

# DESARROLLO ENERGÉTICO Y SEGURIDAD NACIONAL

Luis Ernesto Siebert Cristi\*

*El mercado de la energía es el mayor y más importante a nivel mundial, y de él depende en gran medida la estabilidad internacional, dado que el libre intercambio y flujo de fuentes energéticas está íntimamente asociado a la seguridad de las grandes potencias y de la inmensa mayoría del resto de las naciones.*



Chile se ha propuesto ser el primer país en Latinoamérica en superar la pobreza y dejar atrás el subdesarrollo.

Para alcanzar este objetivo, el país debe disponer de energía suficiente en cantidad y calidad, y aceptable en términos de costos, ya que ella impacta en forma importante el devenir de la sociedad como un todo, afectando:

- Intereses de sectores como transporte, electricidad, alimentación, agua, industria, comercio y residencial.

- Intereses sociales como medioambiente, salud pública, seguridad nacional, pobreza, educación y forma de vida.

En el camino a este objetivo nacional, Chile se encuentra a la cabeza de los países latinoamericanos en materia de PIB y consumo de energía eléctrica anual per cápita, con USD 22 600 y 3300 KWhr respectivamente.

Por otra parte, el promedio de los países desarrollados europeos, sin considerar a Noruega e Islandia por sus especiales condiciones de

\* Capitán de Fragata (R). Ingeniero Naval Mecánico (APN). Ocean Engineer (MIT). Ms Sc in Naval Architecture and Marine Engineer (MIT).

consumo y población, tiene un consumo eléctrico anual per cápita superior a los 6600 KWhr, y un PIB promedio de USD 38 100.

En consecuencia, al acercarnos a la condición de país desarrollado, se debiera esperar un incremento importante en el consumo de energía eléctrica per cápita, que probablemente desacoplará la curva de crecimiento de la demanda de energía respecto de la curva de crecimiento de la economía del país, resultando en una pendiente más elevada.

La búsqueda de la solución al problema energético de un país debe abordarse balanceando las siguientes prioridades sociales:

- Equitativo desarrollo económico.
- Aceptable impacto medioambiental.
- Mejorar condición de Seguridad Nacional.

Para afrontar este desafío, el país necesita contar con medios humanos con conocimientos y experiencia suficiente, para sortear los intrincados caminos hacia la formulación de efectivas políticas, mejoramiento de tecnologías existentes y adopción de nuevas tecnologías, así como también de una población informada y capacitada para entenderlas y aceptarlas.

Para hacernos cargo de esta realidad, y cumplir el objetivo político indicado al inicio, es menester reconocer que el desarrollo energético del país requiere imperiosamente ser enfrentado con una Política de Estado, que trascienda las administraciones que nos gobiernan.

## Aspectos conceptuales

La energía es una cantidad escalar; es la habilidad de realizar trabajo, y se mide en variadas unidades como por ejemplo BTU y Quads ( $\text{BTU} \times 10^{15}$ ) en el Sistema Inglés, y en Calorías, Joules (KJoules, MJoules) y también en Whr (KWhr, MWhr, GWhr), en el Sistema Métrico.

La potencia a su vez es una razón: es energía por unidad de tiempo. Explica cuán rápido se genera energía o cuán rápido se consume energía; se mide en BTU/hr y HP en el Sistema Inglés y en Watts (KW, MW, GW) en el Sistema Métrico.

Por otra parte, debemos distinguir entre energía primaria, asociada a fuentes disponibles

en estado natural, como petróleo, carbón, gas natural, sol, viento, geotermia, ríos, mareas y biomasa, y energía secundaria, que es energía generada a partir de las fuentes primarias, como sería la energía eléctrica, el hidrógeno y en general energía almacenada para uso posterior.

Dentro de las fuentes primarias se encuentran los denominados combustibles fósiles convencionales, que se distinguen por tener las siguientes densidades energéticas aproximadas (energía por unidad de masa):

- Gas natural 1000 BTU/Ft<sup>3</sup> 54 (MJoules/Kg)
- Petróleo 6 MBTU/Barril 45 (MJoules/Kg)
- Carbón 20 MBTU/Ton 30 (MJoules/Kg)

Para el desarrollo armónico de un país se requiere disponer de fuentes de energía primaria, con el propósito de satisfacer las necesidades de:

- Transporte.
- Electricidad.
- Industria.
- Comercio.
- Habitacional.

Nuestro país no dispone de recursos propios suficientes para satisfacer la demanda de estos sectores, y depende por tanto de un importante flujo de importaciones de distintos países, principalmente carbón y gas natural para la generación de electricidad, y petróleo para el transporte e industria, elementos todos que utilizan la vía marítima para ser transportados y terminales marítimos para ser descargados y distribuidos.

Las denominadas Energías Renovables, que corresponden al sol, viento, biomasa, ríos y mareas, son esencialmente utilizadas para la generación de electricidad, y por sus particulares condiciones de disponibilidad y desarrollo tecnológico, deberán ir teniendo un mayor rol en cuanto a su participación en la matriz generadora, en la medida que aporten en forma positiva a la competitividad del país tanto en lo medioambiental como en lo económico.

La condición geográfica esencial de Chile y su alta dependencia de fuentes de energía externas, afectan claramente su Seguridad Nacional, y el problema no se debiera asociar sólo a la necesidad

de disponer de suficiente energía eléctrica, por lo que la Política de Desarrollo Energético debiera reconocer esta realidad.

## Alfabetización energética

Para facilitar la adopción de medidas que permitan un balanceado desarrollo energético, es fundamental que la población sea alfabetizada acerca de estas materias, de manera que su participación en los procesos de toma de decisiones no sea eminentemente obstructivo, sino consecuente con los beneficios y costos que ellos implicarán a la economía, al medioambiente y a sus formas de vida.

La experiencia norteamericana propone que el contenido de las materias a difundir contemple al menos los siguientes conceptos:

- La energía es una cantidad física que sigue precisas leyes naturales.
- Los procesos físicos de la Tierra son el resultado del flujo de energía a través de los sistemas de nuestro planeta.
- Los procesos biológicos dependen del flujo de energía a través de los sistemas de la Tierra.
- Varias fuentes de energía se pueden usar para sostener actividades humanas, y a menudo esta energía debe ser transferida desde la fuente hasta su destino final.
- Las decisiones vinculadas a la energía están influenciadas por factores políticos, económicos, sociales y medioambientales.
- La cantidad de energía usada por las sociedades humanas depende de muchos factores.
- La calidad de vida de individuos y sociedades depende de las decisiones que se adopten en materia de energía.

Este esfuerzo de alfabetización de la población debe ser liderado por la autoridad política y debe ser difundido a través de los centros de estudios superiores, técnicos y de enseñanza media, y también a través de campañas especiales usando los medios de comunicación, ya que disponiendo de un mejor

conocimiento y comprensión acerca de la energía y sus implicancias permitirán:

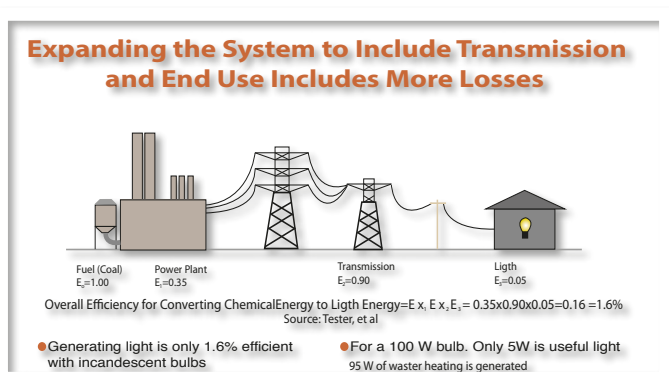
- Arribar a decisiones consensuadas más informadas.
- Promover el desarrollo económico.
- Incrementar el uso de energías sustentables.
- Reducir riesgos medioambientales e impactos negativos.
- Mejorar la Seguridad Nacional.
- Incentivar el ahorro de individuos y comunidades.

## Energía eléctrica

La demanda eléctrica agregada instantánea corresponde a la suma de las necesidades energéticas de los miles de usuarios industriales y residenciales, y es eminentemente variable a través del día y también es cambiante dependiendo de la época del año que se trate.

El desafío del sistema eléctrico es satisfacer esta variable, generando y distribuyendo lo que los usuarios demanden, debiendo tenerse presente que existe una gran diferencia entre la energía demandada y la energía generada, ya que entre ambas cifras están las pérdidas inherentes a los procesos de generación y transmisión, así como también las eficiencias de los equipos y artefactos demandantes de energía. (Ver figura N° 1).

En general, la demanda instantánea es satisfecha por el Centro de Despacho de Carga (CDC), asignando las plantas generadoras por disponibilidad y rendimientos, de la siguiente manera:



■ Figura N° 1: Pérdidas en sistema eléctrico.

- Primero las plantas de alto factor de capacidad (h de operación anuales/total de h anuales), y que son difíciles de poner en servicio y/o parar. Dentro de este grupo se encuentran plantas de alta capacidad de generación que usan ciclo termodinámico de vapor de agua (Ciclo Rankine), y que pueden usar como combustible:

Fuentes de Energía	Quads	Porcentaje	Energía consumida	Quads	Porcentaje
Carbón	18.04	45.05	Proceso de generación	26.03	65.01
Gas natural	8.05	20.10	Transmisión y distribución	1.04	2.60
Nuclear	8.26	20.63	Residencial	4.86	12.14
Energías renovables	5.14	12.84	Comercial	4.50	11.24
Petróleo	0.29	0.72	Industrial	3.33	8.32
Otros	0.26	0.66	Otros	0.47	1.17
Total	40.04		Total usuarios finales	13.16	32.87

- Carbón.
- Geotermia.
- Nuclear.
- Biomasa.

*Nota: 1 (Quad) de energía es el equivalente a  $10^{15}$  (BTU) o bien,  $2,93 \times 10^8$  (MWhr).*

■ **Tabla N° 1: Flujo de energía en EE. UU. Año 2011.**

- Las plantas que son fáciles de poner en servicio y/o detener son usadas para manejar los máximos y mínimos de demanda eléctrica. Dentro de éstas se encuentran las centrales hidroeléctricas y las plantas que disponen de turbinas a gas natural como combustible (Ciclo Brayton), que por lo general son de ciclo combinado.
- Si se dispone de energía generada por otras fuentes (solar, eólica), ella se debe insertar entre las anteriores.

### Alternativas de plantas generadoras

El sector eléctrico hace uso de un amplio espectro de combustibles (matriz generadora) y se caracteriza por tener importantes pérdidas en sus procesos.

En la tabla N° 1, que se muestra a continuación, se puede apreciar el flujo de energía en EE. UU. el año 2011, destacando los niveles de pérdidas que se generan antes que la energía sea usada por los consumidores.

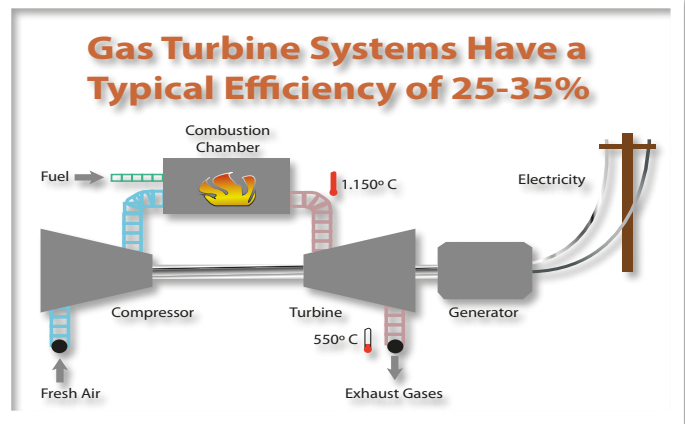
Dependiendo de las fuentes de energía es posible disponer de las siguientes plantas generadoras:

- Fuentes primarias
  - Plantas a vapor, que requieren agua para su funcionamiento, y que pueden usar los siguientes combustibles en sus calderas:
    - Carbón.
    - Petróleo.
    - Nuclear.
    - Biomasa.
    - Geotermia.
  - Turbinas a gas, que requieren agua en su versión de ciclo combinado, destinada a incrementar eficiencia del proceso generador, y que en general usan gas natural como combustible.
  - Energías renovables
    - Centrales hidroeléctricas, que requieren agua para su funcionamiento.
    - Parques solares.
    - Parques eólicos.
    - Centrales mareomotrices.

Para la generación del mayor porcentaje de energía eléctrica en la actualidad, se dispone de varios ciclos térmicos de poder, a saber:

➤ Generadores movidos por turbina a vapor (Ciclo Rankine), y que hacen uso de calderas que generan vapor de agua a presión. La eficiencia global que se puede alcanzar varía entre el 30 y 40% dependiendo de las tecnologías utilizadas para el control de pérdidas térmicas. (Ver figura N° 2).

➤ Generadores movidos por turbina a gas de ciclo abierto (Ciclo Brayton), que queman en forma directa gas natural. No requieren de

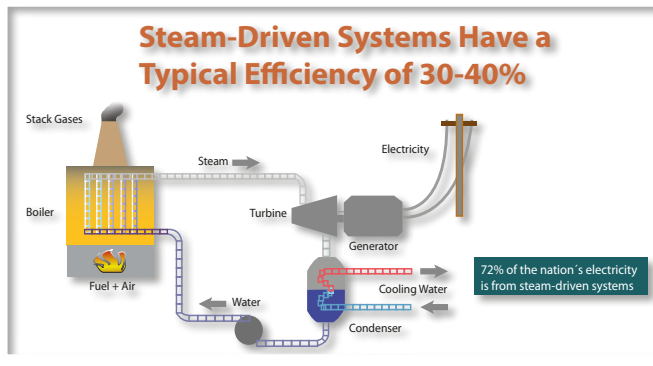


■ Figura N° 3: Ciclo Brayton.

### Sistema de distribución

A juicio del autor, el sistema eléctrico de distribución es una de las maravillas de la ingeniería que en general ha tenido muy poco reconocimiento. La red es la más grande obra de ingeniería concebida por el hombre. (Ver figura N° 5).

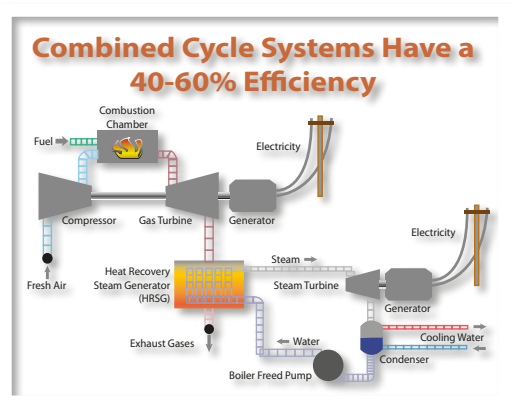
Sin embargo la realidad nacional y la coyuntura que imponen las actuales circunstancias, nos plantean la necesidad de avanzar hacia el establecimiento de una red inteligente (smart grid), que permita:



■ Figura N° 2: Ciclo Rankine.

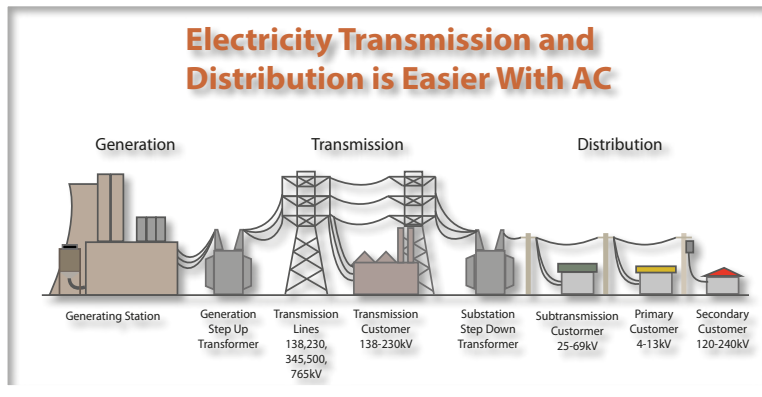
agua para su funcionamiento, y la eficiencia que pueden alcanzar fluctúa entre 25 y 35%, ya que mucha energía se pierde en gases de escape. (Ver figura N° 3).

➤ Plantas generadoras que hacen uso de una combinación de turbinas a gas para ciclo primario y de turbina a vapor, generado a partir de la energía disponible en los gases de escape de la primera. Requieren de agua para el ciclo complementario. Esta combinación de ciclos Brayton y Rankine permite alcanzar eficiencias que varían entre 40 y 60%. (Ver figura N° 4).



■ Figura N° 4: Ciclo Combinado Rankine-Brayton.





■ Figura N° 5: Sistema de distribución.

- Disponer de un uso cada vez mayor de fuentes de energía intermitentes (solar y eólicas).
- Responder a las nuevas y mayores demandas eléctricas del sector residencial y del sector comercio, en la medida que el país se acerque al objetivo de ser una nación desarrollada.
- Administrar en forma eficiente los peak de demanda y el consumo global, permitiendo:
  - Hacer uso efectivo de recursos disponibles en la red.
  - Minimizar la necesidad de construcción de nuevas plantas.

Una red inteligente es mucho más que contar con medidores inteligentes; y al igual que lo que se está concibiendo en EE. UU., debiera despertar nuestro interés por modernizar nuestros sistemas interconectados, que en la actualidad son sistemas de una sola vía, para hacerlos conceptualmente de doble vía, permitiéndonos disminuir la actual dependencia de fuentes energéticas provenientes del exterior.

La implementación en el tiempo de una red inteligente facilitará alcanzar cambios drásticos en el consumo de los usuarios, en la medida que la información sea transparente, confiable y entendible, que las nuevas tecnologías sean amigables y que los niveles de precios sean aceptables.

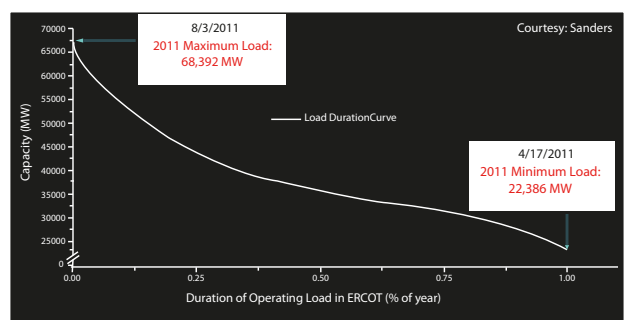
## Costos de energía eléctrica

Como se mencionó anteriormente, para satisfacer en forma instantánea la demanda eléctrica, las plantas generadoras disponibles se deben conectar al sistema y desconectar del sistema (despacho de carga), en forma secuencial y siguiendo una pauta

preestablecida, que por cierto tiene entre sus variables más importantes los costos de operación de cada alternativa.

La curva de duración de carga, como la que se muestra en la figura N° 6, y que corresponde a la situación del Estado de Texas, EE. UU. del año 2011, representa la variabilidad de la demanda total con respecto a la fracción de tiempo en que ella es observada. En el extremo izquierdo se puede apreciar que la carga peak corresponde aproximadamente a 68 GW, y en el extremo derecho, se observa la mínima carga, que en este caso corresponde a 22 GW.

Una situación conceptualmente similar debe ocurrir con la demanda del caso nacional, con cifras



■ Figura N° 6: Curva de duración de carga.

de carga bastante menores, pero lo importante de recalcar es que la capacidad de generación y distribución del sistema eléctrico está determinada por la carga máxima demandada. La capacidad instalada en Chile es de aproximadamente 17 GW, proyectándose que para el año 2020 se

Combustible	Costo Inversión en US\$/KW
Gas natural (Turbina).	650
Gas natural (Ciclo combinado).	1.230
Viento.	1.980
Solar.	2.830
Carbón (Pulverizado).	2.890
Carbón (Gasificado y Ciclo Combinado).	4.010
Nuclear.	6.100

■ Tabla Nº 2: Inversiones nominales para diferentes tecnologías.

requerirán 25 GW para satisfacer la demanda eléctrica.

Si la forma de la curva nacional fuera similar, más de la mitad del año se generaría menos del 50% de la capacidad instalada, dando cuenta de un bajo nivel de utilización de las elevadas inversiones que significan las plantas generadoras y el sistema de transmisión y distribución.

Para satisfacer en forma instantánea la demanda agregada, las plantas disponibles son ordenadas en función a su disponibilidad y costo marginal, y son conectadas y/o desconectadas a medida que varía la demanda.

En el caso de Chile, en donde un 34% de la matriz energética está compuesta por centrales hidroeléctricas, que se caracterizan por tener un bajo costo marginal, su grado de disponibilidad a lo largo de cada año está asociado a las condiciones hídricas pronosticadas, por lo que el modelo de despacho del CDC tiene internalizada esta realidad, que tiene por objeto asegurar un uso racional de los recursos hídricos almacenados.

El costo marginal de las plantas depende principalmente de los siguientes factores:

- Costo del combustible.
- Capacidad de la planta generadora.
- Eficiencia de la planta generadora.
- Factor de potencia (% de tiempo efectivo de uso en un año calendario).
- Costos variables de operación y mantención.

Además del costo marginal, los diferentes proyectos de generación tienen también asociados los costos de capital o de inversión, que deben

ser amortizados durante sus respectivas vidas útiles. La tabla Nº 2 muestra las diferencias que es posible esperar entre las inversiones nominales correspondientes a las tecnologías disponibles, en términos de US\$/KW de potencia instalada.

El costo total de operación de las plantas de generación tiene incorporado entonces

la componente fija y la componente variable, y para efectos de comparación entre ellas, se usa lo que en EE. UU. se denomina LCOE (Levelized Cost of Electricity), y que en nuestro caso sería el Costo Normalizado de Electricidad, y se expresa en términos de US\$/MWhr. En la figura Nº 7 se muestra la distribución de Costos Normalizados de Electricidad (LCOE) en EE. UU., para diferentes versiones de plantas generadoras.

De su análisis, es posible formarse una idea de lo que las diferentes tecnologías que usan energías renovables y/o sustentables podrían contribuir a la matriz nacional, y el impacto que ellas tendrían en los costos proyectados de energía para los consumidores, teniendo presente que el mercado nacional es un mercado regulado, vale decir los precios no se comportan siguiendo las variaciones entre oferta y demanda, sino que son revisados y negociados periódicamente entre la autoridad y las empresas generadoras y distribuidoras de electricidad.

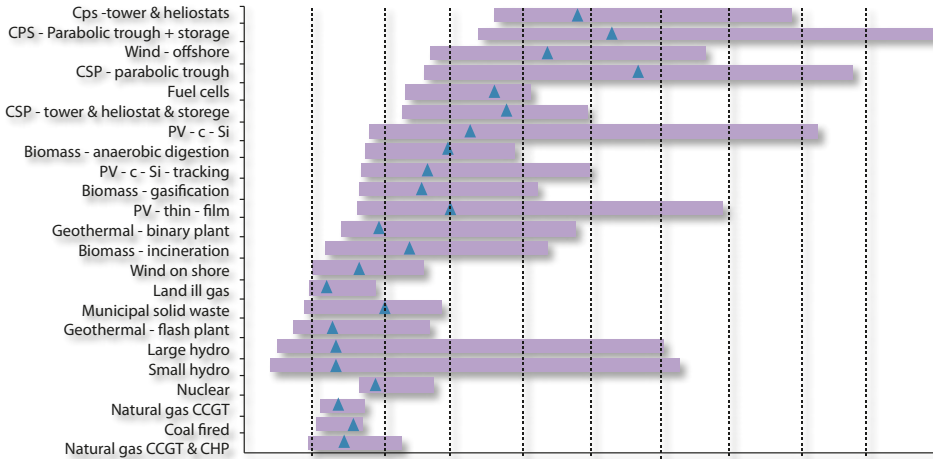
## Transporte

En el mundo se gasta una enorme cantidad de energía en el sector transporte, y Chile no es una excepción, sobre todo considerando la explosión observada en el parque automotriz en las últimas décadas, y el cada vez mayor tráfico de personas y bienes en nuestras carreteras.

Para tener una idea de su importancia, baste decir que en los EE. UU. representa alrededor del 28% del consumo total de energía cada año, y que el sector depende fundamentalmente de la fuente primaria petróleo para su actual funcionamiento. (Ver figura Nº 8).

Ante cualquier crisis que afecte el abastecimiento y flujo de petróleo a nivel mundial o regional,

## Q4 2012 LEVELIZED COST OF ENERGY FOR SELECT TECHNOLOGIES



Prices listed in \$/MWh  
Values include installed capacity

Source Bicomberg New Energy Finance. EIA

Bloommberg // // // SUSTAINABLE ENERGY FACTBOOK RELEASE, 31 JANUARY 2013  
NEW ENERGY FINANCE

Figura N° 7: Costos normalizados de energía para diferentes tecnologías.

el impacto principal se observará en el sector transporte.

- Incentivar el uso de automóviles híbridos.
- Establecer metas de eficiencia en términos

Para disminuir el flujo de petróleo hacia nuestras refinерías y sistema de distribución de combustible, y para mejorar condiciones medioambientales, a nivel nacional se debieran diseñar e implementar políticas públicas enfocadas a los siguientes objetivos:

- Incorporar el abastecimiento de gas natural en sistema de distribución de combustible para medios de transporte.

## Petroleum Fuel More Than 93% of Transportation

2011 U.S. Transportation Sector Energy Consumption

Source: U.S. Energy Information Administration / Annual Energy Review 2011. Graphic: Michael E. Webber, The University of Texas at Austin

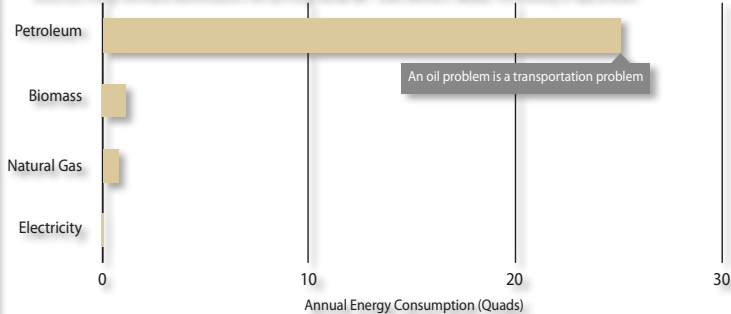


Figura N° 8: Combustibles usados en sector transporte en EE. UU.



de (Km/Lt) para automóviles y camiones pequeños y medianos, e incentivar la selección de marcas y modelos que las cumplan o superen.

- Establecer metas de economías corporativas de combustibles (Km/Lt) a las empresas de transporte de carga y de pasajeros.
- Cambiar motorización de buses urbanos en grandes ciudades, de diesel a gas natural.
- Masificar el uso de ferrocarriles eléctricos para el transporte de carga.

## Energía y seguridad nacional

Para el mundo en general y para nuestro país en particular, el desarrollo energético representa el punto de origen o intersección de tres potenciales vectores de crisis, cuyas magnitudes pueden resultar catastróficas:

- Su impacto en la sobreexplotación y posible agotamiento de recursos energéticos e hídricos es muy importante como para ser ignorado.



■ Densidad de tráfico urbano en grandes ciudades.

- Su impacto en los cambios climáticos y otras consecuencias medioambientales es muy importante como para ser ignorado.
- Su impacto en la seguridad nacional de las grandes potencias y del resto de la comunidad internacional es muy importante como para ser ignorado.

Por el efecto que el desarrollo energético tiene sobre el futuro de nuestra sociedad, Chile debiera enfrentar este desafío en el marco de una política de Estado multiministerial, con un énfasis más político que técnico, y con una cobertura más amplia que la incluida en la Estrategia Nacional de Energía, ya que ella debería definir las fronteras y reglas del juego aplicables a todos los actores del mercado de la energía, incluyendo por lo menos los siguientes campos:

- Desarrollo de Regiones, especialmente de las extremas.
- Energía y Medioambiente.
- Transporte y Electricidad.
- Obras Públicas y Vivienda.
- Relaciones Exteriores y Defensa.

Esta política de Estado debe fijar con claridad un rumbo y objetivos de mediano y largo plazo, que defina responsabilidades y rendiciones de cuenta periódicas, que sea difundida, conocida y apoyada por la ciudadanía, para mantenerla por sobre las contingencias de los gobiernos de turno en el poder, y por sobre los intereses sectoriales que interactúan y presionan a las autoridades, en la búsqueda de posiciones de competencia privilegiadas.

## Acciones en el marco internacional

Concentrar en forma coordinada los esfuerzos del frente diplomático, económico y de defensa, en mantener y acrecentar los lazos existentes con aquellos países que son proveedores de fuentes primarias de energía, así como también generar y potenciar las relaciones sectoriales con países que pudieran ser proveedores alternativos.

Participar proactivamente en organizaciones regionales e internacionales que puedan apoyar los intereses nacionales, en la eventualidad del surgimiento de crisis que puedan afectar el normal abastecimiento de las fuentes primarias de energía demandadas por nuestra población.

Incentivar el intercambio de profesionales, académicos y expertos en Eficiencia Energética y aplicación de energías renovables no convencionales, para difundir el conocimiento y experiencias extranjeras sobre estas materias en centros de educación superior, técnica profesional y educación media.

### Acciones en el marco vecinal y regional

Incentivar el intercambio de fuentes de energía primaria y secundaria con países vecinos, pero disponiendo siempre de capacidades de respaldo suficientes, para enfrentar amenazas por crisis internas de socios circunstanciales.

Potenciar el intercambio de información y experiencias en el campo de la investigación de energías renovables no convencionales y de energía geotérmica.

### Acciones en el marco nacional

Definir una Estrategia Nacional de Desarrollo Energético, que proponga como Visión:

*Alcanzar un xx% de independencia energética para la población residente en Chile para el año 2030, con precios de energía per cápita equivalentes al promedio de las cinco mayores economías latinoamericanas.*

El concepto de independencia energética debiera abarcar todos los ámbitos de la energía, y no sólo la energía eléctrica, y el porcentaje meta debiera ser definido con una cifra factible de ser alcanzada, pero con gran esfuerzo. Para su cálculo se debe considerar el porcentaje de la energía demandada por todos los sectores de la ciudadanía en un año calendario (GWhr), satisfecha con energía generada y/o producida con recursos nacionales.

Como un aporte al esfuerzo que se deberá desplegar en la preparación de este documento oficial, y en forma complementaria a lo indicado en el título "Transporte", se sugiere considerar las siguientes medidas para sectores eléctricos y viviendas:

- Proporcionar amplia y perseverante campaña de alfabetización a la población, como se indicó en el título "Alfabetización energética".
- Establecer un Plano Regulador a nivel nacional, que defina zonas para el desarrollo de proyectos de generación

y transmisión energética, observando potenciales de desarrollo regionales, impactos medioambientales para población y ecosistemas, y especialmente, mejorando aspectos que pudieran poner en riesgo nuestra Seguridad Nacional.

- Cambiar y ampliar enfoque de ENAP hacia una Empresa Nacional de Energía (ENE).
- Incentivar desarrollo de energías primarias a nivel nacional, especialmente los esfuerzos de investigación en energía geotérmica.
- Incentivar y preferir inversión en Eficiencia Energética por sobre inversión en nuevas fuentes de generación.
- Ampliar capacidad de recepción y distribución de gas natural a través de medios marítimos, incluyendo ampliación de red de distribución entre regiones, por lo menos entre las IV y X Región, para disponer de una carretera de energía primaria subterránea, que sirva de alternativa a la "carretera eléctrica", que está a la vista.
- Favorecer la implementación de plantas generadoras a gas natural de ciclo combinado, por su menor impacto sobre el medioambiente, menor necesidad de agua, alta eficiencia térmica, alta disponibilidad y bajo costo de combustible.
- Incentivar el uso de energías renovables no convencionales (ERNC) en proyectos de cogeneración:
  - Solar en zona norte.
  - Biomasa desde VI Región al sur.
  - Eólica en zonas costeras apropiadas.
  - Hídricos en zonas alejadas y que no afecten desarrollo turístico.
  - Mareomotriz en puntos focales de zonas con amplias variaciones de mareas.
- Modernizar red de distribución e implementar gradualmente una "red inteligente".
- Incentivar el diseño y construcción de edificios, centros comerciales y casas inteligentes, que junto con la "red inteligente" permita compartir el esfuerzo de generación y distribución de energía eléctrica, y requerir de un menor crecimiento de la capacidad de generación instalada.

- Implementar “sistemas de alumbrado inteligentes” en calles, avenidas, parques y estacionamientos.
  - Promover e incentivar la utilización de medios de iluminación y electrodomésticos de alta eficiencia, para contribuir a bajar la demanda eléctrica domiciliaria.
  - Adecuar medidas normativas para mejorar condiciones de aislación en techos, muros y ventanales de edificios y viviendas en general.
- La Armada de Chile tiene un rol principal que desempeñar en este esfuerzo colectivo como nación, puesto que le corresponde disponer y mantener personal y medios preparados para asegurar el flujo constante de fuentes de energía primarias hasta y dentro del territorio nacional, especialmente en períodos de crisis internacionales y/o vecinales, que pongan en peligro el abastecimiento de lo que el país requiere y demanda para su normal funcionamiento y desarrollo.

### Chile, la Armada y la energía

- El mercado de la energía es el mayor y más importante mercado a nivel mundial, y de él depende en gran medida la estabilidad internacional, ya que el libre intercambio y flujo de fuentes energéticas está íntimamente asociado a la seguridad de las grandes potencias y de la inmensa mayoría del resto de las naciones.
- La seguridad energética nacional mejorará en la medida que se disponga de voluntad política para apoyar e impulsar inversiones sistemáticas en tecnología e innovación, de la incorporación de la ciudadanía al conocimiento de materias que afectarán su calidad de vida presente y futura, de nuestra iniciativa y voluntad para obtener más de las fuentes energéticas disponibles y renovables, y de nuestro compromiso responsable con la conservación y el medioambiente.
- Chile necesita imperiosamente un claro liderazgo político, que despierte a nuestra sociedad del letargo e indiferencia que nos ha caracterizado hasta hoy, y que nos motive e invite a involucrarnos en el conocimiento y consensuada de políticas que será menester abordar, para resolver de manera racional los desafíos que representan para la sobrevivencia de nuestro país, su armónico desarrollo energético.
- Finalmente, una reflexión para incentivar la participación activa en el esfuerzo que juntos deberemos desplegar en el futuro: *En el marco del proceso evolutivo, la especie humana se distinguió de las otras, no por su capacidad para comunicarse o de crear herramientas de trabajo y armas para defenderse, sino por su capacidad de usar y transformar las fuentes de energía disponibles en la naturaleza y ponerlas al servicio racional de sus necesidades.*

\*\*\*

## BIBLIOGRAFÍA

1. *Chile y los dilemas de su política energética*, Rodrigo Álvarez Z. Ministro de Energía, Octubre 06/2011.
2. *Data from World Bank*, año 2011.
3. *Energy Information Administration (EIA) International Energy Statistics*, año 2010.
4. *Datos técnicos del carbón, petróleo y gas natural*.
5. *Energy Literacy - Essential Principles and Fundamental Concepts for Energy Education*, documento preparado por el US Department of Energy.
6. *US Energy Information Administration (EIA) / Annual Energy Review 2011*.
7. *Apuntes del curso Energy Technology and Policy*, tomado por el autor a través de [www.edx.org](http://www.edx.org), en la Universidad de Austin, Texas.
8. *2010 CAPEX costs for new capacity from Black&Veatch*. (Feb. 2012).
9. *Bloomberg New Energy Finance - Sustainable Energy Factbook Release*, 31- Ene- 2013.
10. *Estrategia Nacional de Energía 2012 - 2030*, Ministerio de Energía - Gobierno de Chile.