

Salud, cambio climático y contaminación. Actualización acerca de las fuentes alternativas de energía en Chile

Health, climate change and environmental pollution. Present status of the alternative energy sources in Chile

Dr. Carlos Montoya-Aguilar¹

Resumen

Son indiscutibles los daños y los peligros inminentes que resultan del uso de los hidrocarburos fósiles como fuentes de electricidad y de energía para el transporte y la industria.

Sin embargo, en muchos países se proyecta una dependencia sostenida o aún creciente respecto a esas fuentes, que no son renovables. Los proyectos son cuantiosos en Chile.

El argumento para seguir usándolas se basa en una necesidad pretendidamente insoslayable por parte de la economía. Esa no es una verdad absoluta y su validez depende de lo que la sociedad decida.

Desde siempre se han usado otras fuentes, además de la fuerza humana y animal: el calor del sol, el viento, la leña, las corrientes fluviales y marinas, las termas. Hoy se sabe cómo adaptarlas para su empleo como alternativas suficientes para las fuentes nocivas.

Los argumentos a favor de estas fuentes alternativas "de primer tipo" son: limpieza, seguridad, y que están disponibles sin costo y sin límites al interior de los países. También está demostrada, para varias de ellas, la factibilidad tecnológica y económica, a corto plazo, de las instalaciones necesarias.

Hay que tener presente que se ofrecen alternativas "de segundo tipo", las cuales presentan serios problemas. Algunas son inseguras y generan contaminación radioactiva: las centrales nucleares. Otras destruyen permanentemente el entorno, generan gases de invernadero y presentan el peligro de catástrofes: son los grandes embalses. Y otras aún compiten por suelos necesarios para la alimentación y para la regulación ecológica, además de producir gases de invernadero, como los biocombustibles. No son alternativas convenientes, y las de gran envergadura llegarán tarde para aportar significativamente a las necesidades de la economía, en la competencia con las alternativas de "primer tipo", particularmente si éstas son apoyadas por los gobiernos y si se cuida la eficiencia energética.

Esta investigación pone al día los hechos que conciernen Chile, un país abundantemente dotado de fuentes limpias y seguras de energía. Sobre esta base se postula la necesidad de políticas nacionales de energía correctas y oportunas: políticas relativas a la energía en su relación con salud y nutrición; políticas de ciencia, tecnología y educación vinculadas a la energía; políticas de energía y ambiente; publicación regular de los indicadores de emisión de gases de invernadero. Y en la base de todas ellas, una política de desarrollo sustentable, que controle el ingreso y uso de las tecnologías, que preserve la independencia energética del país y que resguarde los productos que se podrán obtener y exportar a partir de esta industria.

Palabras clave: salud, cambio climático, fuentes de energía, políticas de energía, papel del Ministerio de Salud.

Abstract

The risks and damages that arise from the utilization of fossil fuels as sources of electricity and of energy for transport and industrial activities are now undisputable. In spite of this, many countries still have or tolerate plans for the continuing dependence on those non-renewable sources. In Chile there are many such projects. In support of this, it is argued that national economic growth

¹ Médico, Profesor Titular de Salud Pública, Universidad de Chile. Asesor Departamento de Estudios, Ministerio de Salud de Chile. Correspondencia a: cmontoya@minsai.cl.

absolutely requires the increased use of coal, petroleum and gas. This is not true; the validity of the argument depends on what society decides.

Since time immemorial, man has utilized natural energy sources, besides his own and animal strength: the sun, wind, firewood, the movement of river and of sea water, thermal spas. Today, we know how to harness them as sufficient alternatives in respect to the sources that through climate change and pollution are a menace to the health of mankind and to life in general.

The arguments in favour of these alternative sources "of a first type" are that they are clean, safe, inexhaustible within the frontiers of all countries. For several of them, their short term technological and economic feasibility is already a fact.

At the same time we should bear in mind the availability of "second type alternatives" which present serious problems. Some of them are unsafe and generate radioactive contamination: the atomic plants; in the case of Chile they would perpetuate dependence on foreign sources of fuel. Others bring about permanent environmental destruction, generate greenhouse gases and present a real danger of catastrophic accidents: these are the great barrages for hydroelectric power. Still others compete for the soil required to produce food and ecological regulation, besides also producing greenhouse gases: these are the biofuels. The largest of these facilities take a long time to plan, finance and build and therefore will arrive too late to make a significant contribution to the economy, in competition with the "first type" alternatives, particularly if these receive government support and if energy efficiency is taken care of.

This research paper presents the facts that are relevant to Chile, a country that is abundantly endowed with clean natural energy resources. On this basis we argue for the need of just and timely energy policies: policies concerning energy in its connection with health and nutrition; science, technology and education policies in their relation with energy; energy and environment policies; regular publication of the indicators of greenhouse gases emission. And as a foundation of all of them, a sustainable development policy, with control over the penetration and management of technologies, a policy to preserve national independence in regard to energy sources and to the utilization of their products.

Key words: health, climate change, energy sources, energy policies, role of the Ministry of Health.

Nota preliminar: los hechos expuestos en este artículo han sido informados en diversos medios de comunicación en el curso del año 2009. En este sentido, se trata de la continuación de los artículos sobre el mismo tema, aparecidos en Cuadernos Médico Sociales a partir del año 2005, y que figuran en las Referencias 1 a 7.

Abreviaturas usadas: EM = El Mercurio; DF = Diario Financiero; LN = La Nación.

1. LOS DAÑOS Y PELIGROS INMIDENTES

1.1. Calentamiento global

En enero de 2009, Science publica un estudio de Battisti D S y Naylor R, (8) quienes presentan el daño que el calentamiento causará a los sistemas alimentarios: usando los modelos del IPCC 2007, calculan que al final del S. 21 las temperaturas de las "estaciones de crecimiento" excederán a las mayores registradas en 1900- 2006, tanto en el subtrópico como en la mayor parte del trópico, áreas que se secarán, dificultando la agricultura. Dicen que se ha encontrado, experimentalmente, que por cada grado Celsius de alza térmica en esas estaciones, se pierde entre 2,5 y 16% del rendimiento de los principales cereales. Ya se vió que, en el verano caliente del 2003, la cosecha de maíz y la de heno cayeron en un 30%; la de fruta en 25% y la de trigo en 21%. En 1972 ocurrió algo equivalente en la Unión Soviética, haciendo subir el precio de la

tonelada de trigo desde USD 60 a USD 208; en Ucrania, las temperaturas estivales superiores a 30 ° C serán la norma a mediados del S. 21. El Sahel también ha sufrido de temperaturas crecientes. También serán afectadas las zonas templadas. Será muy difícil compensar la menor producción de alimentos en una región con excedentes de otra. Habrá que crear variedades de plantas y animales resistentes al calor y a la sequía; y se necesita una nueva ingeniería de irrigación, ya que faltará agua y aumentará la salinidad en vastas zonas (9).

El calentamiento ha sido medido desde hace tiempo. Entre los años 1950 y 2000 la temperatura media de la superficie de la tierra aumentó desde 13,8° C a 14,5° C; la cubierta de nieve del hemisferio norte ha bajado en ese mismo período desde 38,5 millones a 35,5 millones de km², y el nivel medio del mar ha subido 6 cm. El fenómeno ha llegado al punto de que ya se han abierto, por breves períodos, los pasos marítimos entre el Atlántico, el Océano

Ártico y el Pacífico (La Tercera 20.09.09). La continuación de este fenómeno llevará a la desaparición de los países insulares y de las regiones costeras bajas en naciones como Bangla Desh.

En el Plan Nacional de Acción para el Cambio Climático, - junio del 2009 - se anota que en el S. 21 se producirán en todo el territorio de Chile aumentos de 2° a 4° C de temperatura, lo cual reducirá el área andina de almacenamiento de nieve, seguirá afectando a los glaciares y hará disminuir la lluvia (excepto en el altiplano, en verano, y en el extremo sur, en el invierno). Recientemente se comunicó que, entre enero y agosto del presente año 2009, el espesor del glaciar Exploradores, ubicado en el Campo de Hielo Norte (Aysen), se redujo en un centímetro por día.

1.2. El daño a la salud

A su vez, el aumento de la temperatura acentúa la transmisión de enfermedades por el agua, por los alimentos y por los vectores y roedores. En N. Zelanda se ha medido la asociación entre temperatura media y salmonellosis; en Chile, entre la temperatura del mar y la contaminación por V. parahemolítico. El calentamiento causa también daños a la nutrición y a la salud mental. En tercer lugar, hay efectos sanitarios de los fenómenos meteorológicos extremos, tales como la mortalidad por las ondas de calor excesivo, según ocurrió en Europa 2003, la mortalidad y morbilidad debida a incendios e inundaciones (Int. Herald. Tribune 4.08.09) y a la mayor frecuencia e intensidad de los huracanes tropicales. Con datos del año 2000, la Organización Mundial de la Salud (OMS) estimó en 150.000 muertes el impacto del cambio climático en ese año (10, 11, 12, 13, 14, 15).

De acuerdo a la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA) podrán extenderse a nuestro país enfermedades tropicales como el paludismo, la fiebre amarilla y el dengue, requiriendo respuestas del sistema de salud. También disminuirá la biodiversidad.

Todo lo anterior se agrega a los ya bien conocidos **daños para la salud por intoxicación** con CO, CO₂, NO, SO, hidrocarburos y compuestos orgánicos persistentes (COP), cuyos efectos sobre las vías respiratorias y la patogénesis del cancer están ampliamente documentados (3).

Estos riesgos son a la vez inequitativos, ya que los gases de invernadero (GI), responsables del cambio climático,

proviene de los países ricos (a los cuales se sumarán desde ahora India y China) y los daños se concentran en los países pobres. En parte, son evitables y aunque el costo de reducirlos es muy alto, de todos modos sería menor que el costo de no hacer nada (16).

Hay también implicaciones financieras. Según el Banco Mundial, los países en desarrollo necesitarán gastar hasta cien mil millones de dólares por año en infraestructura a gran escala, como diques y drenajes profundos, para hacer frente a las inundaciones, lluvias torrenciales y sequía, consecuencias del cambio climático (DF 01.10.09)

2. LAS UTILIDADES FINANCIERAS

Las empresas del sector eléctrico de Chile, prácticamente todas privatizadas, en gran parte extranjeras y con una concentración progresiva de la propiedad, figuran continuamente entre las que obtienen los mayores beneficios económicos. Recientemente se ha informado que Enersis y Endesa se ubicaron entre las 17 compañías latinoamericanas listadas en Bolsa, que obtuvieron las ganancias más altas en el segundo trimestre de 2009. Enersis obtuvo USD 395 millones y Endesa, USD 313 millones. Y el grupo CGE anotó utilidades del orden de USD 140 millones en el primer semestre de 2009, duplicando las de igual período de 2008 (DF 03.09.09).

“El buen momento que vive el sector energético ha revitalizado el interés de las compañías por extender el negocio”. Según la Unidad de Proyectos (UNIP), hoy existen 121 obras con distinto grado de avance, de las cuales hay 75 que son enteramente nuevas, principalmente en las Regiones de Los Lagos, BíoBío, Antofagasta y Valparaíso” (<http://www.minergia.cl>).

También se proyectan ganancias para las energías renovables no convencionales (ERNC) (Der Spiegel, citado en La Nación 10.08.09)

3. SEPROYECTA UNA DEPENDENCIA SOSTENIDA O CRECIENTE RESPECTO A LAS FUENTES DAÑINAS Y NO RENOVABLES

3.1. Las fuentes y los usos de energía

Como telón de fondo de este tema cabe citar a la Agencia Internacional de Energía (AIE), que en el 2006 señalaba que de la potencia empleada mundial ascendiente a 15 millones de Mega Watts (generadores de 138.900 millones

de MW/horas anuales) un 34,4% provenía del petróleo; un 26% del carbón y la turba; un 20,5% del gas; un 10,1% de la biomasa; un 6,2%, de las reacciones nucleares; un 2,2% de la hidroelectricidad, y una proporción muy pequeña, de las ERNC. En Chile, estas proporciones se desplazan hacia la fuente hídrica, en desmedro del gas y de la biomasa, y estamos libres de la energía atómica como recurso energético. En los últimos años y hacia el futuro aumentan rápidamente en el mundo las fuentes renovables limpias y seguras, como se detalla más adelante.

Una cosa son estas fuentes primarias de energía y otra, las actividades que consumen esa energía y emiten los GI y otros contaminantes. Por ejemplo, en Chile es la gran minería uno de los principales consumidores, responsable del 28% de las emisiones; otras actividades de importancia en este aspecto son el transporte, al cual se atribuye el 14% de las emisiones a nivel mundial, y las industrias. A la actividad agropecuaria se atribuye el 20% de los GI (17). La generación de electricidad ocupa un lugar intermedio importante, ya que transforma y transporta una gran parte de la energía primaria para que pueda ser aprovechada.

3.2. El carbón

De los 12.400 MW (aproximados) de capacidad de generación eléctrica en Chile, 2.042 MW corresponden a centrales a carbón. En el año 2010 esta capacidad subiría en 50%, a 3.106 MW. Porque la oposición ha sido más intensa contra HidroAysen, las centrales a carbón se han beneficiado de una especie de "subsidio político", y han proliferado tales proyectos; nuevas normas para las emisiones de material particulado, NO y SO reducirían este "subsidio" (EM 10.01.09). De ejecutarse las nuevas centrales proyectadas, el carbón llegaría a dar cuenta de 7.091 MW antes del año 2020 (EM 10.01.09). Estas capacidades, por un total de más de 8.700 MW, se distribuyen aproximadamente en la forma descrita en el **Cuadro 1**. De este Cuadro se desprende que las centrales a carbón que ya están operando o en construcción, o que han sido aprobadas por la autoridad ambiental, suman casi 5 mil MW de potencia. De éstas, corresponde el primer lugar a la norteamericana AES Gener; el segundo, a la franco-belga Suez; el tercero, a Codelco, y el cuarto, a la multinacional Southern Cross.

CUADRO 1:
CENTRALES GENERADORAS DE ELECTRICIDAD CON CARBÓN, OPERANDO O EN PROYECTO. CHILE, OCTUBRE 2009.

Empresa	Nacionalidad	Central	Ubicación	Potencia	Status
AES Gener*	USA	Guacolda I y II	Huasco	304 MW	operando
AES Gener	"	Guacolda III	"	152 MW	operando
AES Gener	"	Guacolda IV	"	152 MW	EIA*** presentado
AES Gener	"	Guacolda V	"	152 MW	EIA presentado
AES Gener	"	Ventana	Quintero	338 MW	operando
AES Gener	"	Nva.Ventana	"	267 MW	en construcción
AES Gener	"	Campiche	Puchuncaví	270 MW	obra suspendida
AES Gener	"	Laguna Verde	Valparaíso	54 MW	operando
AES Gener	"	Los Robles	Maule	750 MW	obra susp.
AES Gener	"	Nva.Tocopilla 1 y2	Tocopilla	277 MW	Operando
AES Gener	"	Mejillones 1 y 2	Mejillones	560 MW	EIA 2008
AES Gener	USA	Cochrane	Mejillones	560 MW	en carpeta
AES Gener	USA	Angamos 1 y 2	Mejillones	518 MW	en construcción
Endesa	Italia	Bocamina I	Coronel	128 MW	operando
Endesa	"	Bocamina II	Coronel	350 MW	en construcción
Endesa	"	Pta.Patache, para Collahuasi	Iquique	150 MW	operando
Endesa	"	Punta Alcalde	Huasco	740 MW	EIA presentado
Colbún	Chile	Coronel	Coronel	350 MW	EIA aprobado
Suez	Franco-belga	Mejillones 1 y 2	Mejillones	300 MW	operando
Suez	"	Tocopilla (4 unidades)	Tocopilla	429,4 MW	operando
Suez	"	Andina	Mejillones	150 MW	en construcción
Suez	"	(para Mina Gaby de Codelco)		250 MW	Proyecto
Suez	"	Barracones	4ª Reg.	600 - 800 MW	EIA presentado
Suez y Luksic	Franco-belga y Chilena	Hornitos	Mejillones	150 MW	en construcción

Cuadro continúa en siguiente página ►

Southern Cross	multinac	R.C.“Generación”	Ventana	700 MW	EIA 2008
Southern Cross	“	Eagle	D.Almagro	30 MW	operando
Southern Cross**	“	Pta. Patache 1	Iquique	100 MW	EIA 2008
Southern Cross**	“	Pta. Patache 2	Iquique	100 MW	EIA 2009
MPX	Brasil	Hda. Castillo	Bahía Salado	hasta 2100 MW	EIA 2009
Codelco	Chile	Energía Minera	Ventana	hasta 1050 MW	EIA aprobado
CAP	Chile	Cruz Grande	4ª Reg.	300 MW	anuncio
* En Guacolda, AES Gener opera como Inversiones Cachagua, con el 50%; Angelini (Copec) tiene el 25% y von Appen (Ultraterra), otro 25%.					
** El fondo de Inversión Southern Cross, a través de su filial Río Seco, es dueña del “Proyecto Central Termoeléctrica del Pacífico” (CTP), que comprende a Patache 1 y Patache 2.					
*** EIA= Estudio de Impacto Ambiental.					

Las centrales a carbón más antiguas son: Laguna Verde, 1949; Guacolda I, 1995, y Ventana, 1977. En total, las centrales enumeradas suman una potencia de 8760 MW.

Las centrales a carbón más antiguas son: Laguna Verde, 1949; Coronel I, 1970; Guacolda I, 1995, y Ventana, 1977.

El carbón es importado en un 92%; pero existen reservas, estimadas en 200 millones de toneladas, en la Patagonia: Isla Riesco. Respecto a esta mina la empresa Copec y el grupo Ultramar (von Appen) proyectan construir un puerto e iniciar la explotación en el 2011, en la medida en que obtengan las autorizaciones ambientales. La inversión sería del orden de USD 300 millones, de los cuales ya se habrían gastado USD 90 millones. La expectativa es de satisfacer el 20% del consumo del país (EM 16.08.09)

La construcción de la Central Campiche, de AES Gener, que figura en la lista de centrales a carbón, fue autorizada por la Corema en abril 2008 pero ha sido suspendida por un dictamen de la Corte Suprema, del 22.06.09, en vista de que su ubicación no correspondía a un uso de suelo para industrias contaminantes o peligrosas. La empresa desobedeció y el alcalde de la comuna ha ordenado demoler gran parte de la central (EM 24.09.09). En la misma zona se localizan otros tres proyectos a carbón: Nueva Ventanas, de AES Gener, Río Corriente (o Generación) de Southern Cross, y Energía Minera, de Codelco. En cuanto a Campiche, la ministra de Vivienda ha dicho que “...haremos modificaciones (de la norma) para poder viabilizar ese proyecto termoeléctrico y otros”; y el Ministro de Energía ha indicado que “el Ejecutivo quiere destrabar la construcción de centrales a carbón...” (DF 24.08.09). Según la misma fuente, si la Corte Suprema obliga a tramitar en el sistema de evaluación ambiental el cambio del uso del suelo (establecido en el plan regulador), se podrían retrasar en unos cinco años los proyectos emplazados en la zona. Sin embargo, la Corte Suprema ha dictado después un fallo “que da tranquilidad a proyectos de energía en curso en la 5ª Región” (DF 26.08.09).

El proyecto de Codelco de una gran central a carbón (800MW), “Farellones”, a instalar en La Higuera (Coquimbo) fue mencionado en un artículo anterior (7); este año tuvo que ser retirado. El proyecto aun mayor – “Energía Minera” - iniciado por Codelco y ya aprobado, sería entregado por la empresa estatal a Colbún “si así lo determina la empresa del grupo Matte (Colbún)” (EM 16.09.09).

Un ejemplo de conflicto ambiental ha sido planteado en la discusión del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) de la Central Patache 1 por académicos de la Pontificia Universidad Católica, quienes señalan que las emanaciones de esa planta dañan al Oasis de Niebla, en Alto Patache, donde se realiza una investigación ecológica importante; dañan también a la población local y a la actividad pesquera. Otro ejemplo es el de Bocamina I de Coronel por la intensidad de su contaminación en plena urbe; y el de Bocamina II, cuya construcción ha dañado las viviendas vecinas, ha debido ser suspendida por el Municipio varias veces.

El 31.07.09 se conectó al SIC la unidad Guacolda III, que se suma a las Unidades del mismo nombre, que operan desde 1996. En cuanto al proyecto Hacienda Castillo, de hasta 2.100 MW, respondió a las observaciones al EIA en junio 2009 y no ha habido gran oposición: pasa desapercibido; las rondas de preguntas y respuestas han transcurrido con relativa rapidez lo que augura que la votación en la Comisión del Ambiente se efectuará en el primer semestre de 2010 (EM 21.10.09). Recientemente la empresa coreana STX ha manifestado interés por financiar generadoras a carbón en Penco y en Coronel o Laraquete, para una potencia de hasta mil MW y una inversión de USD 2.800 millones; en Penco hay oposición de la comunidad.

En el plano internacional hay que resaltar el caso muy reciente del rechazo judicial a la ampliación de la central

a carbón de Datteln en Alemania (cerca de Munster), de 1.055 MW y de un costo de más de un billón de Euros. La razón principal para este fallo fue la gran emisión de CO₂ que iba a producir, a pesar de contar con la más avanzada tecnología en materia de “limpieza” del carbón. Y la justificación para construirla era una a la cual se recurre siempre para disculpar a las fuentes dañinas: que en el futuro faltará energía en el país (Le Temps, de Suiza, 19.09.09).

China, el segundo mayor emisor del mundo, obtiene el 80% de su energía del carbón; pero ya detuvo la construcción de centrales de 300 MW o menos, que son las más contaminantes (LN 25.09.09).

3.3. El petróleo y sus derivados

Estos combustibles constituyen la segunda fuente energética más contaminante y una de las más productoras de gases de invernadero (GI). Están presentes en la generación eléctrica, en el transporte y en la industria. Su precio actual, que es elevado, no limita su consumo. Además, a causa de su alto precio, se buscan y se encuentran nuevas reservas abundantes, como las del mar territorial de Brasil (Pre-sal), las de la costa de Sierra Leona y muy recientemente las del “prospecto Tíber”, en

el Golfo de México, perteneciente a British Petroleum y con un volumen estimado en tres mil millones de barrels (DF 03.09.09). China proyecta invertir USD 16 mil millones en un proyecto conjunto con la empresa petrolera estatal venezolana, para explotar la faja del Orinoco (EM16.09.09). Algunas centrales de generación eléctrica (las de ciclo combinado) pueden usar también gas natural, el cual contamina menos y cuesta menos, pero tuvieron limitaciones de abastecimiento en nuestro país, limitaciones que hoy son ya menos importantes, como veremos al tratar de este combustible. Un derivado del petróleo, llamado **petcoke** o carbón de petróleo, es más barato y más contaminante (níquel, vanadio, SO) que el carbón; en el 2002 Suez fue autorizada para usarlo en una de sus centrales de Mejillones, y AES Gener lo usaría en Nueva Tocopilla.

La capacidad aproximada de las centrales a petróleo y de ciclo combinado, en Chile, se presenta en el **Cuadro 2**. Las plantas que están operando o que están por entrar en producción suman una potencia de más de 4 600 MW. En primer lugar se sitúa la estadounidense AES Gener; la italiana Endesa tiene la gran central San Isidro; la australiana Pacific Hydro, es dueña de la gran central Nehuenco; siguen la ex Gas Atacama y la multinacional Southern Cross.

CUADRO 2:
CENTRALES DE GENERACIÓN ELÉCTRICA, A PETRÓLEO O SUS DERIVADOS, OPERANDO O EN PERSPECTIVA. CHILE, OCTUBRE 2009

Empresa	Nacionalidad	Central	Ubicación	Potencia	Status
AES Gener	USA	Laguna Verde	Valparaíso	19 MW	operando
AES Gener	"	Renca	Santiago	100 MW	operando
AES Gener	"	Nueva Renca	Santiago	379 MW	operando
AES Gener	"	Sta. Lidia	Cabrero	140 MW	operando
AES Gener	"	TermoAndes	Salta	642 MW	operando
Endes	"	San Isidro I y II	5ª Reg.	hasta 747 MW	operando
Suez	Francobelga	Mejillones 3	s/d	s/d	s/d
Suez	"	Tocopilla (5 unidades)	Tocopilla	162 MW	operando
Suez y Codelco		Tamayo (Barriles)	Tocopilla	100 MW	operando 2009
Ashmore Inv.Mgt	SD	Atacama 1 y 2		781 MW	operando
Southern Cross	Multinacional	Campanario	Cabrero	180 MW hasta 380 MW	operando
Southern Cross	"	T. Amarilla y D.Almagro		290 MW	operando
Southern Cross	"	Hawk	s/d	160 MW	operando
Pacific Hydro (con Astaldi, Italia)	Australia	Nehuenco	Codegua	853 MW	operando
Holding Aledan	Chile	Emelda	Atacama	72 MW a 200 MW	operará dic.09
s/d = Sin Dato					

En este grupo las centrales más antiguas son: Renca, 1962; Laguna Verde, 1990; y Nueva Renca, 1997. En total, las centrales enumeradas suman una potencia de 2513 MW.

En este grupo las centrales más antiguas son: Renca, 1962; Laguna Verde, 1990; y Nueva Renca, 1997.

Según la compañía Aledan, ellos pudieron ingresar a la generación con petróleo "gracias al apoyo gubernamental a estos proyectos" (DF 26.08.09).

3.4. El gas (metano)

Este combustible emitiría un 60% menos de GI que el carbón y el petróleo. Las reservas, en el mundo, son cuantiosas y se descubren nuevos yacimientos, por ejemplo, en Brasil y en el Golfo de México; en septiembre de este año 2009 se informó de un gran yacimiento que se agrega a la reserva de 5 billones de m³ existente en Venezuela, y de una inversión importante de Repsol (española) para aumentar la producción de gas en Bolivia.

En el complejo energético de Suez, en Tocopilla, hay una unidad de 42 MW a gas y diesel, y una unidad a gas, de ciclo combinado, de 400 MW (la "Unidad 16"). Estas y otras instalaciones han tenido que ser paralizadas o convertidas a petróleo a causa de la incertidumbre de disponer de gas natural argentino, incertidumbre que es uno de los argumentos que se sigue invocando para justificar las centrales a carbón. Este problema ha sido eliminado desde que en septiembre de 2009 ha comenzado a funcionar regularmente la planta de regasificación de gas natural licuado². Esta planta está ubicada en Quintero, es de propiedad de Metrogas (a su vez parte de CGE), Enap, Endesa y British Gas (ésta con un 40%, y contratada para proveer el combustible), y su instalación costó USD 1.150 millones. Habrá nuevas llegadas de GNL cada 2 a 3 semanas, para introducir en la red 5 millones de m³ diarios de gas, asegurando el suministro a 300 empresas, incluyendo la Refinería de la Empresa Nacional de Petróleo (ENAP) en Concón, las centrales de Nueva Renca y San Isidro, de Endesa, y el abastecimiento doméstico de

Santiago por Metrogas. Este volumen se duplicará en el segundo semestre de 2010 (DF 03.09.09).

ENAP y Copec están reactivando un proyecto de co-generación de 125 MW, destinado a proveer de energía y de vapor a la refinería de petróleo de Concón de la ENAP.

Una modificación del convenio original hace que el precio de USD 8.- por millón de BTU (que equivale a 27m³) que se pagó por el primer embarque (proveniente de Trinidad), durante el período de marcha blanca de la planta, ya haya bajado a USD 3.- por millón de BTU, en circunstancias de que el gas natural argentino está a USD 15 por millón de BTU. (DF 03.09.09). El precio del gas podría caer aún más, a menos de USD 2.- por millón de BTU (DF 07.09.09).

ENAP proyecta para junio 2010 llevar parte del gas licuado a la 8ª Región, primero en camiones y después –regasificado– por un gasoducto, reemplazando al diesel o petróleo pesado como fuente para la industria y la generación eléctrica de la zona. El gas puede reemplazar con ventaja a la leña, por ejemplo, en la fabricación de ladrillos (LN 13.08.09)

Suez, asociada a Codelco, está creando en Mejillones una terminal para barcos metaneros con capacidad regasificadora similar a la de Quintero. Estaría operativa en abril del 2010; y en el 2013 estará terminado un estanque en tierra. En la distribución participarán Edelnor (de Suez y Codelco) y EMEL (DF 02.10.09).

En enero del 2009, el Ministro de Planificación de Bolivia no descartaba vender gas a Chile (LN 12.01.09) y en noviembre se discutía la venta de GNL regasificado por Chile a Argentina.

En Magallanes Enap produce 4 millones de m³ diarios de gas, los que se venden a la empresa canadiense local Methanex; Geopark extrae un millón de m³ diarios, y otras empresas extranjeras han hecho importantes inversiones para explotar nuevos yacimientos en la zona, con destino a industrias chilenas y argentinas de la región.

(Cada millón de m³ diarios de gas equivale aproximadamente a disponer de una capacidad de 50 MW).

2 Importado, al principio, desde Trinidad, después desde Guinea Ecuatorial y más adelante desde Egipto y otros países.

Se ha informado que desde el año 2009 la planta regasificadora de Quintero entregará gas en un volumen anual equivalente a 385 MW de potencia; ésta aumentará a 510 MW en el año 2014. Una planta en Concepción representa una potencia de 385 MW en 2009 o 2010. Otra estación regasificadora en Hualpén representa 385 MW en 2009-2010 y subirá en forma escalonada hasta 760 MW en 2015. En la industria de cemento de Polpaico funcionarán turbinas a gas de 125 MW de capacidad en 2010 y de 250 MW en el 2014.

4. ARGUMENTOS PARA MANTENER Y AUMENTAR (O PARA REDUCIR) EL USO DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES

4.1. Las necesidades

El principal argumento se basa en la proyección de las necesidades de energía, acorde con el crecimiento previsto para la economía nacional. Se había dicho que éste alcanzaría a un 100% para el período 2020: es decir, de aquí a entonces se deberían crear centrales con una capacidad de 12 mil MW. La Comisión Nacional de Energía (CNE), en 2008, proyectó que la demanda pasaría de los 53.000 GigaWatt-horas producidos en ese año a 89.000 GigaWatt-horas en 2018; estos equivalen aproximadamente al requerimiento de una potencia instalada de 20.000 a 22.000 MW. En efecto, una potencia de 1 MW equivale aproximadamente a la producción de 4,4 GW/horas anuales de energía. El Colegio de Ingenieros publicó una proyección basada en aumentos uniformes de mil MW cada año, llegando a 23.000 MW para 2018, a 25.000 MW para el año 2020 y a 35.000 MW para el 2030 (18). Se trataría de una exageración, en vista de que Libertad y Desarrollo, en 2007, estimaban que la demanda llegaría a 16.600 MW en 2020, aumentando a razón de 500 MW al año (Temas Públicos, 23.07.07); según la empresa Colbún, la demanda crece entre 500 y 600 MW por año (EM 12.09.09). El Mercurio, en junio 2009, da para el 2020 un requerimiento de 19.000 MW, estimación que atribuye a la CNE, y señala que para cubrir este requerimiento debe haber 25.000 MW instalados (Emol, Energía en Chile).

Los Cuadros anexos demuestran la posibilidad de una sobreoferta energética en un futuro próximo, lo cual permitiría, incluso, exportar energía.

Con todo, se debe tener presente la demanda adicional que pudiera derivar de la instalación de plantas desalinizadoras de agua de mar encaminadas a las necesidades de la explotación minera, y aquella vinculada a las telecomunicaciones.

4.2. La eficiencia

El argumento de la magnitud de las necesidades futuras mueve a destacar con más fuerza que antes el papel que desempeña el aumento de la eficiencia energética, fenómeno que se observa desde hace tiempo. En los

países desarrollados, a partir de la crisis petrolera de 1973-74, la demanda de energía se "desacopló" del crecimiento económico - que ha sido cercano al 100% en 1974-1995 y permanece casi estable hasta hoy. En California se establecieron, en 1977, normas que han permitido que el 75% del aumento proyectado de la demanda sea cubierto por la mayor eficiencia demostrada, como resultado de lo cual no se han necesitado centrales a carbón ni embalses ni plantas nucleares (P. Ponce, Plataforma Urbana, 26.07.09).

En Chile, hace varios años que Codelco ha disminuido la razón entre consumo de energía y producción. En 2008 la economía creció y el total de la demanda energética bajó en 0,75%, hecho que fue destacado por la Presidenta Bachelet en su mensaje del 21 de mayo del 2009 (EM 5.01.09 y DF 10.06.09); y en el primer semestre de 2009 el consumo en el sistema interconectado central (SIC) bajó 0,6%. El Programa País de Eficiencia Energética, de la CNE, estima un ahorro de 20% al año 2020. (La Tercera, 5.03.09), cálculo ratificado por el ministro de energía (DF 31.08.09). Se divulgan las posibilidades de ahorro en el alumbrado público (placas solares) y doméstico, en los semáforos (LED) y en la calefacción (paneles solares), con respaldo de subsidios. Uno de los escenarios presentados por N. Borregaard a comienzos del 2009 incluye la posibilidad de cubrir, mediante la eficiencia, un 25% de las necesidades previstas (Portal Minero Chile, 02.09). En mayo 2009 Endesa anunció que retrasará la entrada de las centrales hidroeléctricas Los Córdoros (150 MW) y Neltume (403 MW) para el 2013 y el 2014, respectivamente (DF 27.05.09). El Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Chile y otros expertos estiman que en el período 2014-2025 las grandes centrales hidroeléctricas enfrentarán una situación de sobreoferta (LN 05.09). El ministro de energía ha elaborado un anteproyecto de ley para eliminar el incentivo negativo para la eficiencia representado por el hecho de que las distribuidoras cobran por volumen de electricidad vendida: la propuesta es que cobren por el servicio de distribución, independientemente del monto entregado (DF 31.08.09).

A estos progresos contribuye la investigación científica y tecnológica en el campo de la mecánica y de la electrónica, a pesar de que ella es todavía muy restringida. Un ejemplo es el mejoramiento de las turbinas por el uso

de aditivos como el renio o el litio y, especialmente, la combinación con celdas de combustible (vide infra)

El aumento necesario de capacidad energética, así corregido drásticamente, puede ser satisfecho, como veremos, por un rápido aumento en el uso de las tecnologías alternativas limpias y seguras.

Antes de pasar a revisar estas tecnologías debemos examinar un tema en que nuevamente hay una asociación estrecha entre la climatología y la salud: se trata de la eficiencia energética de la alimentación humana y animal. Este consumo da cuenta del 20% de la emisión de gases de invernadero. Le afecta un grado de ineficiencia que está representado por el sobrepeso y la obesidad crecientes, cuya magnitud ha sido estimada en un 42% para el caso de Inglaterra. A nivel mundial causaría el 1 a 2% de la emisión total de GI (17); y en Chile, con un 23% de obesidad en la población mayor de 17 años (19), esa proporción puede ser similar. Este tipo de ineficiencia energética se distribuye entre la mayor producción de alimentos y el mayor consumo en el transporte de personas más pesadas (17). Especial importancia tienen las carnes rojas, ya que el ganado es el principal emisor de metano y de NO, cuyo efecto de invernadero es mucho mayor que el del CO₂. El control de este problema causaría un mejoramiento muy significativo de la salud, particularmente del aparato cardiovascular y de algunos cánceres como el de mamas y el de las vías biliares (20).

5. BÚSQUEDA DE FUENTES ALTERNATIVAS

Estas fuentes son de dos tipos: 1) Fuentes limpias, seguras y viables desde ahora; 2) Fuentes que presentan problemas de seguridad, y/o de contaminación, además de ser, algunas, de largo período de incubación.

5.1. LAS FUENTES LIMPIAS, SEGURAS... Y VIABLES DESDE AHORA

Estas fuentes pueden resolver el problema del cambio climático. Sin embargo, porque algunas de ellas, como el viento, están disponibles en forma variable, es necesario almacenar la energía que producen y transportarla y usarla en forma eficiente, o respaldar unas fuentes por otras. **En suma, se necesita combinarlas en un sistema inteligente** (22). La Agencia Internacional de Energía (AIE) estima que en el 2050 el 46% de la energía primaria podría proceder de fuentes renovables. Por su parte, Greenpeace

calcula que a esa altura toda la energía de un país como España podría tener ese origen. En Alemania las fuentes limpias y seguras ya proporcionan alrededor del 15% de la electricidad (The Economist 16.09.09).

Una parte del financiamiento requerido puede provenir de la venta de Certificados de reducción de emisión de carbono, procedimiento ya iniciado por algunas empresas chilenas, como ENAEX (DF 14.10.09) y el Metro de Santiago (DF 08.10.09).

5.1.1. La energía eólica

Según el Informe Riso 7, vinculado al IPCC, la producción eólica tiene una tecnología madura y está creciendo 17,1% anual (22, 23). Hoy contribuye el 3,3% de la energía global y crece a razón de 25% por año, de modo que es posible que en el 2030 llegue al 29,1% de la potencia total (Le Temps, Suiza). A fines de 2006 ya había en Alemania 20 622 MW de potencia eólica, que aportaban el 6% del consumo de energía del país. En Dinamarca el 20% de la electricidad generada es de fuente eólica (EM 01.06.09). En Suiza hay ya presentados 200 proyectos para ser instalados en las cumbres del Jura, con lo cual esta fuente podrá producir el 8% de la energía requerida (Le Temps, Suiza, 19.09.09). China, en mayo del 2009 había instalado ya 12 000 MW de capacidad eólica y fue, con EE.UU. e India uno de los países que instalaron más parques eólicos en el 2008, año en el cual el Wind Energy Council contabilizó 120 000 MW de capacidad en el mundo (citado por el Banco Mundial, 2009) (21).

Un desafío para las autoridades consiste en evitar la anarquía que puede resultar de la competencia de cientos de empresarios y de dueños de terrenos por instalar aerogeneradores en los sitios que les ofrecen mayores beneficios. Otro desafío es el de crear las normas adecuadas para su ingreso a las redes de distribución (22).

A diferencia del sol, esta fuente funciona durante la noche, sin necesidad de complementos técnicos para almacenar la energía producida en el día. La proporción de tiempo en que funciona a pleno rendimiento depende de las condiciones del viento en el lugar de emplazamiento: en España esa proporción se estima en 25%.

Según la CNE, el potencial de esta fuente en Chile es de 5 a 10 mil MW. El director de Servicios Eólicos S.A. pronostica que en 15 a 20 años habrá 2 a 3 mil MW

instalados, y precisa que se necesitan sitios con vientos de 7 a 9 mts/segundo, y con superficies de al menos mil has. (aunque ocupan sólo el 5%, dejando el resto libre para agricultura o ganadería). Mainstream Renewable Power (Irlanda) declara que Chile puede llegar a una potencia de 44 mil MW en parques eólicos (LN 26.03.09). La empresa Vestas, de Dinamarca, ha vendido los primeros aerogeneradores de Chile, y Windservice ha construido los primeros parques.

Según G. Bitrán, la energía eólica por producir en Monte Redondo costará USD 110 por MW-hora, en comparación con USD 101 de la Central Campanario, a petróleo; pero estos cálculos no toman en cuenta las externalidades negativas que corresponden al uso de combustibles fósiles.

La mejor prueba de la viabilidad de la energía derivada del viento, en el corto plazo, es la gran cantidad de proyectos en ejecución o aprobados en los últimos dos o tres años (24).

Según D. Geller, de UNIP (Minergia,08.09) hay cuatro proyectos por materializar en el corto y mediano plazo, que representan USD 628 millones; pero ellos podrían aumentar en breve, en función de la oposición a varios de los proyectos a carbón, como Barrancones, Cruz Grande y Farellones. En el **Cuadro 3** se consigna una lista extraída de los medios de comunicación más accesibles. Las Centrales enumeradas suman más de 4 100 MW de potencia, cuando hace un año nuestra información se refería a proyectos que sumaban sólo 705 MW (7). Las principales empresas hoy comprometidas son: Eólica Navarra (Enhol), que en algunos proyectos aparece asociada con la empresa franco-belga Suez; la también española / andaluza Ener Renova; Endesa, de propiedad del Estado italiano y que para algunas centrales está asociada con la alemana Sowitec y para otra con la empresa española Acciona; Seawind, inglesa; Eolic Partners, alemana; SN Power, noruega, que usa el nombre "Trayenco"; Andes Energy, donde el socio financiero es Mainstream Renewable Power, irlandesa.

CUADRO 3:
CENTRALES EÓLICAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA, OPERANDO O EN PERSPECTIVA. CHILE, OCTUBRE 2009.

Empresa	Nacionalidad	Parque	Ubicación	Potencia	Status
.....	Chile	Baguales	Aysen	2 MW	operando
Endesa	Italia	Canela I	4ª Reg.	18 MW	operando
Endesa	"	Canela II	"	60 MW	en construcción
SN Power* y Soc.Centinela	Noruega	Totoral	Canela	46 MW	operando
Ener Renova con Invers. Bosquemar	Chile	Lebu Sur	8º Reg	108 MW hasta 300 MW	en construcción
Ener Renova	Chile	Las Dichas	8ª Reg	16 MW	EIA 2009
Seawind	Inglaterra	Chome	Hualpén	10 MW	EIA aprobado
Seawind	"	Altos de Hualpén	Hualpén	20 MW	EIA aprobado
Seawind	"	Quillagua	2ª Reg.	100 MW	EIA 2009
Seawind	"	Hac. Quijote	Canela	26 MW	EIA 2009
Seawind y Codelco		para Mina Gaby	2ª Reg.	40 MW	en construcción
Cristalería Toro	Chile			9 MW	
Barrick	Canadá	Punta Colorada	La Higuera	36 MW	en construcción
Eolic Partners.	Alemania	La Gorgona	4ª Reg.	76 MW	EIA 2009
Eolic Partners	"	El Pacífico	4ª Reg.	72 MW	EIA 2009
Acciona (Windpower) y Endesa	España	Canela II	4ª Reg.	60 MW	EIA 2008
Enhol*- Suez	España.y Francobelga	Monte Redondo	Ovalle	38 MW	operando
Enhol-Suez		Talinay	Ovalle	500 MW	EIAaprob.2009
Seawind	Inglaterra	Quillagua	María Elena	100 MW	EIA pres.2009
Seawind	"	Hac. Quijote	Canela	26 MW	EIA pres.2009
Seawind y Codelco		para Mina Gaby	2ª Reg.	40 MW	en construcción
Sowitec y Enel	Alemania e Italia	Valle de los Vientos	Calama	99 MW	EIA 2009
Sowitec y Enel	"	Otras	s/d	1700MW	prpyectos
Enhol*	España		Coquimbo	100 MW	proyect 2008
Enhol	"		Atacama	100 MW	proyect 2008
Enhol	"		Hualpén	20 MW	proyect 2008
Enhol	"	Otras		100 MW	

Cuadro continúa en siguiente página ►

Ener Renova	España	La Cachina	Los Vilos	66 MW	EIA aprob.
Andes Energy*	Chile-Irlanda	Laguna Verde	5ª Reg	24 MW	en construcción
Andes Energy*	Chile e Irlanda	Cebada	4ª Reg	100 MW	en evaluación
Andes Energy	"	Alcones	4ª Reg	80 MW	en evaluación

* Andes Energy es EW Inversiones y está asociada a Mainstream Renewable Power, de Irlanda. Suez es Eco-Energy. Enhol es Eólica Navarra. SN Power opera en Chile con la denominación "Trayenco"; pero para la central Totoral es Norvind.

Monte Redondo, central de 38 MW, con inversión de USD 100 millones e instalada por Suez, fué inaugurada en presencia de la Presidenta Bachelet (DF 9.10.09).

Además, a fines de marzo del 2009, Codelco convocó a licitación internacional para un parque eólico de 20 a 40 MW, probablemente en Pampa Elvira, el cual se adjudicará a fin de año. Methanex Corporation ha presentado su EIA para una central eólica de USD 5 millones (c. 4 MW) en Magallanes (DF 1.09.09). Mainstream Renewable Power, en unión con EW Inversiones, anuncia que invertirá USD mil millones en energía eólica en Chile (LN 26.03.09).

5.1.2. Hidroeléctricas de pasada

En el mundo la hidroelectricidad crece al 2% anual; en el 2007 constituía el 16% de la potencia total, y esta proporción se mantendría en el 2030. (22).

En el **Cuadro 4** se consignan los proyectos correspondientes a centrales hidroeléctricas de pasada que han sido aprobados, o están en ejecución u operando. El Cuadro demuestra la posición privilegiada de Chile, que debe a los grandes desniveles entre cordillera y mar el tener muchas centrales de pasada con más de 100 y con hasta 400 MW de potencia. En conjunto suman más de 4.000 MW, y hay otros 500 MW en proyecto. Su desarrollo se detuvo durante el período en que llegó gas natural de Argentina; pero al reducirse esta fuente, el impulso se ha recuperado.

ANEXO 4:
CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE PASADA, OPERANDO O EN PERSPECTIVA. CHILE, OCTUBRE 2009.

Empresa	Nacionalidad	Central	Ubicación	Potencia	Status
Colbún #	Chile	Juncal y Juncalito	Los Andes	27 MW	operando 1994
Colbún	"	Chacabuquito	Los Andes	25 MW	operando 2002
Colbún	"	Blanco	Los Andes	52 MW	operando 1993
Colbún	"	Hornitos	Los Andes	55 MW	operando
Colbún	"	Aconcagua		73 MW	operando
Colbún	"	Los Quilos	San Esteban	9 MW	operando 1943
Colbún	"	Carena	Curacaví	9 MW	operando
Colbún	"	Chiburgo	7ª Reg.	19 MW	operando
Colbún	"	S. Ignacio	7ª Reg.	37 MW	operando
Colbún	"	Isla	S.Clemente	68 MW	operando
Colbún	"	Curillinque	S.Clemente	89 MW	operando
Colbún	"	Quilleco	8ª Reg.	36 MW	operando
Colbún	"	Rucúe	Quilleco	170 MW	operando 1998
Colbún	"	Trupán	8ª Reg.	36 MW	EIA aprobado
Colbún	"	Carilafquén	9ª Reg.	18 MW	EIA aprobado
Colbún	"	San Pedro	Valdivia	144 MW	en construcción
Colbún	"	Río Blanco	10ª Reg.	25 MW	EIA aprobado
Colbún	"	Canutillar Lago Chape	Lago Chape- Reloncaví	172 MW	operando 1991
Endesa	Italia	Sauzal y Sauzalito	Rancagua	88,8 MW	operando 1948
Endesa	"	Los Cóndores	S.Clemente	150 MW	EIA aprobado
Endesa	"	El Toro	Laja	400 MW	operando 1973
Endesa	"	Abanico	Antuco	136 MW	operando 1948-59
Endesa	"	Antuco	Antuco	320 Mw	operando 1981
Endesa	"	Neltume	Valdivia	403 MW	operando
Endesa	"	Pilmaiquén	10ª Reg.	39 MW	operando
Endesa	"	Pullinque	10ª Reg.	50 MW	operando

Cuadro continúa en siguiente página ►

Endesa	"	Palmucho	Los Angeles-Ralco	32 MW	en construcción
Endesa	"	Ojos de Agua	7ª Reg.	9 MW	operando
Idroenergía	"	Río Negro	10ª Reg.	8 MW	en proyecto
CGE *	Chile	Peuchén	Sta. Bárbara	75 MW	operando
CGE *	"	Mampil	Sta. Bárbara	49 MW	operando
CGE *	"	Licán	Sta. Bárbara	17 MW	en construcción
CGE *	"	Ñuble	San Fabián	136 MW	en construcción
Canalistas del Maipo**	Chile	La Florida	La Florida	28 MW	operando
Coop. Eléctr, Osorno	"	Capullo	Puyehue	20,5 MW	operando
Canalistas del Maipo	"	Puntilla	Pirque	22,2 MW	operando
Comisión de Riego	"	Obras y Desarrollo	s/d	25,5 MW	operando
Carbomet S.A.	"	Carbomet	San Bernardo	10,4 MW	operando 1944
Com. Nac. de Riego	"	Lircay	7ª Reg	20 MW y hasta 50 MW	operando 2008
Pacific Hydro##	Australia y	Chacayes	Alto Cachapoal	111 MW	en construcción
y SNPower	Noruega	Confluencia	Alto Cachapoal	176 MW	en construcción
Pacific Hydr y SNP	"	La Higuera	Tinguiririca	155 MW	EIA aprobado
SN Power	Noruega	Liquiñe	Panguipulli	118 MW	EIA
(Trayenco)	"	Pellaifa	Panguipulli	108 MW	EIA
SN Power	"	Reyhueico	Panguipulli	38 MW	EIA
SN Power	"	Maqueo	Lago Maihue	136 MW	en reestudio
Hidroaustral	Chile	Palmar -Correntoso	Puyehue	13 MW	EIA 2008
AES gener	USA	Alto Maipo		531 MW	en construcción
GPE S.A.	Alemania	Trueno	Temuco	5,6 MW	en construcción
GPE S.A.	"	Mallarauco		s/d	s/d
GPE S.A.	"	Río Huasco		s/d	s/d
GPE S. A.	"	Puclaro	Vicuña	5,6 MW	operando 2003
Com. Nac. de Riego		Lircay	7ª Reg	20 MW y hasta 50 MW	operando
Pehuenche S.A.		Loma Alta	7ª Reg	38 MW	proyecto
Suez y A. Matthei		Laja	9ª Reg	25 MW	a construir 2009
Besalco	Chile	Los Hierros	7ª Reg	19,5 a 24 MW	EIA presentado
Enhol	España	Río Turbio	4ª Reg	21 MW	EIA presentado
Suez ***	franco-belga	Chapiquiña	Arica	10,2 MW	operando
Corfo	Chile	El Manzano	Melipeuco	5 MW	operando 2009
# Colbún es también Minera Valparaíso; en la 5ª Región es Guardia Vieja S.A.					
* CGE: Cía General de Electricidad, de familias Marín- Del Real y Pérez Cruz.					
** Se estima un potencial de 866 MW que se podría desarrollar en conexión con obras de regadío.					
## Estas empresas encargan la construcción a la italiana Astaldi.					
*** Suez opera aquí con el nombre de Edelnor.					

Las centrales de este tipo tienen la reputación de ser amigables para el medio ambiente; sin embargo, esto depende del criterio con que hayan sido diseñadas, y la Central Canutillar es mencionada como ejemplo de impacto ecológico negativo.

En este rubro la empresa principal es Endesa, seguida de Colbún, AES Gener, CGE y SN Power.

En septiembre 2009, Gener logró derechos de agua en el Río Bueno, ganando en la Contraloría frente a la Dirección General de Aguas, después de una discusión de 20 años; con este recurso puede instalar un potencial de hasta 120 MW (DF 25.09.09).

En agosto de 2009, Pacific Hydro se adjudicó, en un remate efectuado por la Dirección General de Aguas, derechos de aprovechamiento de agua en el Alto Cachapoal; pagó por ellos USD 41 mil (DF 03.09.09).

Las posibilidades de esta fuente para la generación de electricidad van más allá de estos proyectos: por ejemplo, Besalco anuncia que está viendo otros tres proyectos en la misma zona, llegando a aproximadamente 40 MW, y que están atentos a este tipo de negocios en otras zonas. (DF 24.08.09). El holding Aledan (familia Mas) estudia desarrollar varios proyectos hidroeléctricos, de 5 a 20 MW, comenzando en 2010 en la zona central.

5.1.3. Geotermia

Esta tecnología está madura y crece al 20% anual. Hoy participa en el 0,4% de la generación mundial y se prevé que en el mundo esta contribución llegue al 2% en el 2030 (22).

Chile tiene también una posición privilegiada en este rubro. Por ejemplo, ENEL –la empresa estatal italiana dueña de la Endesa– estima el potencial geotérmico de Chile en 3.350 MW, y espera tener datos “interesantes” sobre Zoquete y Apacheta, en la 2ª Región (Diario Financiero 29.01.09). Geoglobal Energy lo estima en 2 000 MW (DF 1.06.09). La irlandesa Mainstream Renewable Power evalúa este potencial en 3.800 MW; y el Ministerio de Minería, en un mínimo de 3.500 MW, pudiendo llegar a 20.000 MW y a cubrir el 15% de la matriz nacional en el 2030.

Respecto a esta fuente, la Corporación de Fomento calcula que la exploración tiene un costo de USD 2 millones por cada perforación de mil metros (con resultado incierto), por lo cual se planea, para el 2010, otorgar subsidio o garantía para crédito (Diario Financiero 29.01.09). En algunas regiones de Chile, un pozo puede corresponder a una potencia de 45 MW. A mediados del 2009, ya hay 37 solicitudes de concesión, por más de un millón de hectáreas (ENAP).

Entre los proyectos publicados figuran los de Geoglobal Energy (GGE), de EE.UU. y N. Zelanda (Mighty River Power), en la zona de los volcanes Llaima y Tolhuaca. En Tolhuaca se prevé una central de 75 MW y un plazo de operación al 2012. En la misma zona, GGE está asociada, con CORFO y Antofagasta Minerals, en “Geotermia del Pacífico”, para perforar otros pozos en Tolhuaca y en las Termas de Río Blanco (Tripán). En el norte, GGE ha licitado un área llamada Puchuldiza Sur, cerca de Colchane. Colbún también anuncia que se ha asociado con GGE para desarrollar proyectos geotérmicos en Chile (El Mercurio, 12.09.09).

La Empresa Nacional de Geotermia (ENG) o Geotérmica del Norte (GDN) ha sido formada por la italiana Endesa, ENAP y Codelco para trabajar el área de San Pedro de Atacama: proyectan tener en operación en el 2012, pozos en Pampa Apacheta y en La Torta (El Tatio), cada uno con un potencial de 40 MW y un costo de USD 160 a 200

millones (LN 10.09). Esta misma empresa está interesada en áreas geotérmicas vecinas a Chillán.

Una compañía francesa de Geotermia, en conjunto con ENAP, estudia los yacimientos de Calabozo, próximos a Curicó, donde el potencial previsto fluctúa entre 100 y 700 MW.

ENAP también se ha asociado con Antofagasta Minerals (Luksic) en la compañía “Energía Andina”, para explorar proyectos de geotermia (minergia.cl).

5.1.4. Solar

En 2008 la energía solar representaba una potencia de sólo 540 MW en el mundo y España tenía 132 MW; pero había en este país 1417 MW en construcción.

En EE.UU. el precio por KW/hora de energía generada en las grandes centrales solares, considerando todos los costos durante su vida útil, fue USD 0,17 en 2007 y se estima que en 2020 será de USD 0,07 (EIA, de EE.UU., citada por DF 05.10.09)

La tecnología de pilas fotovoltaicas está madura para la primera generación; está en fase de penetración de mercado para la segunda, y en fase de investigación para la tercera. Su empleo crece en un 40% anual y su participación debe pasar del 0,1% en 2007 a 1-2% en 2030 (22). Existe la posibilidad de guardar la energía para mantener la corriente eléctrica durante la noche.

Los paneles fotovoltaicos son rentables como fuente para la generación de electricidad si se logra un potencial de 500 MW en 25 Km². (DF 29.01.09). Las celdas de silicio tienen un rendimiento aceptable del 18%, pero son caras y pesadas. Se estudia la adopción de colorantes fotosensibles como los de titanio y la ftalocianina de zinc, así como el perfeccionamiento del electrolito (perileno, por ejemplo).

La mayor potencia se podrá lograr en centrales de concentración solar, en que una gran cantidad de espejos móviles dirigen la radiación hacia volúmenes de líquido o de aire que accionan turbinas.

Los calentadores solares constituyen una tecnología madura y que crece a un ritmo anual de 17 a 20%. Los hay planos y de tubos y se instalan en los techos o patios, en conexión con termos que permiten guardar el calor. Su

uso está establecido para la calefacción y el agua caliente a escala de edificios o de distritos, así como para nuevas aplicaciones en la industria. El 20-22 de noviembre de 2009 se realiza en Santiago la III Feria Solar, vinculada a la Universidades de Chile, de Santiago y F. Santa María, y a INACAP (www.energiafuturo.com).

Los desiertos del norte representan para nuestro país una gran reserva de esta fuente energética. Por ejemplo, Mainstream Renewable Power ha declarado que Chile puede instalar una potencia de 37 000 MW de energía solar. En el mismo sentido se ha pronunciado el inventor estadounidense S. Ovshinsky (EM 14.10.09).

En abril 2009, la CNE anuncia licitación para instalar en la 2ª Región una granja fotovoltaica de 1 MW y una de concentración solar de 10 MW. Solarpark, empresa española, habría anunciado el proyecto de una granja solar fotovoltaica de 9 MW, cerca de Calama, a un costo de USD 40 millones, y con perspectiva de producir en el 2010.

En el 2008, Sistemas Automáticos S.A. habría presentado a EIA el proyecto de generación solar ICARO para una potencia de 23 MW en el norte de Chile (El Mercurio 23.06.08). Este proyecto es mencionado de nuevo en el año 2009 (portal.minero.com 26.06.09) pero no hay claridad acerca de su evolución.

Más recientemente, se informó de un proyecto cuyo EIA habría sido presentado a comienzos del 2009 por Daekyeon Solar (de Corea) y E. Cordero, para una primera planta de 10 MW cerca de Copiapó, en un terreno de 600 has. y, al parecer, junto con una fábrica de elementos fotovoltaicos, hasta un gasto de USD 90 millones. Se empezaría a generar electricidad en el 2012 y después se expandiría la central hasta una potencia de 150 MW, con una inversión de USD 1.350 millones (La Tercera 12.01.09 y Biblioteca DEL CONGRESO 20.01.09).

5.1.5. Mareomotriz

Se pronostica que, aunque hoy está sólo en fase de demostración, para el 2030 aportará el 10% de la energía global (22).

Esta es una fuente cuyo empleo, particularmente en relación con los puentes a construir en la zona de Chiloé, ha sido propuesto por ingenieros chilenos (3). Un diseño se basa en hélices submarinas; y otro, en alerones que,

al oscilar según el movimiento del mar, envían agua a presión, la cual a su vez comprime aire que mueve turbinas ubicadas en la costa.

En el 2008 se anunció un estudio de factibilidad por parte de las Universidades Católica, de Santiago de Chile y de Upsala (Suecia). En Junio 2009 se anunció que la empresa inglesa Garrad Hassan, por encargo del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), hizo una preselección de los lugares apropiados para aprovechar la energía mareomotriz en Chile y eligió:

Canal de Chacao, Golfo de Corcovado, Estrecho de Magallanes, Ventanas, San Antonio, San Vicente, Coronel, Corral y Puerto Montt. Calculan que en Chacao, Corcovado y Magallanes se podría generar 160 GW/hora anuales en forma costo/efectiva.

Mainstream Renewable Power estima en mil MW el potencial que Chile puede obtener de la energía mareomotriz.

5.1.6. La captura de carbono por los bosques

Según la División de manejo forestal de la FAO, el 20% de la sobrecarga de carbono proviene de la deforestación en el mundo, fenómeno cuya causa principal es el reclamo de tierras para la actividad agropecuaria. El propio calentamiento del planeta contribuye, a través de la desecación, la temperatura favorable a los insectos xilófagos y los incendios. La pérdida neta de masa boscosa asciende a 7 millones de has. por año (Revista del Campo, EM 21.09.09). En Brasil, cada hectárea de selva convertida en pradera ha reducido la captura de carbono en 145 Tons anuales (9).

Nuevamente, Chile tiene aquí una gran oportunidad de neutralizar en parte las emisiones de CO₂ en el mediano y largo plazo. En el 2006 teníamos un 20,9% de la superficie cubierta con bosques, en su mayor parte, nativos (25). Pero sobre todo tenemos las cordilleras, que han sido deforestadas en épocas en que se necesitaba la energía y la madera que hoy se obtiene por otras vías. Hay ahí enormes superficies que deben ser reforestadas con las especies nativas que se están adaptadas al clima local. Es una manera de dar trabajo y de inspirar entusiasmo en los jóvenes. Mejoraría el clima en diversos aspectos, se regularía el régimen hídrico, se prevendrían los aluviones. La belleza y la biodiversidad que las montañas tuvieron

antes, al recuperarse gradualmente, aprovecharían al turismo y a las excursiones y de esta manera también contribuirían a dar trabajo y salud. Es el Estado, a través de una correcta planificación del territorio, el que puede y debe producir esta contracorriente respecto al exceso de infraestructuras centralizadas y de desarrollos inmobiliarios anárquicos. La observación satelital permite hacer el seguimiento de los resultados (9).

5.1.7. "Celdas de combustible" (o "Pilas de hidrógeno")

Están a punto de irrumpir como tecnología de conversión energética eficiente y versátil. Serán centrales en la futura "sociedad del hidrógeno", en que estaremos liberados de la dependencia de los combustibles fósiles. Todas las fuentes limpias y seguras que se han enumerado podrán aumentar su productividad técnica cuando se empleen para entregar energía a electrolizadores conectados a celdas de combustible, en vez de alimentar directamente a las redes de distribución. Los desafíos principales son: disminuir el costo, evitar riesgos de seguridad y programar el destino de las celdas ya gastadas.

Las celdas de combustible (CC) generan electricidad en forma continua a partir de la combinación de hidrógeno con el oxígeno del aire. El hidrógeno se obtiene de preferencia de un electrolizador de agua. Entra a la celda, poniéndose en contacto con el ánodo catalítico, donde se ioniza, dando lugar a una corriente de electrones. Los protones pasan a través de un electrolito y se dirigen al cátodo (también catalítico), donde se combinan con el oxígeno del aire, que ha sido reducido (ionizado) por la corriente eléctrica. Aquí se genera agua y calor (26, 27). Para ciertos usos, el H podría estar guardado en moléculas grandes, por ejemplo borano de amonio sólido, y ser liberado mediante la acción de un catalizador, por ejemplo, rodio (28).

El hidrógeno es un combustible que podría usarse directamente para generar electricidad. A diferencia de las tecnologías –como la eólica o la solar– que generan corriente para usar inmediatamente, ésta es energía limpia que se puede guardar en estanques, como el petróleo o el gas, y que puede servir de respaldo a aquéllas. La gran ventaja de la celda es que tiene mayor eficiencia de conversión energética que los sistemas convencionales: alcanza a 40-60% y si se aprovecha el calor producido –mediante co-generación– puede llegar a 80%. Además

no contamina, es silenciosa, no vibra y permite generar energía in situ; el costo de operación y de mantenimiento es mínimo.

El problema ha sido el alto costo de los electrodos catalíticos, que incluían platino o rutenio, zirconio, estroncio o paladio. Sin embargo, en Quebec se han desarrollado electrodos modernos de hierro, con carbono y nitrógeno, que dan un resultado similar a los de platino. Nisshinbo, de Japón, ha desarrollado una aleación de carbono resistente a la corrosión, que genera una potencia elevada y cuesta un sexto de la tecnología basada en el platino. La Universidad de California, por su parte, ha logrado reducir la cantidad del platino necesario a un cuarto del requerido anteriormente. La producción en gran escala, unida a la venta de bonos de carbono, ayudará a viabilizar el uso de las celdas.

Ya la Mercedes Benz anuncia para este año 2010 la producción en serie de automóviles con pila de hidrógeno, abastecidos de H puro desde estanques a presión. Toyota ensaya desde hace varios años un modelo híbrido que combina electricidad con celda de combustible. Lo mismo ocurre con el proyecto "Hércules", de Santana Motors, que cuenta con el apoyo de la Junta de Andalucía. Se ha calculado que esta tecnología es competitiva si el costo se rebaja a menos de USD 3 000 por kw de potencia. Se podrá aplicar a diversas escalas, desde la generación de electricidad para una región hasta la potenciación de un pequeño artefacto electrónico, pasando por vehículos y máquinas industriales.

Se precisa hacer el seguimiento del veloz desarrollo de esta tecnología³.

6. LAS FUENTES ALTERNATIVAS QUE PRESENTAN PROBLEMAS

6.1 Las Centrales atómicas

"La construcción de plantas nucleares se encuentra en plena expansión a escala mundial". Esta afirmación tajante se lee en una publicación reciente avalada por

³ Las fuentes de información incluyen: Biblioteca digital de la U. de Chile; el Laboratorio de Energía y Medio Ambiente de la Facultad de Ingeniería de la U. Diego Portales; la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas y la Facultad de Ingeniería de la U. de Chile; los sitios web de Mercedes Benz y Toyota).

el Colegio de Ingenieros de Chile (18). Esa expansión debe ser evaluada en el contexto del crecimiento global de las fuentes de energía. Ahora bien, junto a la frase citada hay un grafico que muestra como la proporción que corresponde a la fuente atómica en la producción mundial de energía subió hasta 1988, se detuvo después y ha bajado en el periodo 1993-2002, últimos años que cubre la información. El Informe Riso 7 señala que la fisión nuclear provee el 7% de la energía total y el 16% de la electricidad mundial; que crece a razón de 0,7% anual, y que en el 2030 puede generar el 10% de la electricidad; que las barreras a su desarrollo son el costo, la inseguridad, la dificultad de manejo de los desechos, la limitada vida útil y el riesgo de proliferación hacia fines bélicos o de terrorismo (22).

Estos antecedentes llevan a considerar con mayor atención las demás afirmaciones y argumentos que aparecen en la primera publicación citada.

Por ejemplo, los enunciados:

- "ha habido un gran avance en la seguridad" (de las centrales).
- "el suministro de combustible y la disposición de los residuos nucleares son confiables"
- "las naciones desarrolladas se comprometieron a garantizar el suministro seguro y oportuno del combustible (uranio) y a retirar el combustible nuclear gastado, reprocesándolo fuera de Chile...en repositorios internacionales".
- "la sismicidad de Chile no es obstáculo insalvable: Japón, Corea y California no han sufrido daños mayores en sus reactores" (pese a ser regiones sísmicas). Sólo que, "obviamente, la sismicidad se traducirá en un mayor costo de construcción"..."deben estar protegidos de maremotos".
- "no produce contaminación".
- "las centrales nucleares serían fuente (significativa) de trabajo permanente".

Todas estas afirmaciones carecen del valor de garantía que la población tiene derecho a exigir cuando está en juego un riesgo muy importante para la vida y el ambiente y, sobre todo, cuando la opción nuclear no representa, en modo alguno, la única alternativa para la sustitución de las fuentes contaminantes, productoras de

gases de invernadero, que se utilizan hoy en Chile y en la mayoría de los países.

Debe ponerse atención al hecho de que los autores de la publicación tienen vinculación con países que no son neutrales en la materia; por ejemplo, con Francia, que promueve la venta de las centrales atómicas que produce; y con Canadá, principal exportador de uranio.

En el año 2006 se publicó el "Diagnóstico y propuesta conjunta del Colegio Médico y del Colegio de Ingenieros de Chile para desarrollar una política nacional de energía que favorezca la salud, el medio ambiente y la economía nacional" (3). En este documento, el Colegio de Ingenieros concluía que: "existen soluciones técnicas viables para abastecer a Chile con el 100% de la energía requerida, a precios menores que los actuales y con recursos locales, renovables y limpios... mayor seguridad de suministro". Se analizaban: la energía eólica, la mareomotriz, la solar, la del hidrógeno, las centrales hidroeléctricas de pasada y la geotermia, además del aumento de la eficiencia en la utilización de la energía, el cambio en los medios de transporte, la planificación urbana y la forestación. No se mencionaba a la energía atómica entre las alternativas recomendables o necesarias.

Las informaciones y estudios más recientes indican que, a diferencia de lo enunciado en el primer estudio citado, se producen continuamente accidentes en las centrales nucleares modernas, las cuales obligan a suspender su funcionamiento durante meses. Esto demuestra que son vulnerables a fallas humanas y técnicas y que no son fuente "segura" en cuanto a continuidad o disponibilidad de la producción.

El uranio es un combustible caro, que está bajo control de determinados países, y cuyas reservas, de producirse un aumento de su consumo, se agotarán en un plazo previsible. Las prospecciones de mineral de uranio, en Chile, no han tenido resultados hasta ahora; sin embargo, Aragon Resources, de Australia, ha comprado recientemente prospectos en la Región de Antofagasta (EM 19.10.09). En todo caso, para ser usado, el uranio debe ser enriquecido o sujeto a purificación y reconversión química y esta tecnología la tiene sólo un pequeño grupo de países.

La disposición de los residuos nucleares radioactivos constituye un problema sin solución. Las comunidades

rechazan que se les sepulte en lugares cercanos, y los países que disponen de zonas deshabitadas –entre ellos Chile– son presionados para que acepten recibirlos. Incluso el transporte marítimo de los residuos es objetado por los países cuyas costas o cuyas aguas podrían quedar contaminadas (29).

Las centrales nucleares contaminan en al menos dos sentidos: estudios epidemiológicos ingleses señalan posibles efectos de su radioactividad sobre la salud poblacional; y las actividades necesarias para la construcción y funcionamiento de ellas dependen de fuentes de energía productoras de gases de invernadero.

Además, la tecnología nuclear es rígida: las centrales deben funcionar al máximo de su capacidad, salvo cuando están enteramente detenidas, Ello significa que no sirven de respaldo flexible para las necesidades variables que solicitan al conjunto del sistema.

Una de las ventajas declaradas de la energía atómica es que se requiere muy poco personal para que funcionen, de modo que su efecto positivo sobre el empleo es insignificante.

Las plantas nucleares que se construyeran en Chile estarían en la costa, ya que se utilizaría agua de mar para refrigerarlas. La publicación del Colegio de Ingenieros, 2009, señala cuatro extensas áreas, donde los sitios deberían quedar reservados desde ya, para impedir otros usos. Incluirían algunas caletas de pescadores, donde a causa de que “no contaminan”, podrían estar “a sólo algunos kilómetros de balnearios y zonas turísticas”. Dichos sitios deberían estar “alejados de fallas geológicas, en roca sólida”: no se define qué se considera “alejado de fallas geológicas”, en el caso de Chile.

Según el cronograma propuesto por dichos autores, la primera planta, de 1100 MW de potencia, podría entrar en servicio en el año 2020. Y hasta el 2030 podrían existir 4 reactores similares. Pero lo más probable es que para esas fechas las necesidades estuvieran satisfechas con fuentes de energía más seguras, limpias y económicas, tomando en cuenta la viabilidad de estas y el menor crecimiento de la demanda por las medidas de eficiencia que ya se están adoptando.

En su informe de 2007, el Panel Internacional sobre Cambio Climático (IPCC) recomendó sustituir el uso de carbón por gas natural, aumento de eficiencia, desarrollo de energías renovables, captura y almacenamiento de carbono y desarrollo de energía nuclear. Esta recomendación a escala mundial no podía referirse específicamente a Chile, país rico en fuentes de energías renovables.

A pesar de lo expuesto, los autores llegan a la conclusión de que “es imperativo desarrollar en Chile a la brevedad las tecnologías clave, recomendadas por el IPCC, las que incluyen la energía nuclear... “Chile debería tomar las decisiones conducentes para incorporar la energía nuclear” en 2010, proponer Ley Nuclear y en 2011 contratar el estudio de factibilidad de la primera planta.

El Presidente del Colegio de Ingenieros, al presentar el estudio, invoca a la OIEA y afirma que “la energía nuclear contribuirá a elevar la calidad de vida de chilenos y chilenos”.

El Gerente General de Suez, en visita a Chile, expresó que esperaba que su empresa llegara a ser aquí “un gran operador nuclear”; pero advirtió “si uno invierte hoy, son 10 años de construcción, 60 años de operación y 20 años para desmantelar... por eso necesitaríamos países donde las autoridades den viabilidad a largo plazo... no es el caso de muchos países europeos... es una opción de la sociedad” (EM 13.10.09). Más enfática fue la opinión de Carlo Rubbia, Premio Nobel de Física: “Chile no necesita energía nuclear. Y debería evitar el uso del carbón, porque tiene muchos otros recursos, energía solar, geotermia, eólica, toda clase de energías renovables... que están abandonadas... no se está invirtiendo en energía solar...” (LN Domingo 11-17.10.09).

6.2. Lo nuclear y la política contingente. El argumento del carbón. Los peligros

El papel de las relaciones político-económicas domésticas en las decisiones relativas a la energía nuclear se manifestó en la declaración favorable del candidato E. Frei en una reunión del Centro de Estudios Públicos el 6 de agosto del 2009; y en la propuesta del Senador socialista Ricardo Núñez para que en el programa de Frei se considere no sólo a las ERNC sino también a la nuclear (EM 25.04.09). Los dichos de Frei en el CEP produjeron “incomodidad y sorpresa en los responsables de su programa” (EM 08.08.09). S. Piñera, en cambio, no ha fijado una posición

clara (DF 10.03.09); Enríquez Ominami se ha declarado dispuesto a estudiar la posibilidad (La Tercera, 15.06.09) y en septiembre de este año declara su “desconfianza del carbono”, aunque tiene como asesores económicos a empresarios del carbón (P. Fontaine y R. Danús), ligados a Southern Cross. En este año, R. Lagos llamó a las compañías mineras a liderar el desarrollo de nuevas energías, “como la nuclear y la solar”, en vista de que el grueso de lo que se proyecta hoy para expandir la matriz energética es a base de carbón. El Presidente de Antofagasta Minerals cree que “una de las energías limpias que debería desarrollarse naturalmente es la nuclear, porque hoy, producto de la oposición que ha habido a la generación hidroeléctrica nos estamos llenando de plantas termoeléctricas(...) el sistema eléctrico nacional aún se percibe frágil para los próximos 15 a 20 años”. El mismo argumento, de alarma ante el carbón, que es tan contaminante, es utilizado por el Ministro y por la Comisión de Energía para afirmar que “sería conveniente, en términos de costos, incluir reactores nucleares” (...) “de 1.100MW cada uno, que es un tamaño standard y lo que sería más prudente incorporar” (...) “tres en los años 2027, 2032 y 2035, en el SIC (...) y dos en 2024 y 2028, en el sistema interconectado del norte grande (SING)”. En la presentación de un estudio sobre el rol del Estado y el del sector privado en la generación nucleoelectrónica, en la Universidad A. Ibáñez, el Ministro Tokman dijo que “sería irresponsable descartar de plano la opción nuclear, considerando que el resto del mundo está avanzando hacia este uso”; mencionó a Rusia, China, India y Corea, y añadió que naciones que habían prescindido de esta tecnología, como Italia y Suecia “están relanzando sus programas nucleares”. Detalló cuatro ventajas: “costos competitivos, avances en seguridad y confiabilidad, no emisión de gases de invernadero y utilización de poca superficie”. Agregó: “la Agencia Internacional de Energía prevé un alza creciente en los precios del carbón; y aun cuando el precio del uranio suba, la energía nuclear se vuelve competitiva desde el 2020”. (La Tercera 28.08.09). Más tarde, en la Semana de Energías Renovables de Antofagasta, declaró: “el uso de la energía nuclear no está descartado, bajo ninguna circunstancia” (LN Domingo 11-17.10.09). El Mercurio, en su editorial del 16 de septiembre 2009, afirmaba que “ambas (candidaturas: de Frei y Piñera) admiten que en lo venidero la opción nuclear no debe ser descartada, pues tiene ventajas importantes (...) costos de operación relativamente bajos, no produce emisiones y hay muchos proveedores de combustible(...)

tienen riesgos de seguridad limitados y el problema de los residuos parece ser más fácil de manejar que lo que se pensaba en el pasado”. El mismo editorial atribuía al candidato Enríquez Ominami la “propuesta de una expansión basada en carbón (...) lo que perjudicaría a nuestros exportadores”. Y al Ministro de Energía le atribuía haber mostrado “entre otras opciones, una con fuerte componente nuclear”.

Estos voceros descartan las evidencias. Las centrales atómicas modernas no son seguras: en este año hubo una fuga en la mayor central de Japón, que obligó a cerrarla por varios meses. El 10 de julio la prensa publica que el grupo energético alemán Vattenfall ha descubierto nuevos defectos en su central nuclear de Krümmel, que había sido cerrada seis días antes por una panne del transformador; y el propio Ministro del Ambiente, S. Gabriel, reveló fallas de seguridad en el depósito de desechos nucleares de Asse y de Gorleben (The Economist 16.09.09) Estos anuncios aparecen en forma poco destacada y en distintos medios; pero su frecuencia global es de varias veces al mes. El ejemplo de Argentina es elocuente; construyó dos centrales, que han estado cerradas por largos períodos a causa de sus fallas; y un tercer proyecto, Atocha II, ha visto triplicarse el presupuesto inicial y en 20 años aún no ha sido terminada. Otro problema aparece al término de la vida útil; por ejemplo, el desmantelar la Central de Brennilly, en Francia cuesta USD 480 millones (Biblioteca del Congreso, 23.01.09).

Al mencionar que se construyen nuevas centrales en ciertos países, se omite decir: **a)** que aquellos países tienen, proporcionalmente, un menor potencial de recursos energéticos renovables que Chile y que sus necesidades son mucho mayores; **b)** que las decisiones favorables a lo nuclear son claramente político-financieras, y reaparecen cada vez que es elegido un gobierno de derechas, como se ha visto en Finlandia y en Suecia, y está a punto de verse en Alemania, con el ingreso del Partido Demócrata Libre al gobierno de A. Merkel. En el 2000 el gobierno del P. Social-Demócrata con los Verdes prohibió construir nuevas centrales atómicas y decretó eliminar, para el 2022, las 17 existentes. Ahora la Unión Demócrata Cristiana promete extender la vida de algunas plantas nucleares hasta por 15 años; y su nuevo aliado, el P. Demócrata Libre está a favor de construir nuevas, lo cual “agradaría a las grandes empresas”, si bien se opone el Ministro social demócrata del Ambiente (The Economist 16.09.09). El

canciller del Reino Unido, D. Miliband (en colaboración a LN 24.09.09) escribe que “la energía nuclear puede ser una parte fundamental de la solución para el cambio climático y la seguridad en materia energética”; pero también reconoce “los riesgos de que ello conduzca a la propagación de las armas nucleares). En un país avanzado en la materia, como Dinamarca, se prohíbe la energía nuclear (EM 01.06.09), y la Unión Europea puso el cierre de una planta nuclear de Eslovaquia como condición para su ingreso a la comunidad (LN 19.01.09).

También se omite señalar otros problemas. El primero, la imposibilidad de deshacerse en forma segura de los desechos nucleares (uranio enriquecido) y la resistencia tenaz de las comunidades a aceptarlos en su territorio. El segundo, el riesgo de los movimientos sísmicos para la estabilidad de las centrales, riesgo que en un país como Chile encarecería grandemente la inversión y reduciría la “competitividad”. Aún sin que se produzca una catástrofe, la población que habita cerca de las centrales está expuesta a los efectos patógenos de la fuga de pequeñas cantidades de material radioactivo, como se ha estudiado en Inglaterra y en España. No hay que olvidar que la seguridad no sólo es sensible a los defectos tecnológicos o de construcción sino que a las fallas humanas Tercero, el uranio es caro, las reservas son limitadas y se agotarían rápidamente si aumenta el número de centrales atómicas, además de que los precios subirían marcadamente. El hecho de no tener en el país uranio o los procesos para su enriquecimiento significaría dependencia del extranjero. Cuarto, como lo muestra la experiencia mundial, lo nuclear no sólo no es seguro, sino que además no es confiable, dada la frecuencia de pannes. Además, la ponderación de una central de 1.100 MW en el sistema es demasiado grande: su salida brusca del sistema provocaría una caída en la disponibilidad de energía en gran parte del país. (Boletín GAL 321, 14.08.09). A ello se agrega el riesgo aumentado de que la tecnología y los insumos nucleares caigan en manos de grupos irresponsables (Informe del Banco Mundial, adelanto del 2010). Tan clara es la relación entre centrales atómicas y armamento nuclear, que el Vicepresidente de Brasil habría criticado: “nosotros dominamos la tecnología nuclear pero nadie aquí tiene una iniciativa para desarrollar armas. Tenemos que avanzar en eso” (EM 26.09.09).

6.3 Las grandes represas

Producen energía barata, con baja contaminación, pero con dependencia del clima, durante su vida útil, que es limitada. Su instalación causa daños ambientales: la inundación de una extensa superficie, de miles de hectáreas, con la desaparición de las infraestructuras y de la fauna y flora locales; desplazan a la población residente; modifican la hidrología de una región mucho mayor que la zona inundada; impiden la migración de peces; destruyen el paisaje natural y el potencial turístico de una región; con el tiempo disminuyen su eficiencia, por sedimentación; la vegetación que se acumula en la represa absorbe CO₂ pero al descomponerse emite metano, que tiene un efecto de invernadero 33 veces mayor que el CO₂ (Drew Shindell, del Instituto de Estudios espaciales NASA-Goddard, cit. EFE 30.10.09); la retención de los sedimentos silíceos del área embalsada disminuye drásticamente la proliferación de la diatomeas oceánicas (en una extensión que en el caso de Hidroaysen sería de 170.000 mil Km²) con lo cual disminuye la asimilación de CO₂ y la productividad biológica del mar., haciendo que permanezca en la atmósfera una cantidad de CO₂ igual o superior a la que emitirían las centrales a carbón que fueran sustituidas (Coastal and Shelf Science 2007 N°4; y Institute of Systems Biology, Seattle, citados por el Consejo de Defensa de la Patagonia, EM 16.09.09).

Además, las grandes represas presentan un riesgo permanente de catástrofe aguas abajo en caso de ruptura de la represa; y cuando ya no sirven hay que demolerlas con elevado costo, y lo que queda es un gran sitio destruido para la generación siguiente.

Actualmente existen en Chile las siguientes seis centrales de embalse: Cipreses, la más antigua (1955), 106 MW, en San Clemente, de propiedad de Endesa; Rapel (1968) 350 MW, cerca de Navidad, también de Endesa; Colbún-Machicura (1985) 490 MW, en Maule, perteneciente a Colbún; Pehuenche, 566 MW, en San Clemente, de Endesa; Pangué (1996), 450 MW, en el Alto Bío Bío, de Endesa; y Ralco (2004), 690 MW, de Endesa. Suman 2.652 MW. Una tercera central sobre el río Bío Bío ha sido sometida a calificación ambiental en 2008: es el proyecto Angostura, antes de Endesa y ahora de Colbún, para 316 MW; encuentra oposición de la comunidad local, pero la producción eléctrica prevista ya ha sido comprometida

para el suministro a Codelco, compromiso que ha hecho subir el valor en bolsa de Colbún.

Las empresas Endesa (de la italiana ENEL) y Colbún han presentado un EIA para un proyecto de 5 represas en la Región de Aysen, complejo que alcanzaría a 2.400 MW y tendría un costo superior a USD 4 mil millones. Dicho proyecto ha despertado fuerte oposición y el EIA ha merecido más de tres mil observaciones y reparos de 21 servicios públicos, a los cuales las empresas no han podido responder en el plazo estipulado (LN 20.08.09). Tampoco la Comisión Regional del Medio Ambiente podrá estudiar seriamente las respuestas entregadas en octubre, al disponer de un plazo que vence el 10.11.09 (EM 30.10.09). Las empresas opinan que se requiere un sistema de evaluación más expedito.

En el caso de HidroAysen, los daños ambientales no se limitan a la destrucción local, sino que se extenderían a lo largo del trayecto del tendido eléctrico de dos mil kilómetros, necesario para transportar la electricidad hasta los centros de consumo (por esta razón se puede suponer que la energía se vendería más bien a Argentina, en una operación de trueque cuyas perspectivas serían dudosas, a la luz de la experiencia sufrida en el convenio de suministro de gas desde esa nación). El tendido no sería una simple línea recta, ya que se colgarían de él otras centrales cuya construcción se vería estimulada por la facilidad de transporte (P. Ibáñez en EM 04.04.09). Esta línea ha sido calificada como su "proyecto estrella", de un costo de USD 1.500 millones, por Transelec, la principal compañía transmisora eléctrica del país, al momento de pasar a manos de un nuevo consorcio canadiense encabezado por Brookfield (DF 2004).

La Corporación Nacional Forestal informó al Parlamento (Boletín del Senado, 30.12.08) que las represas afectarían a tres áreas protegidas: Laguna San Rafael (reserva de la biosfera), Parque Nacional Bernardo O'Higgins y Reserva Forestal Lago Cochrane; también explicó que no hay planos de los lugares de extracción de áridos ni de los caminos de acceso; se están evaluando las represas pero no la línea de transmisión. El proyecto vulnera convenios internacionales con Argentina y Canadá. El Consejo de Defensa de la Patagonia agrega que no ha sido evaluado el efecto que se produciría en la costa y en la pesca por la retención de sedimentos aguas arriba; y que habría un grave riesgo para los habitantes de Caleta Tortel si la presa

cediera ante un vaciamiento del Lago Cachet 2, fenómeno cada vez más de temer a causa del calentamiento global (EM 22.08.09). Sin embargo, ENEL le ha informado al Ministro de Energía que no habrá cambios en los planes para HidroAysen (EM 07.03.09) y su representante declaró: (HidroAysen) "tiene que ser aceptado y soportado por todo el país" (DF 16.04.09). Por su parte, Colbún descartó cambios en el cronograma: "siguen trabajando" (EM 24.03.09).

Con todo, y de acuerdo a todo lo informado más arriba, de completarse las grandes centrales hidroeléctricas, lo cual no ocurriría antes de 2018, es probable que sean innecesarias. Además, según P. Fontaine, empresario del sector "no es seguro que HidroAysen baje el costo de la energía en Chile: es posible que lo suba". Por lo tanto "no es apropiado que el gobierno tome posturas a favor de HidroAysen, como lo ha hecho el actual Ejecutivo" (DF 29.05.09).

Las presiones a favor de la realización de HidroAysen son enormes. Los candidatos a la Presidencia S. Piñera y E. Frei ratificaron su postura favorable, en tanto que Enríquez Ominami lo rechaza (DF 9.09.09). Frei ha tenido vínculos con Endesa y en su gobierno se privatizó Colbún. El Senador socialista Ricardo Núñez propone que el programa de Frei considere no sólo a la ERNC sino también a la nuclear y a HidroAysen: dice "no tengamos prejuicios ambientalistas". Un ex-Presidente del Colegio de Ingenieros de Chile ha manifestado su defensa del proyecto (EM 22.08.09). El Intendente (y presidente de la Corema) de Aysen ha sido invitado a la Comisión Investigadora pertinente de la Cámara (LN 21.08.09). Ha habido un intenso lobby de ENEL y de sectores del gobierno para que la DGA otorgue los nuevos derechos de agua que HidroAysen requiere para una quinta planta que elevará la capacidad total del proyecto a 2750 MW (DF 08.10.09). Y las dos comunas en que se materializaría el proyecto esperan recibir, según la Ley de compensaciones eléctricas, USD 50 millones (EM 21.10.09).

En favor del mega proyecto, El Mercurio, en su editorial del 30.10.09, utiliza el argumento del carbón: "en ausencia de HidroAysen u otras iniciativas similares, la capacidad de generación se expandirá sobre la base de centrales a carbón – por ser las más baratas y eficaces en el corto plazo...la expansión del sistema mediante las energías no convencionales es un lujo demasiado caro".

A mayor abundamiento, Energía Austral, sociedad ligada a Xstrata (Suiza y Australia), ha presentado (07.08.09) el EIA de su proyecto de una gran central de embalse, de 640 MW y USD 730 millones, en Río Cuervo, Región de Aysen (Diario Financiero 10.08.09), y otra en los ríos Blanco y Cóndor, también en Aysen. El acuerdo para la línea de transmisión ya estaría firmado con Transelec (El Mercurio 20.05.09). Estas tres represas eran parte del complejo hidroeléctrico que iba a abastecer a la planta de aluminio de Alumysa (de Noranda, Canadá), en sociedad con los Walker, dueños de los terrenos y de los derechos de agua. Esa planta ingresó su EIA en 2001 y tuvo que retirarlo en 2003, por la fuerte oposición de la industria salmonera, apoyada por parlamentarios de la región y pese al apoyo de la municipalidad y de la Cámara de la Construcción. (EM 17.03.03). El EIA más reciente ha recibido más de mil observaciones. El eventual emplazamiento de la central Río Cuervo está sobre la falla Liquiñe- Ofqui y cerca del epicentro del terremoto de abril 2007; amenazaría a Puerto Aysen. (Emisor Digital.bligoo.com, 11.08.09). El Sernageomin señala "la ocurrencia de sismos importantes en la zona, cada 30 a 45 años, con la posibilidad de tsunamis; en caso de erupción la central podría quedar fuera de operación durante meses e incluso años, por lo cual el embalse corre el riesgo de colapsar por rebalse y enbancamiento" (DF 28.10.09).

6.4. Los biocombustibles. La biomasa

Se ha hecho un lugar común hablar del biodiesel y del etanol como si fueran fuentes de energía renovables y no contaminantes. Hay en este sentido un lobby persistente de los países productores: Brasil, que usó para ello la mitad de su cosecha de caña, EE.UU., que transformó un quinto de su producción de maíz, y algunos países europeos (2006-2007). Es cierto que la caña de azúcar, el maíz y las oleaginosas consumen CO₂ en su estado natural y que después de cosecharse, pueden volver a plantarse. Pero lo que no es extensible o renovable es la superficie agrícola en que se plantan y el agua que consumen. Desplazan, por lo tanto, a la producción de alimentos y encarecen los insumos como semillas, abonos y plaguicidas. Gran parte de la producción y procesamiento de éstos insumos requiere energía, de manera que para alcanzar las metas obligatorias de mezcla con la gasolina, puede resultar una emisión de CO₂ superior a la que habrían generado los combustibles fósiles a los cuales reemplazan (30). La destrucción de bosques que resulta

de la necesidad de tierras para producir materia prima para los biocombustibles, no sólo reduce la capacidad de captación del CO₂ de la atmósfera (por fotosíntesis), sino que además libera el CO₂ empozado en los árboles y en el suelo correspondiente (estudios publicados por "Friends of the Earth" 15.04.09, en Nature and Poverty.net).

Y, obviamente, como son hidratos de carbono o grasas, cuando se queman para generar energía, producen gases de invernadero, aunque en una proporción 50 a 60% menor que los derivados del petróleo, en el caso del biodiesel, y 10 a 30% menor en el caso del etanol. No están libres de producir catástrofes: en EE.UU. explotó un tren que transportaba etanol (EM 21.06.09).

Según el informe del Banco Mundial, de 2008, el maíz empleado para llenar el estanque de un vehículo deportivo con etanol (240 kg de maíz para 100 lts. de etanol) podría alimentar a una persona por un año. En el mundo los biocombustibles sólo reemplazan una pequeña parte de la gasolina que se consume (30).

La CORFO ofrece financiar la producción de biodiesel a partir de diversas especies de algas, a través de una licitación que operaría en el 2010; las Universidades de Concepción, de Antofagasta y otras se preocupan de la adecuación genética y de técnicas de cultivo (LN 15.06.09). Se afirma que las algas son mucho más eficientes que el girasol en la producción del combustible.

Distinto es el caso la **bioenergía** en forma de biogas, que puede obtenerse de **biomasa**, es decir, desechos domésticos, forestales y otros similares. Los residuos de la madera pueden servir para generar electricidad sin pasar por la conversión a etanol (EM 09.05.09). AES Gener opera, desde 1995, dos centrales alimentadas con desechos forestales, de 8,7 MW cada una, en Laja y en Constitución. La industria de madera aglomerada Masisa está haciendo construir una central de cogeneración de 57 MW, por la compañía francesa Dalkia. En Santiago se aprovecha, desde el 2008, el metano generado en el tratamiento de las aguas servidas (EM 10.01.09), el cual alcanza para 30.500 hogares (4% del total) servidos por Metrogas. Por otra parte, KDM, una firma dedicada al tratamiento de la basura, proyecta una inversión de USD 40,2 millones para producir electricidad a inyectar en el SIC (DF 03.09.09) En estos casos no hay depredación del espacio agrícola; pero se producen gases de invernadero y otros contaminantes. Y su potencial es limitado en comparación con el del

viento y demás fuentes limpias y seguras, aun cuando Mainstream Renewable Power estima que su potencial puede llegar a 5 mil MW, superando al de la geotermia (LN 26.03.09). Este rubro y el anterior fueron mencionados en el mensaje presidencial de este año 2009. Según la CNE, en 2007-2011 deberían iniciar su funcionamiento tres plantas a base de biomasa (EM 5.06.09).

Se han identificado algunos hongos que facilitan la conversión de la celulosa en gas.

7. MÁS SOBRE EL USO DE ENERGÍA Y SUS EFECTOS. INDICADORES

7.1. Emisiones

El daño causado al clima –y a través del clima, a la salud– por las fuentes de energía contaminantes es proporcional al CO₂ emitido por ellas. Este compuesto provoca el 50 a 60% del calentamiento global. Por ello importa saber que en el mundo se emitían, en el año 2004, 27 billones (miles de millones) anuales de toneladas métricas de CO₂, principalmente por el uso de combustibles fósiles; y se pronostica que, de seguir las tendencias actuales, el volumen emitido estaría llegando a 30 billones de Tons. el próximo año 2010 y a 40 billones de Tons. en el 2030 (31)⁴. Mientras EE.UU. emite 25 Tons. de CO₂ por persona al año, Canadá, 24 y Japón, 12, Chile emite 3,64 Tons por persona al año, un total de 60 millones de Tons anuales, algo menos del 0,2% del total mundial (LN 29.09.09). Otra fuente, citando un “Segundo Informe Nacional de Chile sobre cambio climático”, indica que nuestra emisión alcanza a 4 tons per capita (Fotolog 22.03.09). Dicha emisión era de 1,8 Tons per capita en 1984 y habría aumentado en un 100% desde 1990, en consonancia con el crecimiento económico del país⁵.

¿De qué actividades proceden –en Chile– estas emisiones? El transporte y la generación de electricidad son responsables del 72% de ellas. Entre las actividades económicas, la minería es responsable de la emisión de

17 millones de Tons. (28% del total nacional), de lo cual el 24% procede del uso directo de energía y 76%, de la producción de la energía recibida y consumida.

De acuerdo a los niveles españoles de consumo, cada hogar sería responsable de la emisión de 9,5 Tons. anuales de CO₂, ó 2,4 Tons. por persona. Ello corresponde al consumo de luz eléctrica, a la calefacción y agua caliente procedente de termos a gas, a un automóvil y a un viaje corto en avión (www.sitiosolar.com 24.08.09).

Los 27 billones de Tons. de CO₂ mencionados más arriba se pueden expresar como $(27 \times 12/44) = 7,2$ billones de Tons de carbono, que agregan anualmente 6,2 billones de Tons. netas de carbono a la atmósfera (un billón va a “pozos” naturales de carbono) (Environmental Information Agency –EIA– de EE.UU.). A ello habría que sumar un 20% más por deforestación. El repositorio atmosférico contiene 760 billones de Tons. de carbono; pero el océano contiene 38 mil billones de Tons. y la vegetación junto con el suelo, 2.300 billones de Tons.

La concentración de CO₂ en la atmósfera, que era de 280 partes por millón en 1850, llegó a 383 ppm en 2007; en el período 2000 a 2008 el aumento ha sido de 2 ppm por año, es decir, mayor que el aumento estimado por el IPCC (panel internacional del cambio climático), según el cual se llegaría a 450 ppm en el 2040: de hecho este nivel se alcanzaría en el 2030.

Los 60 a 64 millones de tons. métricas de CO₂ emitidos anualmente en Chile como consecuencia del consumo de energía (v.s.) se pueden comparar con los 57 millones de Suecia, los 59 millones de Dinamarca, los 860 millones de Alemania y los 5.900 millones de Tons. emitidos por EE.UU. (cifras del 2006). La meta propuesta para Europa es: emitir en el año 2020 un 20% menos que en que en 1990; y en el mundo, emitir lo mismo en 2020 que en 1990, reduciendo el nivel a la mitad en el 2050 (23).

Otro indicador de uso internacional es el de “intensidad de CO₂”. Ésta fué en 2006 igual a una emisión de 0,67 Tons de CO₂ por mil USD de Producto Interno Bruto en Chile y de 0,52 Tons en EE.UU. (31). Con el nombre de “intensidad energética” se suele usar como indicador el número de Tons equivalentes de petróleo utilizado por millón de dólares de PIB.

4 Estos valores dependen de la forma de cálculo. Otra fuente da la cifra 42 billones de Tons de GI en equivalentes de CO₂, ya en el año 2000 (17).

5 El 2º Informe del gobierno de Chile sobre los Objetivos de Desarrollo del Milenio consigna una emisión de 44 millones de Tons en el 2000; no da el dato para el 2006 ni una meta para el 2015. En 1990 la emisión habría sido de 1,17 Tons de CO₂ per capita, y en el 2.000, 2,82 Tons (25).

Un indicador utilizado en Europa es el porcentaje de vehículos nuevos vendidos que emiten menos de 140 grs. de CO₂ por kilómetro; en Francia esta proporción subió de 50% a 63% en sólo un año, entre 2007 y 2008. La meta europea para 2012 es que el promedio de emisión para el conjunto de los automóviles de cada fabricante no supere los 130 grs./km., y pasar luego a una nueva norma de 120 grs./km. Otro elemento que se debe monitorear es el porcentaje de vehículos 4x4; en Francia este indicador bajó en 27% entre 2007 y 2008. Contribuyeron a lograr estos resultados, el progreso tecnológico, un bono estatal, el precio del carburante y la crisis económica (22). Otro indicador, sugerido éste por el Banco Mundial, es la proporción de profesionales y estudiantes en el área de la energía; en este respecto, Chile está detrás de países con PBI inferior, como Bielorrusia, Ucrania, Irán y Colombia (21).

La emisión de CO₂ disminuiría en 21% al sustituir petróleo por gas natural; la emisión de SO disminuiría en 100%, la de NO en 38%, la de material particulado de 10 microgramos en 48% y la de mp de 2,5 microgramos, en 98%. Se precisa poner atención a las tecnologías en que se usa renio y litio para aumentar la eficiencia de las turbinas. Chile es un productor de ambos elementos.

Al sustituir 1 MW de potencia originada en carbón por 1 MW obtenido de fuentes limpias, con nula emisión de CO₂, se evita – según las circunstancias - la emisión de entre 1.300 (Informe del Banco Mundial, adelanto del 2010) y 3.000 toneladas métricas de CO₂ al año.

En cuanto a precios, el de un Mega Watt-hora ha sido de 57 USD en EE.UU. en el año 2009. En cambio, ha sido estimado por la Comisión Nacional de Energía de Chile en sumas que van desde 88 USD para generación con carbón hasta 124 USD para hidroelectricidad. Este sobreprecio se justificaría por la inversión futura y las variaciones en la tasa de cambio. El costo marginal promedio en Chile, en 2006-2008, fue USD 76 por MW/hora (40 pesos por KW/hora); y el consumo de electricidad de un hogar de 4 personas varía, según la estación, en torno a 100 KW/horas.

8. LA POLÍTICA MUNDIAL DE LA ENERGÍA, HOY

Esta política ha sido discutida en la Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima (31.08 a 04.09.2009) convocada en Ginebra por la ONU y preparada por la Organización

Meteorológica Mundial. El tema central fue: la protección frente a los desastres antropogénicos o naturales, como los tifones, con buenos sistemas de observación y prevención. La enviada especial de la ONU sobre el cambio climático, Gro H. Brundtland resumió así: **“Gobernar será prever el clima”** (23).

En este año la Cámara de Representantes de EE.UU. legisló para reducir las emisiones hacia el 2050 en un 80% bajo el nivel del 2005 (The Wall St. Journal, citado en EM 24.09.09).

Del 7 al 18 de diciembre de este año 2009 se efectuará en Copenhague la Conferencia de la ONU sobre el Cambio Climático, teniendo a la vista el 5º Informe del IPCC. El objetivo es reducir los cambios antropogénicos y preparar la adaptación a lo que ya es irreversible, tomando en cuenta que probablemente habrá más ondas de calor, más lluvias intensas, y que un aumento de 2º en la temperatura del mar aumentará el nivel de éste en casi un metro. Se trata de mejorar el acuerdo de Kyoto, esperando una mayor integración de los EE.UU. y de los grandes países emergentes.

Es de esperar que, con la participación de la OMS y de ministros de Salud en esta Conferencia, se ponga por primera vez el énfasis adecuado en el papel del cambio climático como un determinante social y político de la salud (11, 12, 14, 32). Por iniciativa de los médicos ingleses, será posible hacer oír la voz de los trabajadores de la salud contra los factores del cambio climático, a través de: Climate and Health, council@bmj.com.

La conferencia se realiza en **Dinamarca, un país sin energía nuclear, sin grandes bosques, con muy poca hidroelectricidad, pero sí con una política energética fuerte**, un plan detallado ya en los años setenta y un compromiso de las empresas por hallar soluciones nuevas. Cuenta con una red de energía competitiva que administra la generación eólica cuando ésta produce más de lo requerido y también cuando no produce nada. El Ministerio del Clima y la Energía cuenta con “agregados climáticos” en las principales regiones del mundo (22). El primer “diálogo multinacional sobre el clima” tuvo lugar en Groenlandia en el 2005, y fue seguido de otros similares en Sud Africa, 2006, en Suecia, 2007 y en Argentina, 2008. Hay consenso en que la cantidad de gases de invernadero emitida de aquí en adelante depende de las decisiones políticas y de los avances tecnológicos.

Se han creado agencias para apoyar las medidas que puedan emprender los países más pobres: Global Environment Facility; Carbon Partnership Facility; Clean Technology Fund; Multilateral Fund for Implementation of the Montreal Protocol. Pero los fondos que manejan no guardan relación con la magnitud de los problemas.

Es pertinente anotar aquí que en el nivel internacional hay una gran contradicción. Una parte importante de la emisión de GI proviene de proyectos a base de combustibles fósiles que han sido financiados por el Banco Mundial. Los que aprobó en el 2008 equivalen a todo el sector energético de un país como Grecia. En 2006-2008 aumentó en 59% los préstamos para ese tipo de proyectos, obligando a los países pobres así "beneficiados" a pagar por el carbono que producirán por encima de las normas que ahora se están aprobando (de: Bank Information Center, citado por Int. Herald Tribune 04.08.09). Para el cambio climático ya producido, el Banco está sacando a luz en su informe del 2010, soluciones absurdas, como enormes discos que bloquearían la luz solar y que posiblemente se fabricarían en la luna; o formas de captación y secuestro de carbono que hasta ahora han dado resultados insignificantes; o aspiración de agua fría desde el fondo del océano a la superficie; o el abono del mar con urea y hierro para aumentar la cantidad de algas y fitoplankton. También alienta la proliferación de centrales de fisión nuclear, al tiempo que incluye la fusión nuclear –hasta ahora inviable– entre las soluciones para el cambio climático al cual contribuye (21).

En vez de ir a las causas del cambio climático y corregirlas directamente, cambiando las fuentes dañinas de energía bajo la dirección de la ONU y de los gobiernos, todavía se habla sobre todo de "mitigar" los "impactos considerables para evitar los cuales las propuestas actuales pueden ser insuficientes", para usar las expresiones del Banco. Más elocuente es el Informe Económico Social Mundial del 2009, producido por el Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de la ONU titulado "Promover el Desarrollo, Salvar el Planeta"; dice ver "poca utilidad en actividades incrementales ad hoc" y enuncia en cambio" el potencial de un gran esfuerzo de inversión para lograr resultados tanto en la reducción de GI cuanto en ayudar a las comunidades a enfrentar el cambio climático" y llama a "políticas más integradas respecto a los desafíos del desarrollo y del clima.... suscitar la cuestión de cómo los países pobres pueden emprender un desarrollo de alto

crecimiento con bajas emisiones...Los países avanzados deberían aportar recursos y liderazgo en una escala mucho mayor que hasta ahora... El Informe plantea que no se puede confiar sólo en el mercado para generar las inversiones requeridas" (www.un.org/esa/analysis/wess/wess2009files).

Hay economistas, como W. Nordhaus y S. F. Hayward, que opinan como si lo único que estuviera en juego fuera el crecimiento económico y el costo monetario de sustituir las tecnologías, costo que estiman imposible de financiar. Obviamente, lo que está en juego es algo mucho más fundamental, como hemos visto. Hay economistas chilenos que repiten esto: "sería irresponsable que como país aceptemos una energía más cara a riesgo de perder competitividad y disminuir el crecimiento", argumentando con inexactitudes, como "que nuestra demanda de electricidad continuará creciendo 40% más rápido que el PIB" (F J Labbé, en DF 24.09.09). Pero aún en el plano económico no tiene razón: ya N. Stern, en su informe al gobierno del Reino Unido había demostrado que será mucho más caro no hacer nada que abordar el cambio climático desde ya (16). Y R. N. Stevens, de Harvard, comunica que "el costo a largo plazo de los cambios –según los mejores análisis económicos– sería de menos del 1% del PIB"; y recuerda que precisamente es la escasez y la carestía de la energía la que ha traído consigo los avances tecnológicos que estamos presenciando (en The Wall St. Journal, citado en EM 24.09.09.).

9. EJECUTAR UNA POLÍTICA DE SALUD Y ENERGÍA EN CHILE

9.1. Instituciones

Hay mucha institucionalidad ambiental, tanto oficial como no gubernamental; pero la mayor parte de las decisiones y de los beneficios económicos del sector energético están en manos privadas, principalmente extranjeras. La información sobre estos controladores y sus actividades e intereses es difícil de cubrir, dado el libre y continuo proceso de transformación y combinación de las empresas y sus filiales. Chile no parece controlar este aspecto decisivo de su actividad. Un organismo denominado Comisión Nacional de Energía (CNE) "define, regula y coordina la política energética y elabora el plan indicativo semestral de inversiones en obras de generación y transmisión", plan que no es tal sino la

copia de lo que las empresas deciden. En el caso de las centrales termoeléctricas no se requiere el otorgamiento de ningún derecho por el Estado. La Ley General de Servicios Eléctricos (DFL 1 de 1982, del Ministerio de Minería) fue modificada por la Ley 19940 de 2004 y por la Ley 2018 de 2005 ("Leyes cortas" 1 y 2), refundidas en el DFL 4 de 2007, complementado por reglamentos y normas técnicas, normas que han estado muy atrasadas respecto a los standards internacionales (34). El sentido de las modificaciones consistió en estimular a las empresas a invertir más en generación de energía. Este fin se está cumpliendo, en la forma que se ha documentado más arriba. De acuerdo a la legislación, hay grandes clientes libres, no sujetos a regulación de precios; y otros que corresponden a potencias inferiores a 2 MW y que tienen una tarifa regulada, según un sistema que comienza a regir en el 2010. Los Centros de Despacho Económico de Carga despachan empezando por las generadoras más baratas, sin perjuicio de que se otorgan pagos por disponibilidad para emergencias. Las empresas con excedente de generación o de potencia venden a aquellas que han quedado en déficit respecto a sus compromisos. La transmisión de energía se rige por tarifas establecidas por la CNE. Las controversias son resueltas por un panel de expertos (33).

Se agregan a la legislación nacional: la ratificación, en 1994, de la Convención del Cambio Climático, en 1994, con la creación de un Comité Nacional del Cambio Climático; y la ratificación del Protocolo de Kyoto, en el 2002. La Cancillería tiene una División del Medio Ambiente. En octubre de 2009 se ha suscrito un acuerdo político mayoritario para crear las siguientes instituciones: Ministerio del Medio Ambiente y Servicio de Evaluación Ambiental, antes de diciembre de 2009; Servicio de Biodiversidad y Áreas Protegidas, y Tribunal Ambiental, antes de marzo de 2010 (LN y DF 27.10.09).

9.2. Riesgos y debilidades

9.2.1. Riesgos

Todavía hay mucha desinformación o información que llega tardía e incompleta a los decididores. Los aportes de la ciencia y la tecnología no fluyen en forma integrada, rápida y suficientemente visible. La población y muchos de los dirigentes del país, por desinformación o indiferencia no perciben el peligro para la salud, la seguridad y la

economía del país, que representa la situación actual en cuanto a fuentes de energía, y en cuanto a su desarrollo futuro, desarrollo que hoy parece estar basado sobre el uso creciente del carbón y la posible incorporación de grandes embalses y de centrales atómicas.

9.2.2. Debilidades

Como declaró el Secretario Ejecutivo de la Comisión Nacional de Energía, " falta perfeccionar y completar la política de energía....nos hemos dedicado sólo a lidiar con la coyuntura" (Diario Financiero, 27.05.09). Pues bien: las decisiones más recientes de política han consistido en la creación de más organismos fiscales (dos nuevos Ministerios, Superintendencia, Agencia, Centro, anunciados en el Mensaje Presidencial del 21 de mayo de 2009) y de incentivos económicos a las empresas generadoras, vía mercado. Hay contactos con Francia y Rusia sobre energía nuclear. Hay contactos con el Presidente Obama sobre energías renovables (el anterior embajador de EE.UU. hablaba de energía atómica). Hay todavía conversaciones sobre gas argentino, gas boliviano. Se discute sobre la venta de bonos de carbono –que están a USD 27 la tonelada de CO₂– lo cual sólo significa trasladar los factores del calentamiento de un punto a otro. Las verdaderas decisiones, con presiones sobre el gobierno, son tomadas por las empresas privadas del sector, a cuyas tendencias se asocia la estatal Codelco. Las leyes eléctricas recientes, que destrabaron la obtención de mayores utilidades por las generadoras, se dictaron después de un primer conato de racionamiento de electricidad, con un extenso apagón en 1999. Las empresas declaraban en junio de ese año, a través de la corredora Larraín Vial, que "la crisis energética podría tener un costo de mil millones de dólares, a raíz de la sequía, y que 68 000 personas perderían sus empleos, el PIB bajaría en 1% respecto a lo esperado, y en el año 2000 la economía no crecería más allá del 2%". Creció el 4,5%. Un año y medio después las empresas generadoras anunciaban: el alza de precios es insuficiente...puede haber problemas de suministro (EM enero 2001). Hubo otra suspensión el 23.09.02; la amenaza se reprodujo en el 2005 y era justificada por una presunta crisis de las fuentes de energía (M. Cruzat, DF 24.04.09). Se incentivó la inversión en generación obligando a las empresas distribuidoras a licitar la adquisición de la energía que necesitarían en los próximos quince años; a continuación se legisló para favorecer a estas últimas.

El Ministro de Energía de vuelta de Europa declaraba: “en el mundo renace la energía nuclear: el gobierno duplicará el presupuesto para estos estudios en el 2009” (EM 05.01.09); vuelve de otro viaje y promete apoyar a las empresas y Universidades para estudios de energías renovables no contaminantes (EM 27.01.09); más recientemente respalda el crecimiento del rol del carbón, señalando que: “si bien crecerá desde ser el 16% de la matriz energética hoy a 25% en 2020, en el mundo crecerá desde el 28% actual a 30%; y que ahora emitimos sólo 3,6 Tons de CO₂ per capita”.

Algunos parlamentarios hablan de reformar la Ley de Bases del Medio Ambiente; algunos, luego de viajar a Francia y a Rusia, se declaran en favor de la energía nuclear. Los bonos de carbono también son tema esporádico. Interviene la política indígena: el “Código de Conducta Responsable” promovido por la OIT, agregaría, según algunas empresas del sector eléctrico, demoras y riesgos para sus inversiones en territorios con población mapuche. La Ley del Bosque Nativo prohíbe intervenir áreas donde hay especies nativas, a menos que la obra sea declarada de interés nacional, trámite que tomaría varios años; por esto HidroAysen plantea modificar esta ley (DF 09.09.09).

El reciente episodio de un defecto llamativo (geyser artificial) en la instalación de un pozo para aprovechamiento de geotermia ceca del Tatio (LN 29.09.09) es sintomático de la debilidad del Estado en esta materia. En efecto, como se consigna en la Sección 5.1.3 de este trabajo, estaba anunciada por ENEL la intención de perforar en dicho lugar. La falta de plan nacional y de control estatal permitió que se materializara el riesgo previsible de perforar en un punto estratégico desde el ángulo del turismo, del patrimonio natural y de la sensibilidad cultural. Lo demás lo hizo el interés cortoplacista de la empresa y su negligencia. Lo grave es que se puso en peligro la posibilidad de aprovechamiento de la geotermia como fuente de energía limpia y...segura; afortunadamente las reacciones posteriores han tendido a minimizar ese efecto (DF 05.10.09).

Al leer la prensa se tiene la impresión de que hay un diálogo de sordos, en que se silencian las verdaderas alternativas: no se trata de que para evitar los daños del carbón no quede otra solución que las grandes represas o la energía atómica. No se trata de que

para tener la energía requerida en el año 2020 haya que aceptar más carbón o más represas o lo nuclear. En ambos casos existe la alternativa real de una política nacional basada en el conjunto de los hechos conocidos, que desarrolle con la mayor velocidad las fuentes limpias y seguras, aumentando la eficiencia, usando el respaldo existente de energía hidroeléctrica y de gas mientras ocurre este desarrollo, y reduciendo concomitantemente la dependencia del carbón y el petróleo en nuestra matriz energética; todo ello acompañado del mayor aumento posible de la eficiencia, por una parte, y de la capacidad científica y tecnológica pertinente, por otra. También da la impresión de que, por momentos, la discusión ignora, no ve, la enorme magnitud y urgencia de lo que está en juego: el papel de nuestro país en un esfuerzo global, técnico y político, por la supervivencia.

9.2.3. ¿Qué hacer?

El problema está claro y se debe empezar a resolver en el comienzo de la cadena de las causas y efectos. **Más que seguir simplemente constatando las consecuencias, se debe eliminar, al ritmo más acelerado que la ciencia y la tecnología permitan, el uso de las fuentes contaminantes, inseguras y productoras de gases de invernadero.** Y hay que apoyar al Ministerio de Educación y a las Universidades en la educación del pueblo en esta materia que le concierne tan directamente y con tanta urgencia.

Es imperativo que el Estado chileno recupere el control del sector de la energía, en cuanto a la elección de las alternativas tecnológicas, a la planificación de su despliegue, al manejo de los incentivos económicos y al monitoreo del impacto que se vaya logrando sobre la salud y la vida. Que vincule el tema de energía y salud con los de: democracia, gobernanza, transparencia, derechos humanos, desarrollo social y responsabilidad, todos los cuales se miden usando indicadores internacionales (13).

El Ministerio de Salud debe tener una participación decisiva en la política energética del país, ya que de lo que se trata es de proteger la vida de las generaciones actuales y futuras (11, 13, 32). Es sintomático de su distanciamiento el hecho de que no haya adoptado oportunamente las medidas que corresponden en sus propios establecimientos. En esta participación sectorial ha estado más adelantado y activo en los últimos cinco

años el Colegio Médico, con estudios y difusión a través de sus dos publicaciones: Cuadernos Médico Sociales y Vida Médica.

El gobierno debe preocuparse de que los diversos tipos de indicadores de las emisiones de CO₂ (vide supra) sean medidos y publicados regularmente en Chile, con la misma frecuencia e intensidad con que se espera que lo sean las concentraciones de material particulado. Y deben ser interpretados a la luz de conclusiones obvias, como las siguientes:

“La peligrosidad de de estos gases” (Corte Suprema de EE.UU., ya en el año 2007).

“Es urgente abandonar el uso del carbono” (Hansen, del Instituto Godard de Estudios Espaciales de la NASA y de la U. de Harvard, octubre 2008).

“Este es el tema decisivo en Salud en el S. XXI” (Griffith J et al, BMJ 2008 pág. 338).

“Los gases de efecto invernadero representan una amenaza para la salud y el bienestar humano de esta y futuras generaciones” (Agencia de Protección Ambiental de EE.UU., abril 2009).

“No es una cuestión de si acaso o cuando, es una carrera contra el tiempo, una obligación.... (Mainstream Renewable Power”, La Nación, 26.03.09)

“Hay que reducir las emisiones más que medirlas” (Universidad Católica de Santiago, El Mercurio, 03.04.09)

“El cambio climático es la gran causa ética de la Humanidad en este siglo” (M. Bachelet, La Tercera 05.06.09).

La sociedad civil se interesa, se organiza, con frentes locales, dispersos, también “lidiando con la coyuntura”: “Frente del Maule”, “Consejo ecológico de Puchuncaví y Quintero”, “La Higuera”, “Coordinadora Ríos del Maipo”, “Patagonia sin represas” “Coalición ciudadana ARV”, opositores a una central en Penco.... además de las organizaciones ecologistas tradicionales. Muchos piensan que no es una amenaza inmediata y se propone echar mano de psicólogos sociales para remover las conciencias.

9.2.4. *Perspectivas*

Rescapitulando: se requiere una política integral, que abarque las fuentes primarias de energía, la forestación, la eficiencia, el agua, la salud y nutrición, la ciencia y tecnología, la educación e información; y que integre a todas las políticas sectoriales del país en torno a este eje, el de la sustentabilidad de la vida.

Importante y positivo es el hecho de que Chile haya diseñado un Plan de Acción Nacional para el Cambio Climático y haya ratificado la Convención Marco de la ONU (1992) sobre este tema. También, la Comisión Nacional del Medio Ambiente ha aprobado la política nacional de glaciares. Toda esta actividad de alto nivel debería haberse preparado con una intensa información y consulta a la población, impulsada, entre otros, por el Ministerio de Salud.

Muy recientemente, la Agencia Internacional de Energía, organización de la OCDE, entregó a nuestro gobierno el informe “Chile, energy policy review”, en el que se reconocen las características distintivas del país en cuanto a fuentes de energía (EM 27.10.09)

Los dirigentes mundiales han reaccionado ahora frente al peligro. El tema se trató en el XI Foro Iberoamericano de Ministros del medio ambiente, sostenido en Santiago en septiembre de este año. Las conclusiones se llevarían a la cumbre de Presidentes iberoamericanos del 30 de noviembre en Portugal (LN 10.09.09). A ello debería sumarse una participación pro-activa del gobierno de Chile en la cumbre de Copenhague de diciembre de este año (LN 28.04.09). La posición no ha sido definida aún (La Tercera 25.10.09) y se consideraría tanto asumir el compromiso de reducir emisiones como sumarse al bloque de países en desarrollo que consideran injusto tal compromiso. Un factor a tomar en cuenta es la perspectiva de que, en 4 años, Chile sea el mayor emisor de CO₂ de la Región.

Como ha dicho G.H. Brundtland, “el tiempo apremia”

El autor agradece la participación del Dr. Antonio Cavalla Rojas, con quien ha compartido la convicción acerca de la importancia de conocer y difundir estos aspectos de la salud ambiental y también la tarea diaria de recolección del material. Sin embargo, los juicios emitidos corresponden exclusivamente al autor.

Referencias

1. Montoya-Aguilar C, Antecedentes para una política gubernamental que favorezca a la salud, el ambiente, la economía y la soberanía nacional, *Cuad Med Soc* 2005;45 (2):81-92
2. Colegio Médico de Chile, Relato del Primer coloquio de Cuadernos Médico Sociales, "Energías renovables no convencionales (ERNC)" Noviembre 10, 2005, *Cuad Med Soc* 2006; 46 (1): 44-65
3. Colegio Médico de Chile y Colegio de Ingenieros de Chile, Diagnóstico y Propuesta conjunta para desarrollar una Política Nacional de Energía que favorezca la Salud, el Medio Ambiente y la Economía Nacional, *Cuad Med Soc* 2006; 46(3): 163-175
4. Montoya-Aguilar C, Energía y Salud: Examen de los acontecimientos 2005-2006, *Cuad Med Soc*; 2006; 46(4): 258-267
5. Montoya-Aguilar C, Una política clara de energía para la supervivencia, *Cuad Med Soc* 2007; 47 (1): 39-47
6. Montoya-Aguilar C, Energía, clima y salud: las soluciones, *Cuad Med Soc* 2007; 47 (3): 176-190
7. Montoya-Aguilar C, La salud y la energía. Actualización de los hechos y de las perspectivas en el período de junio a septiembre del año 2008 *Cuad Med Soc* 2008; 48 (3): 165-173
8. Battisti D S, Naylor R, Daño que causará el calentamiento global a los sistemas alimentarios, *Science*, 09.01.2009
9. World Bank, *World Development Report 2008* (release 2007), Focus F: Adaptation to and mitigation of climate change in agriculture. Washington D.C.
10. WHO (2005) *Ecosystems and human wellbeing: health synthesis*, Geneva.
11. Corvalán C, *Climate change and human health*, *WHO Bulletin* 2007; 85(11):830-32
12. Campbell-Lendrum D, Corvalán C, Neira M, *Global Climate Change: implications for international health policy*, *WHO Bulletin* 2007;85 (3):235-237
13. Foa R, *Social and Governance Dimensions of climate change: implications for policy, a paper commissioned for the World Development Report 2010*. Dept of Government, Harvard University, 2009
14. Frumkin H, Hess J J, Mc Michael A J (editores), *Climate change and health*, *Am J Prev Medicine* 2008;35 (5): 401:538 (edición especial, diversos autores)
15. *The Lancet and University College, London*, (2009) *Managing the health effects of climate change* (<http://www.thelancet.com/climate-change>)
16. Stern N, (2007) *The economics of climate change: the Stern review*, Cambridge University Press, Cambridge, UK
17. Edwards P, Roberts I, *Population adiposity and climate change*, *Int J Epidemiology* 2009; 38 (4): 1137-40
18. Colegio de Ingenieros de Chile A.G. (mayo 2009) *Programa de Desarrollo de Centrales Nucleares en Chile, 2009-2030*, Santiago de Chile
19. Ministerio de Salud y Universidad Católica de Chile, (2004), *Encuesta Nacional de Salud. Chile 2003*, Santiago (resumen en <http://epi.minsal.cl>)
20. Powles J, *Commentary: why diets need to change to avoid global warming*, *Int J Epidemiology* 2009; 38 (4): 1141-42
21. World Bank, *World Development Report 2010* (release 2009) chapter 7, Washington D.C.
22. Larsen H, Petersen L S, *Sistemas energéticos futuros bajos en carbono. Del Informe 7 del Laboratorio Nacional Riso para la energía sustentable*, Universidad Técnica de Dinamarca, octubre 2008, <<http://www.en.cop15.dk>>
23. Documentos de la Tercera Conferencia Mundial sobre el Clima, Ginebra 2009: <http://www.wmo.int/wcc3/page_es.>
24. Asociación Empresarial Eólica Española, *La eólica en Chile: buenas políticas, muchos proyectos en marcha y 44000MW de potencial aprovechable*, http://www.evwind.es/noticias.php?id_not=269, 23.04.09
25. Gobierno de Chile (2008) *Segundo informe: Los objetivos de desarrollo del milenio (Objetivo 7)*, Santiago.
26. Fernández D, (2001) *Celdas de combustible, una alternativa ecoeficiente en la generación de energía eléctrica*, Memoria Univ. D. Portales, Facultad de ingeniería, Laboratorio de energía y Medio ambiente, Santiago.
27. Engel R y Basualto A, *Celdas de combustible*, <www.cubasolar.cu/biblioteca/energia>
28. DOE Pacific Northwest National Laboratory, *New clues about a hydrogen fuel catalyst*, divulgado en: *Science Daily*, 10.08.200
29. *El abandono de la energía nuclear*, <http://es.wikipedia.org/>, 05.08.2007
30. World Bank, *World Development Report 2008* (release October 2007) Focus B: biofuels, the promises and the risks.
31. Gobierno de EE.UU., Energy Information Administration, *Brochure X012*, May 2008, Washington D.C.
32. Galvão L A, Edwards S, Corvalán C, Fortune K, Akerman M, *Climate change and Social Determinants of Health: two interlinked agendas, (PAHO)*, *Global Health Promotion* 2009, Supp (1):81-84
33. *Regulación del sector energético chileno*. <http://www.gener.cl/AESGener Web Neo/>
34. Folch W, *Energía y Salud*, *Cuad Med Soc* 2006; 46 (4): 252-257