promulgado en 2006. Esta Ley tiene su origen en el DFL No 1 el cual fue modificado en el año 2004 y posteriormente en el año 2005 con la promulgación de las Leyes 19.940 y 20.018, denominadas también, Ley Corta I y Ley Corta II respectivamente.

El DFL No 4 regula la producción, transporte, distribución, concesiones y tarifas de energía eléctrica. Este cuerpo legal incluye el régimen de concesiones, servidumbres, precios, condiciones de calidad y seguridad de instalaciones, maquinarias e instrumentos y las relaciones de las empresas con el Estado y los particulares.

- Ley 19.940 (Ley Corta I)

Fue promulgada por el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción y fue publicada en el Diario Oficial del 13 de marzo de 2004.

Los objetivos centrales de la Ley Corta I, de marzo de 2004, están orientados a garantizar a los consumidores mayores niveles de seguridad y calidad de suministro a precios razonables y dotar al sector eléctrico de un marco reglamentario moderno y eficiente que otorgue la certidumbre y estabilidad necesaria en las reglas del juego a un sector estratégico para el desarrollo del país.

Además se mejoran considerablemente las condiciones para el desarrollo de proyectos de pequeñas centrales de energía no convencional, principalmente energías renovables, por medio de la apertura de los mercados eléctricos a este tipo de centrales, del establecimiento del derecho a evacuar su energía a través de los sistemas de distribución y de la posible exención del pago de peajes por el uso del sistema de transmisión troncal.

- **Ley 20.018 (Ley Corta II)**

La Ley corta II, de mayo de 2005, surge debido a la incertidumbre respecto a la disponibilidad del gas natural argentino, lo que dificultaría estimar niveles de precios futuros y niveles de ingresos por ventas de energía.

- **Ley 20.257 (Ley ERNC)**

La Ley 20.257 fue promulgada el 1 de abril de 2008 y modifica la LGSE respecto de la generación de energía eléctrica con fuentes de ERNC.

En ella se establece que las empresas eléctricas que comercializan energía en los sistemas eléctricos con capacidad instalada superior a 200 MW están obligadas a acreditar anualmente, que un porcentaje del total de la energía que comercializan haya sido inyectada a los sistemas eléctricos por medios de generación renovables no convencionales, sean estos propios o contratados. Este porcentaje es un 5% durante los años 2010 y 2014. A partir del 2015 la obligación se incrementa gradualmente, en 0,5% anual, hasta llegar al 10% en el año 2024.

- **Ley 20.220 Para Resguardar la Seguridad del Suministro a los Clientes Regulados y la Suficiencia de los Sistemas Eléctricos**

Promulgada el 14 de septiembre de 2007, modifica la LGSE respecto del resguardo de la seguridad de suministro a los clientes regulados y la suficiencia de los sistemas eléctricos. Considera situaciones de juicios por término de contratos y quiebra de empresas.

### **Cogeneración**

Las instalaciones de cogeneración vienen reguladas por las leyes que se acaban de exponer y el Reglamento Eléctrico de 1997. Respecto a este tipo de instalaciones y en su calidad de generador, es decir, cuando entrega los excedentes de energía al sistema, el Reglamento no los diferencia de los generadores convencionales.

Además, los cogeneradores podrán integrar un Centro de Despacho Económico de Carga (DEC), y en consecuencia comercializar su energía, sólo si poseen una capacidad instalada de generación superior a 9 MW. Esto restringe la entrada de estos actores al sistema ya que la gran mayoría de los potenciales cogeneradores se ubican en el rango de 0,1 - 5 MW.

### **Geotermia:**

Esta energía viene regulada por la Ley de Concesiones Geotérmicas (Ley 19.657 del 2000) y una posterior modificación. La Ley de Concesiones Geotérmicas establece que la energía geotérmica es un bien del Estado susceptible de explorarse y explotarse por medio de una concesión administrativa.

### **Solar térmica de baja temperatura:**

- **Ley 20.365 que “Establece franquicia tributaria respecto de sistemas solares térmicos**

El objetivo de esta Ley es crear las condiciones necesarias para el desarrollo del mercado de los sistemas solares térmicos para el agua caliente sanitaria (ACS) en viviendas de nueva construcción, mediante un instrumento de subsidio fiscal.



### 3. ANÁLISIS DEL SECTOR DE LA COGENERACIÓN

De forma simplificada podemos decir que la cogeneración es la producción simultánea, en un mismo proceso, de electricidad y calor útil. La Directiva Europea 2004/08 define el calor útil como “el calor producido en un proceso de cogeneración para satisfacer una demanda económicamente justificable de calor o refrigeración”. Y se trata precisamente de eso: de aprovechar la energía térmica generada en distintos procesos de generación eléctrica evitando que esa energía térmica simplemente se pierda en la atmósfera.

Aunque la cogeneración es una tecnología que se conoce desde hace décadas, con un alto grado de madurez y una elevada eficiencia (rendimientos globales por encima del 80% en algunos casos), apenas se ha aprovechado su gran potencial en la región de América Latina.

Comparadas con las tecnologías de generación convencional, las tecnologías de cogeneración suponen un mejor aprovechamiento de la energía contenida en los combustibles y por tanto un ahorro de energía primaria que se traduce en ahorro económico y en reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente CO<sub>2</sub>. Pero además al tratarse de generación distribuida, ubicada próxima a los lugares de consumo, la cogeneración reduce costes y facilita la gestión en el transporte y distribución de la electricidad. También, en aquellas zonas con dificultades en continuidad y calidad de suministro eléctrico, la cogeneración ofrece la seguridad que a veces las redes eléctricas no alcanzan a garantizar.

El rango de potencias de las instalaciones de cogeneración es muy amplio y puede variar desde unos pocos kilovatios a más de 100 megavatios. De hecho la potencia, al igual que otras características técnicas, dependen del tipo de tecnología escogido. El siguiente cuadro muestra para los principales equipos de cogeneración, los diferentes parámetros técnicos:

Rendimiento energético equipos cogeneración				
	Rendimiento Eléctrico	Rendimiento Global	Relación Electricidad Calor	Potencia
Turbina de gas en ciclo simple	30-40	75-80	0,6-1	5-50 MW
Turbina de gas en ciclo combinado	35-50	≥80	0,8-1,6	7-60 MW
Turbina de vapor contrapresión	7-20	75-90	0,04-0,16	1-20 MW
Motores alternativos de combustión	35-45	75	1,1-1,5	1-25 MW
Micromotores	25-35	75	0,5-0,9	10-400 kW
Microturbinas	25-30	75	0,5-0,67	30-200 kW

Rendimiento energético y potencia de equipos de cogeneración (Fuente: IDAE)

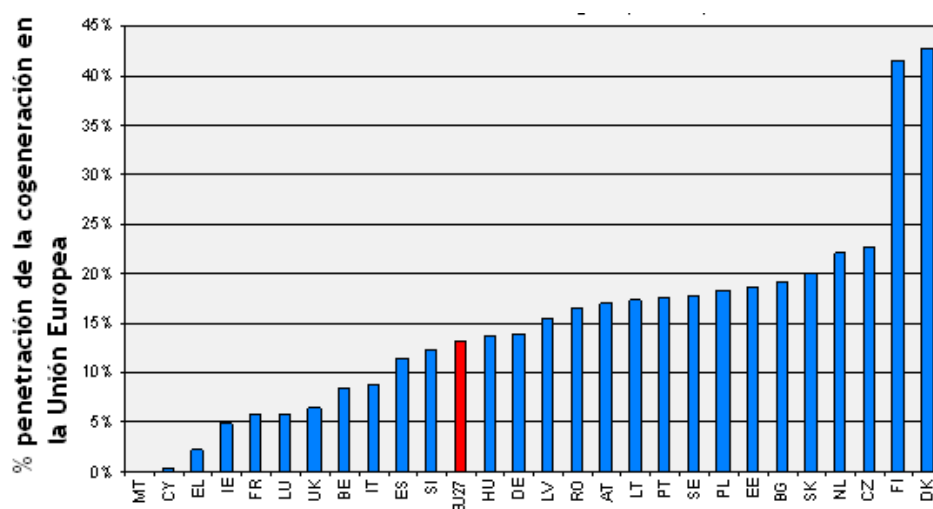
Este rango tan amplio de potencias permite que la tecnología tenga múltiples aplicaciones dentro de los diferentes sectores económicos:

Edificación	Sector servicios
Edificios de viviendas. Hospitales. Complejos penitenciarios. Estaciones de policía. Colegios, Universidades y Residencias estudiantiles. Redes de climatización de distrito. Edificios de oficinas.	Hoteles Complejos deportivos. Piscinas públicas. Centros de ocio. Centros comerciales. Restaurantes. Aeropuertos. Lavanderías industriales. Tratamiento residuos urbanos.
Sector agropecuario y agricultura	Sector Industrial
Horticultura e invernaderos. Secaderos de cosechas y Madera. Instalaciones para animales y zoológicos. Uso de residuos agropecuarios y biogas.	Procesos destilación e industria alimentaria. Cerámica, azulejos, yesos y cemento. Producción textil. Minería y Metalurgia. Industria maderera. Refinería. Industria química. Automoción. Papel y pasta. Vidrio.

Aplicaciones de la cogeneración por sectores económicos.

## La cogeneración en Europa

La contribución de la cogeneración en la matriz energética europea ha ido aumentando en los últimos años en pequeños porcentajes. Así, la energía generada a partir de cogeneración en el 2004 fue del 12,0% (EU-25) y en 2006, fue del 13,1 % del consumo final de energía de la UE. Otra característica de la cogeneración en Europa es que la participación difiere mucho de un país a otro. Tal y como muestra la siguiente figura Dinamarca y Finlandia son los países que generan una mayor cantidad de energía utilizando esta tecnología:



Porcentaje de energía producida por cogeneración del consumo final de energía  
(Fuente: Eurostat 2006)

El grado de participación está relacionado con el desarrollo de la cogeneración en la industria y de las redes de calefacción de distrito, siendo los países ubicados en la zona norte y este de Europa (Finlandia, Estonia, Bulgaria, Polonia, etc.) donde usa tradicionalmente las redes de calefacción.

Respecto a la potencia instalada, en 2006 el 13,6 % de la potencia correspondía a instalaciones de cogeneración, lo que equivale a unos 100 GWe de potencia instalada. Y hay que tener en cuenta que el potencial de la cogeneración en la UE se estima en 150 - 250 GWe.

En cuanto a la evolución del sector, se prevé un importante aumento del uso de sistemas de cogeneración para el aprovechamiento de la biomasa. También es favorable el desarrollo que se espera de la micro y pequeña cogeneración aplicados en el sector servicios y residencial.

En materia legislativa, la cogeneración en Europa está regulada a través de la Directiva 2004/8/CE, del 11 de febrero de 2004, “relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía y por la que se modifica la Directiva 92/42/CEE”. A corto plazo, el objetivo de la ley es consolidar las instalaciones de cogeneración existentes y fomentar nuevas centrales. A medio y largo plazo, la Directiva pretende que se cree el marco necesario para que la cogeneración de alto rendimiento, destinada a reducir las emisiones de CO<sup>2</sup> y de otras sustancias, contribuya al desarrollo sostenible.

Alguno de los ejemplos de desarrollo reglamentario de los estados miembros son Bélgica que utiliza certificados verdes y cuotas de cogeneración o España con el Decreto sobre la venta de la electricidad de cogeneración.

## La cogeneración en Chile

- **Situación Actual:**

Según los últimos datos obtenidos de la matriz energética de la CNE, las instalaciones de cogeneración alcanzaron una potencia instalada de 456 MW en 2008. Esta potencia se ha mantenido muy constante durante los anteriores cuatro años, lo que significa que actualmente no existe un gran desarrollo de este mercado.

La consideración de las tecnologías de cogeneración en la normativa, como un sistema de generación eléctrica más, no ha fomentado el desarrollo de proyectos específicos para esta tecnología. Por otro lado, la política energética chilena está haciendo grandes esfuerzos en promover un desarrollo energético eficiente y es en este campo donde las tecnologías de cogeneración, se presentan como una alternativa idónea a la generación convencional de energía.

Según datos de la CNE del 2005, el potencial de cogeneración existente en el país alcanza los 832 MW. Es la región metropolitana la que presenta una mayor capacidad de potencia, con 468 MW. En cuanto a los sectores económicos, los sectores alimentación, petróleo y minería, son los sectores que ofrecen un mayor potencial a estas tecnologías:

SECTOR INDUSTRIAL	II	RM	V	VIII	X	XII	Total General
ALIMENTOS	0	138	19	13	0	0	169
COMERCIO-SERVICIOS	0	52	0	2	0	0	55
MADERA	0	0	0	20	2	0	23
METALMECANICA	0	22	0	12	0	0	34
MINERIA	70	0	33	0	0	0	103
NO METALICAS	1	64	0	1	0	0	66
OTROS	0	17	0	0	0	0	17
PAPEL-CELULOSA	0	73	1	18	0	0	92
PETROLEO	0	0	90	60	0	0	150
QUIMICA-PLASTICOS	4	32	13	0	0	0	49
TEXTIL- CUEROS	0	70	0	0	0	2	72
<b>Total general</b>	<b>76</b>	<b>468</b>	<b>156</b>	<b>127</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>832</b>

Potencial de sistemas de cogeneración según sector económico y región (Fuente: CNE).

Cabe destacar la presencia de instalaciones de aprovechamiento de biomasa, incluida como recurso energético renovable no convencional en la Ley 20.257 ERNC. La biomasa constituye un combustible muy importante en las plantas de cogeneración del país. Otro campo en el que se está trabajando es el uso del biogás procedente de residuos.

El sector eléctrico en Chile opera bajo el modelo de mínimo coste global, donde las actividades de generación, transporte y distribución son ejecutadas por empresas privadas.

Las empresas de generación pueden suscribir libremente contratos de abastecimiento con clientes libres, negociando el precio, y empresas distribuidoras, que adquieren la energía a “precio de nudo” establecido por las licitaciones públicas de las empresas distribuidoras (el precio máximo para cliente regulado está fijado por la CNE). En el siguiente esquema se resumen las alternativas de comercialización de la energía generada por una ERNC. Estas mismas alternativas se pueden trasladar a la

comercialización de la electricidad producida a partir de instalaciones de cogeneración:



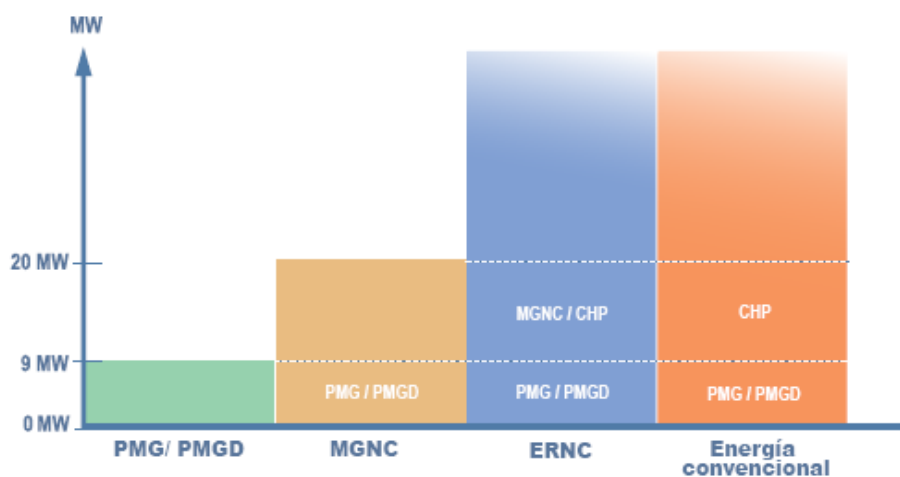
Esquema de alternativas de comercialización de la energía generada (Fuente: CNE y GTZ).

En Chile, los medios de generación se clasifican según la potencia:

- Pequeño medio de generación distribuida (PMGD): Medios de generación cuyos excedentes de potencia sean menores o iguales a 9.000 kW, conectados a instalaciones de una empresa concesionaria de distribución, o a instalaciones de una empresa que posea líneas de distribución de energía eléctrica que utilicen bienes nacionales de uso público. A los PMGD se les confiere el derecho a conectarse a las redes de distribución.
- Pequeño medio de generación (PMG): Medios de generación cuyos excedentes de potencia suministrables al sistema sean menores o iguales a 9.000 kW conectados a instalaciones pertenecientes a un sistema troncal, de subtransmisión o adicional.

- Medio de generación no convencional (MGNC): Medios de generación cuya fuente sea no convencional y sus excedentes de potencia suministrada al sistema sean inferiores a 20.000 kW. La categoría de MGNC, no es excluyente con las categorías indicadas en los dos puntos precedentes. Esta categoría junto a los proyectos ERNC menores a 20 MW también incluye los proyectos de cogeneración eficiente a base de combustibles fósiles menores a 20 MW.

En la siguiente figura se resume, según la potencia, esta clasificación:



PMG: pequeño medio de generación  
 PMGD: pequeño medio de generación distribuida  
 MGNC: medio de generación no convencional  
 CHP: cogeneración eficiente (combined heat and power)

Clasificación de medios de generación (Fuente: CNE y GTZ).

#### • Marco Regulatorio del Sector

Respecto al marco regulatorio que afecta a las instalaciones de cogeneración, añadir a lo que se ha mencionado en el apartado 3 del presente informe, que las estas instalaciones podrán beneficiarse de las medidas de la Ley 20.257 y de la exención de

pagos establecidos en el reglamento, siempre y cuando utilicen un combustible perteneciente a las ERNC, es decir, biomasa.

- **Barreras a la Cogeneración**

**Barreras Tecnológicas:**

Las tecnologías de cogeneración, son tecnologías maduras y conocidas desde hace años, especialmente en los países más desarrollados donde el mercado ha alcanzado una cierta madurez. Pero en el caso de Chile, éste es un mercado incipiente en el que se han detectado barreras de carácter tecnológico que impiden su crecimiento. A continuación se analizan las principales barreras detectadas:

- **Falta de proyectistas, instaladores y mantenedores capacitados:**

El mercado de la cogeneración en Chile es un mercado poco maduro, lo que hace que la demanda existente de los diferentes servicios asociados a estas plantas, como son servicios de ingeniería, instalación y mantenimiento, sea baja. Además de la escasez de servicios, también se ha detectado la escasez de proyectistas, instaladores y mantenedores calificados.

Esto genera problemas técnicos en las plantas, que finalmente repercuten en la confianza que el usuario tiene en estas tecnologías. Algunos de estos problemas técnicos son: la falta de conocimiento tecnológico o proyectos mal definidos. Un problema típico asociado a un proyecto mal definido es que a la hora de integrar la planta de cogeneración en las instalaciones ya existentes, no se prevé la preparación de las infraestructuras que permiten la conexión a la red eléctrica o las que suministran el gas natural a la planta; ya que estas infraestructuras no siempre están adecuadas a los requerimientos de la nueva planta de cogeneración.

**Otras Barreras:**

- **Incertidumbre en el suministro del gas natural:**



El gas natural es uno de los combustibles que más se utiliza en instalaciones de cogeneración, por lo que la incertidumbre en el suministro de este combustible supone una barrera muy importante al desarrollo de estas tecnologías. Chile ya sufrió las consecuencias del corte en el suministro del gas argentino.

- **Legales:**

La falta de un marco regulatorio específico para el sector es otra barrera a tener en cuenta. En Chile ni siquiera hay distinción entre generación convencional y cogeneración, ni tampoco ningún incentivo al uso de esta tecnología, a menos que el combustible que use la planta de cogeneración pertenezca a las ERNC.

- **Económicas:**

Los altos costes iniciales de las instalaciones de cogeneración, así como los elevados períodos de amortización, se presentan como una importante barrera al desarrollo de este mercado. Es necesario crear mecanismos financieros que incentiven a los usuarios a instalar estos sistemas.

- **Educativas e información:**

El desconocimiento de la tecnología por parte de los usuarios disminuye la demanda del uso de estos sistemas. En otras ocasiones sucede que los potenciales usuarios conocen la existencia de la tecnología pero no tienen toda la información, por lo que existe una desconfianza a la hora de usar esta tecnología. Si se quiere desarrollar el mercado es necesario que exista un buen conocimiento.

## 4. RESULTADOS

### Medidas propuestas

- **Falta de proyectistas, instaladores y mantenedores capacitados:**

El desarrollo de programas de capacitación que estén orientados a promover la transferencia tecnológica entre firmas de ingeniería internacionales con experiencia en proyectos de cogeneración y las firmas de ingeniería locales sería una buena medida.

- **Incertidumbre en el suministro del gas natural:**

La medida que está llevando a cabo el país para superar la barrera, es la diversificación de la matriz energética importando gas licuado para luego regasificarlo.

- **Regulatorias:**

Es fundamental un marco regulatorio que impulse el uso de estas tecnologías. A la hora de diseñar un nuevo marco regulatorio se puede tomar como ejemplo aquellos países en los que el mercado de la cogeneración está más desarrollado y por tanto también su legislación. Este es el caso de la Directiva 2004/8/CE, en el que tienen en cuenta aspectos como:

- Incentivar o primar la producción total de electricidad, y no sólo la excedentaria.
  - Establecer un régimen económico que prime el ahorro de energía primaria.
  - Independizar la figura del promotor del proyecto de cogeneración y del consumidor final de la energía térmica.
- **Económicas:**

Es necesario que exista un mecanismo financiero que garantice la rentabilidad económica de las instalaciones de cogeneración, especialmente de aquellas cogeneraciones que son de alta eficiencia. En países con políticas de soporte para la cogeneración la rentabilidad se asegura a través de primas y tarifas especiales aplicadas a la venta de electricidad.

- **Educativas e información:**

Diseñar programas de información sobre el funcionamiento y beneficios, de esta tecnología y que estén especialmente dirigidos a los diferentes sectores económicos en los que se puede aplicar esta tecnología.

La realización de proyectos demostrativos, también es otra acción que permite dar a conocer las instalaciones de cogeneración.

## 5. REFERENCIAS

- *“Las Energías Renovables No Convencionales en el Mercado Eléctrico Chileno”*. CNE, GTZ y la cooperación intergubernamental Chile - Alemania. Año 2009
- *“Política Energética. Nuevos Lineamientos. Transformando la crisis energética en una oportunidad”*. CNE. Año 2008
- *“Las Energías Renovables No Convencionales en el Mercado Eléctrico Chileno”*. CNE, GTZ y la cooperación intergubernamental Chile - Alemania. Año 2009
- *“Política Energética. Nuevos Lineamientos. Transformando la crisis energética en una oportunidad”*. CNE. Año 2008.
- *“Evaluación del desempeño operacional y comercial de centrales de cogeneración y estudio del potencial de cogeneración en Chile”* Comisión Nacional de Energía. Año 2004.
- Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de febrero de 2004, relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía y por la que se modifica la Directiva 92/42/CEE. (DOUE de 21/02/2004)
- Comunicado de la Comisión Europea al Parlamento Europeo y al Consejo. COM(2008)771; “Ahorrar más energía en Europa mediante la producción combinado de calor y electricidad”
- *“Libro Verde sobre la eficiencia energética”*. Año 2005
- *“Mapa Tecnológico”*. Documento de trabajo PLAN ESTRATÉGICO EUROPEO DE TECNOLOGÍA ENERGÉTICA (PLAN EETE) de la Comisión. Año 2007
- *“Combined Heat and Power. Evaluating the benefits of greater global investment”* International Energy Agency (IEA). Año 2008

- “Análisis del potencial de cogeneración de alta eficiencia en España 2010-2015-2020” Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía (IDAE). Año 2008
- “Financial and Regulatory Support for cogeneration in EU”. COGEN Europe. Año 2007
- “Cogeneration Guide”. COGEN Europe. Año 2001
- Unión Europea, portal de Internet: [http://europa.eu/index\\_es.htm](http://europa.eu/index_es.htm).
- COGEN Europe, portal de Internet: [www.cogen-europe.eu](http://www.cogen-europe.eu).
- International Energy Agency, portal de Internet: <http://www.iea.org/>.