

**Luces y Sombras.**  
**¿Será El Fin de HidroAysén, Castilla y Hermanas Gemelas?**  
**Parte I.- La Esperanza.**

**Tabla de Contenido.**

<b>1.- Algunos Hechos en Nuestro País.</b>	<b>2</b>
a.- Hidroaysén.	2
b.- Los Debates en las Presidenciales.	2
c.- Resoluciones del Poder Judicial.	3
d.- Los Pueblos Afectados.	3
<b>2.- Y Qué Está Sucediendo en el Mundo.</b>	<b>4</b>
a.- Comentarios Globales.	4
b.- Fukushima.	4
<b>3.- Cambio Climático.</b>	<b>5</b>
<b>4.- Un Hecho Notable. El Creciente Impulso de las ERNC.</b>	<b>6</b>
<b>5.- La Industria de las ERNC.</b>	<b>7</b>
a.- Energías Eólicas de Gran Altitud. Una Formidable Alternativa para Chile.	7
b.- Por Qué es tan Barata la Energía.	10
c.- La Energía, un Tema Político.	10
<b>6.- Comparación de ERNC con Represas y Termoeléctricas</b>	<b>11</b>
a.- Comparación con Energías Eólicas de Gran Altitud.	11
b.- Comparación con Otras ERNC. Las Fotovoltaicas.	11
<b>7.- Las Grandes Ventajas y Beneficios de las ERNC en Chile.</b>	<b>12</b>
a.- Beneficios Directos.	12
b.- Más Beneficios. Desarrollo Sustentable.	13
c.- Un Nuevo Sistema eléctrico. El Fin de las Pesadillas.	14
<b>8.- Un Cambio de Perspectiva. Bases para Nuevas Normativas.</b>	<b>16</b>
a.- Las ERNC son Variables e Intermitentes.	17
b.- El Factor de Planta de las ERNC.	18
<b>c.- El Olvidado Almacenamiento de Energía. Una Tarea Estratégica e Inmediata.</b>	<b>18</b>
c.1.- Introducción.	18
c.2.- Centrales de Almacenamiento de Energía con Aire Comprimido.	20
c.3.- Centrales de Almacenamiento de Energía por Bombeo de Agua.	21
d.- Centrales de Respaldo versus Gestión de Energía.	24
<b>9.- Conclusiones.</b>	<b>25</b>

## **Luces y Sombras.**

### **¿Será El Fin de HidroAysén, Castilla y Hermanas Gemelas?**

#### **Parte I.- La Esperanza.**

La fuerza irreversible de hechos y realidades, que están ocurriendo en nuestro mundo y en Chile en especial, ¿serán suficientes para poner fin a proyectos como Hidroaysén, Castilla y otras centrales eléctricas similares o equivalentes?

En donde proyectos como los indicados y otros anunciados, son el símbolo de una política neoliberal, monopólica, antidemocrática e irresponsable frente al medio ambiente, y que, sin restricciones, ha imperado en nuestro país.

Veamos algunos hechos.

#### **1.- Algunos Hechos en Nuestro País.**

**a.- Hidroaysén.** En relación a Hidroaysén, mucho se ha hablado y escrito sobre sus funestas consecuencias y daños irreversibles. Sin embargo, unos meses atrás, marzo, sus inversores han anunciado que persistirán en este proyecto. ¡Una Muy Mala noticia!...

No hay duda que para una un proyecto de esta envergadura, y lanzarse a esta aventura, sus inversores deben contar con respaldo político... Pero más grave aún, es saber ¿quiénes? están dispuestos a dar ese respaldo político...

**b.- Los Debates en las Presidenciales.** Los debates tuvieron poca relevancia sobre esta materia, por lo tanto “nada nuevo bajo el sol”. Es decir, esto implica que las cosas se seguirán resolviendo con acuerdos entre el empresariado y sectores políticos en el parlamento. Tal como está ocurriendo hoy con la ley de concesiones, carretera eléctrica y otros. No obstante las importantes batallas que se están librando en muchos lugares y sectores de la sociedad civil. Por lo pronto, del debate se puede concluir que:

- Las Energías Renovables No Convencionales (ERNC), siguen siendo “el pariente pobre”, o más bien “el convidado de piedra” en esta materia. Cuando el asunto es exactamente al revés. Las ERNC son las únicas fuentes de energías seguras, confiables y en abundancia, que pueden dar certeza, a bajo costo, y en forma permanente e inmediata a los requerimientos energéticos de nuestro país. A pesar que nuestra población aún no esté totalmente sensibilizada, por las campañas de desinformación, cuando este hecho es irreversible en el mundo contemporáneo.
- Nada se dijo sobre el carácter de servicio de utilidad pública que tiene este sector. Un principio fundamental y universal que se aplica en muchos países del mundo, y que en Chile se ha perdido totalmente, con importantes consecuencias.
- Muy poco se dijo sobre los problemas estructurales que afecta el tema de la energía eléctrica, y en especial a las energías renovables, en donde la presencia de los oligopolios, es el factor gravitante que impide su desarrollo.
- Nada se mencionó sobre la creación de una nueva ley eléctrica, que cambie las reglas del juego y permita competir en igualdad de condiciones a todos los actores y tipos de empresas de generación, y no como hoy en que las leyes y reglamentos, favorecen a las grandes empresas termoeléctricas y represas hidroeléctricas.

- Muy poco se expuso sobre el rol del Estado, el cual debe ser la columna vertebral de un nuevo tipo de desarrollo eléctrico.
- Nada se dijo sobre la forma de quebrar esta espiral especulativa de los precios de la energía eléctrica que afectan de sobremanera a la población y a la industria, especialmente, las medianas y pequeñas empresas.

**c.- Resoluciones del Poder Judicial.** Por otra parte, la contundente resolución de la Corte Suprema sobre la termoeléctrica Castilla, en Atacama, prácticamente ha sellado su suerte, y ha marcado un antes y un después, en la falta de transparencia de los procedimientos utilizados en proyectos de este tipo. No bastan las triquiñuelas para aprobar tales inversiones. No obstante, y pese a que el proyecto está muerto, aún sus inversores no han dicho la última palabra. Y considerando además, que el principal propietario de este proyecto, el brasileño Batista, ha vendido parte importante de su participación.

Potencialmente, esta resolución reconoce, implícitamente, que importan los derechos y problemas de la salud humana, la contaminación y el daño a las fuentes laborales de las comunidades. Y así se ha visto en otras resoluciones de la Justicia.

Entretanto, otras centrales equivalentes y/o reemplazantes, hermanas gemelas de las anteriores, irrumpen en el escenario, como Punta Alcalde, en la provincia del Huasco, tan dañinas como las anteriores. Y la reacción de las comunidades afectadas no se ha hecho esperar. Notable ha sido la resolución de la Corte de Apelaciones, reconociendo tales derechos.

**d.- Los Pueblos Afectados.** Mientras tanto, los pueblos afectados por la instalación de centrales de este tipo, en muchas partes del país, siguen dando sus batallas, por conservar la salud de sus habitantes y sus fuentes de trabajo.

Dicen y hablan que cumplen con los estándares más exigentes establecidos sobre contaminación. Bastaría con visitar algunos de estos hogares, a decenas de kilómetros de distancia, y constatar las huellas de este flagelo ambiental, para darse cuenta de la magnitud del problema.

Y lo mismo ocurre con sus fuentes de trabajo. La contaminación del mar y el calentamiento de las aguas provocan la destrucción masiva de especies y afectan directamente a una serie de variedades marinas, como peces, algas, moluscos, crustáceos y otros recursos de la biomasa de las zonas afectadas. Las imágenes e informes de TV, unos meses atrás, son más que concluyentes; jaibas y langostinos muertos, en las costas aledañas a esas centrales.

Más grave aún, nada dicen sobre el catastrófico hecho de las emisiones de CO<sub>2</sub>, el mayor peligro que acecha a la humanidad, las que amenazan con extinguir la especie humana. En donde no existen “mitigaciones” que las remedien o compensen, como sería el caso de la contaminación directa. Sin embargo en nuestro país, no hay conciencia sobre esta amenaza, cuyos efectos, ya se perciben en muchos lugares. Tan sólo este escalofriante hecho, bastaría para cerrar todas las centrales termoeléctricas, en nuestro país.

También dicen que la judicialización de los proyectos está impidiendo el desarrollo del país y encareciendo el precio de la energía. Pero nada dicen que este es el último recurso que tienen los pueblos y localidades afectadas para defender la salud y sus fuentes de trabajo. Es cuestión de informarse y conocer lo que está pasando en localidades como Ventana, Coronel, Huasco, Taltal, Tocopilla, etc, para ver la magnitud del problema. Las empresas intentan convencer a las comunidades con migajas o compensaciones, o simplemente cohecho o

corrupción, a cambio del daño a la salud y sus fuentes de trabajo. Y otros proponen definir áreas en donde se puedan instalar, pero el problema persistirá. ¡Hasta que se acaben definitivamente!

Sin duda que la batalla de estas comunidades continuará. Porque el problema de fondo persistirá, por más plata que pongan sobre la mesa. Es evidente, que estas centrales, las más dañinas, deberán ser cerradas a la brevedad, y este debe ser un objetivo nacional.

## 2.- Y Qué Está Sucediendo en el Mundo.

**a.- Comentarios Globales.** No son menores estos hechos globales.

EEUU, crecientemente aborda el tema del cambio climático y las energías renovables, en donde Obama se ha referido en varias oportunidades, con la frase “EEUU es menos dependiente del petróleo”. Es cierto que allí los intereses de las empresas petroleras, carboníferas y nucleares están en juego, sin embargo, y al parecer, están decididos a impulsar este camino, especialmente, porque China, su competencia, habría decidido impulsar políticas en ese sentido.

A su vez China, ha anunciado planes gubernamentales entre otros en torno a la eficiencia energética y emisiones de CO2, energías renovables, y en desarrollar la economía ecológica y economía baja en carbono, interesante estas 2 últimas.

Ref. 1- Importantes Anuncios Gobiernos de EEUU y China.

a.- [http://www.cinco dias.com/articulo/economia/obama-centra-renovables-politica-energetica-ee-uu/20120223cdscdseco\\_15/](http://www.cinco dias.com/articulo/economia/obama-centra-renovables-politica-energetica-ee-uu/20120223cdscdseco_15/)

b.- <http://iipdigital.usembassy.gov/st/spanish/article/2013/05/20130520147648.html#axzz2YKxynwrt>

c.- <http://www.electrosector.com/anuncia-china-en-la-onu-medidas-para-enfrentar-el-cambio-climatico/>

d.- <http://actualidad.rt.com/actualidad/view/102509-china-ciudad-ecologia-sostenible-sustentable>

Si bien es cierto, estos esfuerzos pueden parecer insignificantes a nivel mundial, ante la magnitud del problema del cambio climático, y que todavía están en el nivel de los anuncios, no es menos cierto que dada la magnitud de sus economías, más de algún efecto provocarán sobre nuestras economías regionales. Es muy posible que estos hechos puedan marcar un punto de inflexión significativo en el desarrollo energético.

Y suponemos también, que más de algún mensaje deberá entregarles a quienes son partidarios de esta globalización y modelo de libre mercado. El mundo comienza lentamente a virar en otra dirección.

**b.- Fukushima.** No se puede dejar de mencionar a Fukushima y el heroico pueblo japonés. Heroico porque están dando una de las mayores batallas, en contra del exterminio humano. 6.000 hombres, y con sus relevos correspondientes, y afectados por la radiación, pretenden llegar recién en los próximos 11 años al corazón del problema, e intentar controlar el curso del combustible nuclear, y a 2 años del terremoto... Porque este combustible no para, y el plutonio necesita 24.000 años para extinguir sus efectos sobre la vida humana y vegetal.

Mientras tanto, las aguas que se necesitan para enfriar estos reactores, están siendo contaminadas por la radiación, ¿Y qué se hace con ellas?... Las imágenes iniciales de TV parecían que controlando las explosiones, el problema estaba resuelto.

A partir del mes de abril, 2013, hemos conocido varios incidentes, uno de los más graves, habla sobre el derrame de 120 Toneladas de aguas radiactivas, infiltradas en los terrenos de la costa, y ahora en julio y agosto, hemos sabido del derrame de otras 300 Ton. de aguas radiactivas. Y sin saber de qué manera afectará la biomasa del océano y el posterior consumo humano. Adicionalmente, hemos visto el dramático espectáculo por TV, de cómo japoneses recogen plantas y tierras contaminadas por la radiación, y luego las almacenan en bolsas plásticas ¿...? Esperamos, dentro de lo posible, que les vaya bien.

Sin embargo, lo apocalíptico está por venir. Uno de los reactores tiene serios peligros de derrumbarse. A partir de noviembre se inicia una operación extremadamente riesgosa e incierta. Con terribles consecuencias si hay fallas. 1300 barras de combustible nuclear serán trasladadas, una a una a un sitio más seguro, y se estima en un plazo de 1 año. Los peligros son enormes, vean estos links.

Ref. 2.- Graves Consecuencias Desastre de Fukushima.

a.- <http://www.elciudadano.cl/2013/10/26/93968/la-extraccion-de-combustible-del-reactor-4-de-fukushima-amenaza-con-ser-apocaliptica/>

b.- <http://resumenesdesdefukushima.blogspot.com/>

c.- <http://actualidad.rt.com/actualidad/view/56253-bloque-fukushima-se-hunde-amenazando-catastrofe-nuclear>

Corresponde preguntarse, ¿quiénes asumen la responsabilidad o se hacen cargo de esta verdadera catástrofe humanitaria?... Tal vez no tiene importancia, ante la magnitud del problema... Sin embargo, debe dejar algunas lecciones. En nuestro país, todavía existen sectores que añoran la energía nuclear. Las experiencias de Chernóbil y Fukushima son más que concluyentes... Chile es un país muy pequeño y no tiene grandes intereses geopolíticos que resguardar, como para embarcarse en aventuras de este tipo.

### **3.- Cambio Climático.**

Entre tanto, los efectos del cambio climático, la mayor amenaza de la humanidad, que desafía con extinguir la vida y la existencia humana, sigue, paulatinamente, su curso creciente e inexorable. Ya no es tan sólo que los inviernos son más crudos y violentos que antaño, o que los veranos son más calientes y afectan la salud humana. Hechos provocados por el calentamiento global debido a las emisiones de CO<sub>2</sub>, e impulsados por esta globalización y desarrollo económico desenfrenado.

Las informaciones indican que las cosechas disminuyen por sequías extremas, con hambrunas y falta de agua a nivel mundial, las cuales, sin duda, producirán disminución de la productividad agrícola en todo el mundo. No hay duda que estos nuevos hechos provocarán enormes efectos sociales, políticos y económicos, con convulsiones sociales y políticas, cuyas dimensiones nadie puede aventurar.

En nuestro país, tales hechos se manifiestan crecientemente hoy día, por el aumento de las sequías, la disminución de las lluvias, los glaciares retrocedan, y aumenta el nivel del mar, etc. Hay cambios en la vegetación y alza de la temperatura de los mares, que están afectando la explotación de especies como el jurel, en la VIII Región, o la anchoveta, en la I y II Región.

Las bajas precipitaciones, harán que parte de las actividades frutícolas tengan que desplazarse hacia el sur, si pretenden perdurar. Las zonas más afectadas, por la baja de las precipitaciones, serán las regiones V, VI y parte de la VII, y se prevé un incremento de la aridez de sus suelos. La industria salmonera también se verá afectada, pues este recurso necesita aguas con temperaturas muy bajas para reproducirse, etc... ¿Qué nuevos hechos sociales y políticos provocarán estos acontecimientos en nuestro país? ¿Qué lecciones hemos sacado como país o qué medidas se están adoptando, frente a este inexorable drama que se aproxima? Al parecer nada.

Ref. 3.- Consecuencias Cambio Climático.

a.- [http://www.windows2universe.org/earth/climate/crops\\_withering.html&lang=sp](http://www.windows2universe.org/earth/climate/crops_withering.html&lang=sp)

b.- [http://www.bcn.cl/carpeta\\_temas\\_profundidad/temas\\_profundidad.2007-04-11.5841476988](http://www.bcn.cl/carpeta_temas_profundidad/temas_profundidad.2007-04-11.5841476988)

#### **4.- Un Hecho Notable. El Creciente Impulso de las ERNC.**

En las últimas 2 décadas, importantes avances se han logrado en las Energías Renovables No Convencionales (ERNC); especialmente en los últimos 10 años, en donde, en sus distintas áreas, variadas alternativas y soluciones concretas se están ofreciendo en todo el mundo.

En una de esas áreas, las energías eólicas de gran altitud, enormes progresos se han obtenido; y lo mismo ocurre con las energías de los océanos, en las cuales se desarrollan potentes soluciones. En estas nuevas fuentes renovables para la humanidad, el país tiene enormes ventajas...

Lamentablemente, Chile ha estado totalmente ausente de estos avances,... ni sus Gobiernos, ni sus Universidades, y menos sus empresas...

Hace más de 30 años, Investigadores del National Center for Environmental Prediction ([CEP](#)), de Estados Unidos, y del European Centre for Medium-Range Weather Forecasts ([ECMWF](#)), iniciaron exploraciones sobre clima y medio ambiente y entre otras materias, el comportamiento de los vientos en todo el planeta. Y tras analizar los datos registrados entre los años 1976 a 2003, es decir durante 27 años, han llegado a importantes conclusiones. Las energías eólicas que producen estos vientos de gran altura, son suficientes para alimentar 100 veces la actual demanda de energía, de todo el planeta,... ¡y eternamente!

Sus resultados no pueden ser más satisfactorios para nuestro país,... y como un regalo del cielo, muestran que Chile y todo el cono Sur de América, son notablemente favorecidos por la naturaleza. Atención pueblos hermanos de Argentina, Bolivia, Paraguay, Uruguay y Sur de Brasil.

Científicos de la Universidad de Stanford, USA, han preparado información relevante sobre las formidables capacidades de la energía eólica de gran altura, presentes en todo el planeta. Veamos esos potenciales eólicos en Chile y el mundo, a través de este link.

Ref. 4.- Energía Eólica a gran Altura. Ver figuras en pags. 6 y 7 (312 y 313):

<http://www.mdpi.com/1996-1073/2/2/307/pdf>

En nuestro país, esas posibilidades se presentan prácticamente a lo largo de todo el territorio, con decenas de GW, varias veces superior a la totalidad de la actual demanda de energía eléctrica en el país. Un potencial mayor al de todas las energías conocidas hasta la

fecha, como la hidráulica, solar o geotermia. Y de seguro, lo más importante, energías aprovechables de inmediato y distribuidas, a lo largo de todo Chile, desde Arica a Tierra del Fuego, siendo lo más extraordinario, que están disponibles, al alcance de la mano, en cualquier lugar que se las necesite, con enormes beneficios para el país.

¿Cómo se explican estas tremendas magnitudes de potenciales energéticos? En primer lugar, por la naturaleza misma. A mayor altura, mayores son las velocidades que alcanzan los vientos, y además, son más permanentes y continuos en el tiempo.

En segundo lugar, por un principio de la Física. La potencia desarrollada por el viento, es proporcional al cubo de su velocidad ( $V^3$ ). De tal manera que, si p. ej. a 100 (cien) mts de altura, la velocidad es 1, y si por sobre 1000 (mil) mts de altura, la velocidad es 2, entonces la potencia (energía) ejercida por estos vientos será 8 veces la potencia a nivel del suelo; y si la velocidad es 3 veces, la energía generada será 27 veces; y si la velocidad del viento es 4 veces la inicial, la energía generada por el viento será 64 veces mayor. Son estos principios que sustentan la existencia de la aviación, y explican por qué los huracanes son tan destructivos.

Si algún lector desea examinar en mayor profundidad estos antecedentes, se adjunta el mapa completo, que han desarrollado estos investigadores.

Ref. 5.- <http://www.mdpi.com/1996-1073/2/2/307/s1>

## **5.- La Industria de las ERNC.**

### **a.- Energías Eólicas de Gran Altitud. Una Formidable Alternativa para Chile.**

Actualmente, y en el terreno que establece esta globalización, la cual no comparto, y en la cancha que implanta este “libre mercado” en Chile, que tampoco comparto; es decir, en el terreno de los montos de las inversiones, y el valor de los precios finales de la energía, las ERNC, no tan sólo, están en condiciones de competir y avasallar en estos temas; si no que además, en provocar una verdadera revolución en los patrones del desarrollo económico, industrial y social de nuestros países.

Desde hace una década una veintena de empresas en el mundo están desarrollando alternativas y fabricando soluciones de nuevas centrales eólicas de gran altitud, aplicando el viejo concepto de nuestros volantines. De la misma manera, nuevas alternativas surgen con energías de los océanos, como las corrientes marinas y que se indica en la referencia, y con los mismos principios de funcionamiento que KiteGen, explicado más abajo. Soluciones aplicables, no tan sólo en nuestra extensa Corriente de Humboldt, sino que también en lugares como el Canal de Chacao, la Bahía de Corral, Isla Quiriquina, y tantas otras.

Algunos ejemplos de estos fabricantes en esta área son las siguientes:

Ref. 6.- Alternativas de ERNC.

a.- <http://minesto.com/>

b.- [http://www.skywindpower.com/#files\\_WWO\\_homepage\\_36\\_0](http://www.skywindpower.com/#files_WWO_homepage_36_0)

c.- <http://www.skysails.info/english/>

d.- <http://www.altaerosenergias.com/>

e.- [http://www.awec2010.com/public/presentations/rivard\\_pierre.pdf](http://www.awec2010.com/public/presentations/rivard_pierre.pdf)

f.- [http://www.tendencias21.net/Aerogeneradores-con-forma-de-cometa-captaran-la-energia-eolica-de-la-atmosfera\\_a3426.html](http://www.tendencias21.net/Aerogeneradores-con-forma-de-cometa-captaran-la-energia-eolica-de-la-atmosfera_a3426.html)

g.- [http://www.almendron.com/blog/wp-content/images/grandes\\_esperanzas.pdf](http://www.almendron.com/blog/wp-content/images/grandes_esperanzas.pdf)

Una de estas industrias, KiteGen, la cual ha avanzado enormemente en soluciones a aplicar con estas tecnologías, entrega importante y valiosa información. Sin duda, y de acuerdo con los antecedentes aportados, esta es, realmente, una muy conveniente alternativa a utilizar en nuestro país. Veamos algunas características de estas centrales.

<b>Empresa</b>	KiteGen, Torino (Turín), Italia Ref. <a href="http://www.kitegen.com/en/technology/details/">http://www.kitegen.com/en/technology/details/</a>
<b>Modelo de Central</b>	Kite Gen Carousel
<b>Capacidad</b>	1 GW ó 1.000 MW. ¡Una gran magnitud! Su Potencia es equivalente a la suma de Pangué y Ralco, y/o el 40 % de Hidroaysén. <a href="http://www.kitegen.com/pages/technology4.html">http://www.kitegen.com/pages/technology4.html</a>
<b>Altura</b>	1.000 mts, Y se proyecta alcanzar los 10.000 mts en futuro cercano.
<b>Precio de la Energía</b>	El Fabricante ofrece un precio menor a 0,03 Euros por KWh de energía . Es decir, ofrece la energía a un valor menor a \$ 19 pesos chilenos, por KWh. ¡Notable! ¡Un hecho de la mayor importancia para Chile y otros países del Cono Sur de América!
<b>Precio de la Energía Otros Autores</b>	Otros autores señalan que los precios de la energía, oscilarán entre 0,5 a 1,5 centavos de US\$ por Kwh. Vale decir, el valor de la energía oscilará entre 3 y 8 pesos chilenos por Kwh. ¡ Fabuloso! Ref. Pto 3, Pag. 3. <a href="http://www.energykitesystems.net/NASA/HighAltitudeWindPowerDaveNorth.pdf">http://www.energykitesystems.net/NASA/HighAltitudeWindPowerDaveNorth.pdf</a>
<b>Factor de Planta</b>	70 %... Esto significa, más de 5.000 Horas anuales con energía disponible. Es decir, el Factor de Planta es mayor o igual que una central térmica o una represa. Un tema que tanto preocupa a algunos sectores. Es posible obtener Factor de Planta ¡de 100 %!, con 2 centrales de este tipo. También tienen capacidad de regulación.
<b>Área de Instalación</b>	Superficie menor que 1,5 KM <sup>2</sup> . Muy pequeña, y prácticamente sin daño al medio ambiente y a ecosistemas circundantes. Ver imágenes de su instalación.
<b>Área de Operación</b>	5,5 KM <sup>2</sup> . Y sin alterar el medio ambiente. Debe hacerse la comparación con los 60 KM <sup>2</sup> , de daño directo e irreversible que se producirá en Hidroaysén. Y además, se deberá agregar otros 200 KM <sup>2</sup> , con daños irreversibles, que la línea de transmisión provocará.
<b>Sitios de Ubicación o Emplazamiento</b>	En cualquier lugar de nuestro territorio, tanto terrestre como marítimo, y de Arica a Magallanes, prácticamente no hay restricciones. Su ubicación deberá coordinarse y concordarse con el desarrollo presente y futuro, de las ciudades y pueblos, y con rutas aéreas, tanto de la aviación comercial, civil, como militar.

<b>Tiempo de Construcción</b>	6 meses... ¡La nada misma! Más vamos a demorar en Chile, establecer un marco regulatorio y legal para la explotación de estas energías. Y al mismo tiempo, en desarrollar investigaciones más acabadas, en terreno, para poder establecer proyectos de centrales específicas a construir. Un plazo prudencial 3 o 4 años.
<b>Futuro</b>	En desarrollo construcción de Central de 60 GW (60.000 MW), en una superficie de 25 KM2. Es decir 3 veces la capacidad total de Chile.

Es decir, las energías que necesitamos ¡están ahí... sobre nuestras cabezas!... Y además, muy importante, ¡las tecnologías para su explotación existen, y están disponibles para quién quiera usarlas!... ¿Qué falta? ¡Que el poder político esté dispuesto a vencer la resistencia de los oligopolios eléctricos, y trabas legales, que impiden el desarrollo de estas nuevas tecnologías!

Estos hechos son de la mayor trascendencia y de beneficio para nuestro país. Aquí, no se están presentando experimentos o prototipos de nuevos tipos de centrales de energías renovables. Aquí se están presentando soluciones concretas de nuevas centrales, que muchos países en los próximos años aplicarán en sus territorios.

Sin duda, el bajo precio de la energía obtenido, marcará naturalmente, un punto de inflexión. Por lo tanto, no habrá excusas para quienes tienen en sus manos el poder, la obligación y la capacidad de avanzar en estas materias.

¡Es muy importante resaltar, de qué estamos hablando! ¡Estamos hablando de precios de la energía, en Chile, inferiores a \$ 20 por KWh! ¡Cinco veces inferior al precio actual en la zona central! ¡Estamos hablando de energías limpias y en abundancia, disponibles de inmediato a lo largo de todo el país! ¡Estamos hablando de tecnologías muy simples y utilizables rápidamente, para todos los requerimientos que el país necesite!

De acuerdo con estos antecedentes, y sea cual sea el precio final de la energía, para un proyecto específico en nuestro territorio, puntos más puntos menos, lo cierto es que existe una distancia sideral con los poco más de \$ 100 por Kwh que pagamos en la zona central de nuestro país.

Una pequeñísima porción de esta energía, empleada en regiones y localidades como Magallanes y Aysén, Isla de Pascua, Juan Fernández y otras, bastaría para ayudar a mejorar, en forma considerable, las condiciones de vida de sus habitantes, en donde la energía cuesta cerca del doble o más, que en la zona central. Dichos sectores deberán estar atentos a impulsar sus propias demandas e iniciativas de desarrollo, en torno a este tema.

Sería muy conveniente y necesario, en especial por parte de los actores políticos, clarificar y verificar, si existen los suficientes resguardos constitucionales y legales, en favor del Estado de Chile, en cuanto a la propiedad, uso, explotación y comercialización de estos recursos energéticos. Recordar el fiasco de la fallida licitación del litio; o peor aún, que estemos en tierra de nadie.

Del mismo modo, sería muy importante y beneficioso para el país, organizar e impulsar, a través de alguna universidad, u otra institución, la realización de seminarios u otras instancias, que permitieran analizar en concreto y en profundidad, "Soluciones Energéticas

para Chile, de Última Generación". Para evaluar las últimas alternativas y avances existentes en materia de soluciones solares, eólicas y marítimas, y por supuesto incluir las que se citan en este texto. Con un propósito explícito y definido el construir una propuesta o plataforma básica de alternativas energéticas para el país. Sobre todo porque en Chile existe cierto oscurantismo sobre el tema.

**b.- Por Qué es tan Barata la Energía.** ¿Por qué la energía de estas centrales es tan barata?

Porque sus inversiones son muy pequeñas. Y además, porque la arquitectura de sus diseños son muy simples. No requieren de grandes obras civiles, ni grandes estructuras y tampoco, grandes equipamientos mecánicos. Y el "combustible", el viento, sin costo alguno. La confiabilidad ó seguridad de estas centrales, por su simpleza, son enormes, mayor que cualquiera otra tradicional.

La unidad básica es poco más grande que un par de contenedores o una casa pequeña. En ese lugar se disponen la unidad generadora y 3 o 4 gabinetes, del tamaño de los roperos de nuestras abuelas, en donde está instalado el centro de control y comando. Allí reside la inteligencia y el cerebro del sistema, vía computadores y controladores, los cuales administran su operación y la entrega de energía al sistema eléctrico. Y por supuesto, sin olvidar el elemento motriz, nuestro parapente o volantín, que recoge desde los cielos y transmite la energía de los vientos, para ser utilizada en nuestro consumo.

No está demás señalar que esta empresa está próxima a concretar, en Cerdeña Italia, una central de 600 MW, para Alcoa (fábrica de aluminio), a un precio de la energía de 20 Euros/MWh, es decir, aprox. \$ 13 pesos chilenos por KWh.

<http://www.kitegen.com/en/kiteblog-2/>

**c.- La Energía, un Tema Político.** Por último conviene señalar la fecha en que han sido publicados estos antecedentes profusamente en la web, los cuales no son un secreto tecnológico. Algunos 2004 ó 2006, otros 2008 y 2009. Sería sorprendente imaginar, que estos antecedentes no estuvieran en conocimiento de los principales oligopolios y transnacionales de la energía que operan en nuestro país. Hasta el almacenero de mi barrio, de vez en cuando, hace un recorrido por el sector, para saber qué está haciendo su competencia.

Más allá, de darnos cuenta del tiempo que hemos perdido los chilenos, por la miopía de los grupos monopólicos y los afines Gobiernos acomodaticios, es concluir que este es un problema político, por mucho que digan que es un problema técnico muy complejo. En consecuencia, los actores sociales de todo tipo, tienen mucho que decir y exigir.

Quienes deseen explorar conceptual o ingenierilmente el tema, se les adjunta algunos links de interés:

Ref. 7.- Antecedentes Conceptuales.

a.- <http://www.chim.unisi.it/portovenere/portovenere/PPT%20PDF/Milanese.pdf>

b.-

<http://ldtprojects.stanford.edu/~educ39107/pomi/wind/Aerostat/High%20Altitude%20Wind%20Energy%20Generation%20Using.pdf>

c.- [http://kitegen.com/pdf/PhD\\_thesis\\_Fagiano\\_Final.pdf](http://kitegen.com/pdf/PhD_thesis_Fagiano_Final.pdf)

d.- <http://powerlab.fsb.hr/neven/pdf/Harvesting-high-altitude-wind-energy-for-power-production-The-concept-based-on-Magnus-effect.pdf>

e.- [http://ec.europa.eu/research/sd/conference/2009/presentations/15/mario\\_milanese\\_-\\_kitegen.pdf](http://ec.europa.eu/research/sd/conference/2009/presentations/15/mario_milanese_-_kitegen.pdf)

## 6.- Comparación de ERNC con Represas y Termoeléctricas

### a.- Comparación con Energías Eólicas de Gran Altitud.

Comparemos entonces, esta importante y valiosa información, con lo que conocemos de estas otras centrales, que se nos pretende imponer. Comprobaciones referidas, tan sólo al aspecto económico, mencionado anteriormente, es decir, en cuanto al precio de la energía y los montos de las inversiones. Y sin considerar los enormes costos ambientales de las tradicionales, frente a los enormes beneficios y ventajas en el plano medio ambiental de las ERNC.

¿Podrá Hidroaysén, ofrecerles a los chilenos, precios por la energía eléctrica, de esta magnitud,? ¿Podrá Castilla, o sus reemplazantes y/o equivalentes ofrecerles a los chilenos valores de esta envergadura? ¡Sin duda que no!

Mis estimaciones me indican, que de acuerdo con los antecedentes existentes, sus precios no serán inferiores a 5 o 6 o más veces, que el promedio de los valores antes indicados (el promedio de 3, 8 y 19 \$/KWh). Es decir superiores a 50 ó 60 \$/KWh, (en pesos chilenos).

### b.- Comparación con Otras ERNC. Las Fotovoltaicas.

Veamos otros ejemplos de ERNC. Las Energías Renovables Fotovoltaicas. Esta área de las ERNC ha sido ampliamente documentada. Sólo destacaremos el monto de las inversiones y la superficie sujeta a daño medio ambiental.

Conviene señalar que Europa, por el pequeño tamaño de sus países y la gran densidad poblacional que tienen, en comparación con Chile, la disponibilidad de áreas para ERNC es limitada. Sin embargo, de todos modos se las ingenian para su construcción.

#### **Planta Fotovoltaica de Jumilla en Murcia, España.**

Potencia de la Central:	287 MW.
<b>Fabricante:</b>	<b>Würth Solar</b>
Inversión:	277 MEuros (millones de Euros)
Área de Instalación:	5 Km <sup>2</sup>
Precio Unitario de la Potencia:	965 Euros/KW. (Aprox. 1.235 US\$/ KW)

#### **Planta Fotovoltaica de Cáceres, España.**

Potencia de la Central:	250 MW.
Fabricante:	Gehrlicher Solar.
Inversión:	250 MEuros (millones de Euros)
Área de Instalación:	7,5 Km <sup>2</sup>
Precio Unitario de la Potencia:	1.000 Euros/KW. (Aprox. 1.280 US\$/ KW)

Ref. 8.- Plantas Fotovoltaicas en España.

a.- <http://www.20minutos.es/noticia/1360747/0/>

b.- <http://grupoarteko.blogspot.com/2012/04/planta-fotovoltaica-en-murcia-potencia.html>

c.- <http://www.eco-noticias.com/energias-renovables/caceres-mega-proyecto-fotovoltaico/>

Comparemos estos ejemplos con las Centrales más críticas, que se proponen en nuestro país:

### **Hidroaysén**

Potencia de la Central:	2.500 MW.
Fabricante:	Endesa – Colbún.
Inversión:	11.000 MUS\$ aprox. Área de Instalación: 60 Km <sup>2</sup> , de daños irreversibles, y más las líneas, que representan otros 200 Km <sup>2</sup> de impactos indeseables.
Precio Unitario de la Potencia:	4.400 US\$/ KW. Aprox.

### **Castilla y/o sus Equivalentes**

Potencia de la Central:	2.100 MW.
Fabricante:	MPX Energía de Chile Ltda.
Inversión:	4.400 MUS\$ aprox. Área de Instalación: 6,1 Km <sup>2</sup> , más líneas, y otros.
Precio Unitario de la Potencia:	2.100 US\$/ KW. Y sin considerar el costo operacional de esta central, es decir el costo del combustible y otros derivados.

Ref. 9.- Centrales objetadas en Chile.

a.- <http://www.soychile.cl/Santiago/Economia-y-Negocios/2012/05/30/95094/HidroAysen-busca-socios-debido-al-aumento-en-el-costo-del-proyecto.aspx>

b.- <http://web.ing.puc.cl/~power/alumno10/barrancones/estado4.htm>

Es decir, Hidroaysén su monto de inversión será, por lo menos, 4 veces más alto que una planta fotovoltaica. Y en el caso de Castilla o sus equivalentes, el monto de la inversión será 2 veces más costoso que una fotovoltaica, y sin considerar los altos costos operacionales de una central térmica.

En consecuencia, no vale la pena continuar insistiendo en este tipo de centrales. Ya hemos visto, que en cuanto al precio final de la energía a los consumidores, las ventajas de las ERNC son enormes. Además se debe agregar que el monto de sus inversiones, sus valores son extraordinariamente inferiores. No podemos ser indiferentes ante estos hechos.

## **7.- Las Grandes Ventajas y Beneficios de las ERNC en Chile.**

**a.- Beneficios Directos.** Sin lugar a dudas, grandes beneficios traerá el desarrollo de las ERNC al País, especialmente las de última generación. Beneficios que trascienden y lejos van más allá del ámbito de la energía eléctrica.

Grandes ventajas que provocarán un nuevo tipo de desarrollo para el país, y que se traducirán, en forma directa e indirecta, en mejoras sociales, económicas y medio ambientales para la población y la economía. El hecho que el nivel de precios de la energía sea muy bajo, y que además, el precio sea muy estable en el largo plazo, un elemento esencial en toda economía, permitirá sin duda, el desarrollo de iniciativas económicas, políticas y sociales de largo aliento en favor del progreso del país.

Por lo tanto, no es tan sólo que el valor de la cuenta de la luz será mucho más pequeño, o que la minería tendrá energía para sus proyectos. Es mucho más que eso.

Con este nivel de precios de la energía eléctrica, el gas y el petróleo podrán ser reemplazados en la producción de alimentos. En consecuencia, el pan, como símbolo y parte de la cadena alimenticia de los chilenos, podrá ser más económico, y la canasta familiar se hará más accesible. El transporte, como el metro podrá ser más económico. El transporte colectivo podrá desplazarse hacia alternativas eficientes en energía y/o energía eléctrica, como existe en otras partes de nuestro mundo.

La calefacción y la cocina de los hogares podrán migrar paulatinamente, hacia la energía eléctrica, con grandes beneficios en salud y contaminación e importantes ahorros para el Estado, sobre todo si se incentiva el uso de la bomba de calor (llamada aire acondicionado), que reduce en más de 2 veces el costo de la calefacción. La presión sobre los hospitales podrá ser aminorada, colapsados, en invierno, por niños asfixiados por enfermedades respiratorias y contaminación. A modo de ejemplo, y sólo como referencia, en Aysén y Magallanes la calefacción puede costar menos de \$ 70.000 mensuales, 24 Hrs al día, para una casa grande sobre 120 m<sup>2</sup>; y en la zona Centro Sur eso se reduce a menos de \$ 30.000.

Las empresas medianas y pequeñas podrán modificar sus procesos productivos, reemplazando el petróleo u otros combustibles fósiles por la energía eléctrica, reduciendo la contaminación y las emisiones de CO<sub>2</sub>, y de paso logrando que el país sea menos dependiente del petróleo. Aquellas empresas en que la energía es un factor gravitante, sin lugar a dudas, se harán más competitivas, y en un futuro cercano podrán mejorar el sueldo de sus trabajadores y lograrán estabilidad en sus trabajos.

No está demás señalar que, con un precio de la energía eléctrica en torno a los 20 \$/KWh (pesos chilenos), todos estos objetivos y otros, son perfectamente posibles de alcanzar, siempre y cuando avancemos seriamente en la concreción de soluciones energéticas en ERNC, como las descritas en párrafos anteriores.

**b.- Más Beneficios. Desarrollo Sustentable.** Por lo pronto, la economía del país se hará más competitiva, y en consecuencia, las empresas disfrutarán de mayores ventajas. Una serie de industrias serán beneficiadas con los bajos precios de la energía. En ese ámbito, las empresas metalmecánicas y las relacionadas con la agroindustria y la pesca industrial serán auxiliadas en el corto plazo. Además se abrirán espacios para que la industria desarrolle nuevos esfuerzos, especialmente en medianas y pequeñas empresas, en la cual, iniciativas potenciadas con el bajo costo de la energía, serán favorecidas.

Será posible impulsar la masificación de la electricidad, en todo el uso doméstico, en planes masivos y políticas audaces e innovadoras en la construcción de viviendas y departamentos, especialmente hacia sectores medios y viviendas sociales, incluyendo normativas y regulaciones para su construcción, junto a la eficiencia energética, y en consecuencia, reduciendo la contaminación y las emisiones de CO<sub>2</sub> (aislación térmica y termopaneles). Planes que debieran hacerse extensivos hacia viviendas existentes, con la debida certificación que garantice su seguridad.

Planes sectoriales y/o regionales en el transporte público podrán desarrollarse y concretarse en el mediano plazo, migrando paulatinamente a soluciones eléctricas o híbridas, con energía limpia y barata. Grandes ciudades contaminadas como Santiago, Concepción, Temuco y otras, podrán ser el comienzo de iniciativas de largo plazo en este sentido.

Y posiblemente, uno de los aspectos más relevantes, es que por fin, demos paso a una nueva visión del desarrollo del país. En que dejemos atrás el ser meros productores de materias primas, y demos un gran salto en la producción de manufacturas o productos

terminados. Pienso además, que tal vez, esta sea la última e inapreciable oportunidad, en muchas décadas, que tengamos para producir una transformación de importancia en el país. Sería impensable que esta eventualidad se frustrara, ya sea porque nada se realice, o porque simplemente, lleguemos demasiado tarde.

Por lo tanto, se podrá dar inicio a un gran proceso de industrialización en el país, en que el Estado sea el gran articulador de esta transformación, como lo fue la CORFO en el pasado. Importantes desarrollos se pueden producir en industrias intensivas en energía, como las metalmecánicas, químicas, electrometalúrgicas, electroquímicas y quizás en cemento, siderurgia y otras. Y en el largo plazo, con la ayuda de la electricidad, se puede avanzar en temas tan distintos como la agricultura o la reforestación. Sueño con ver cómo se avanza en convertir el norte grande en un vergel, o en un desierto florido, o en fuente de alimentos para Chile y el mundo, lugar en donde se encuentran grandes superficies agrícolas, incluso mayores que en la zona central,... pero falta agua.

Planes regionales de industrialización, dirigidos a zonas específicas deprimidas del país como la región de la Araucanía y otras regiones del país, y en variados temas.

Un acápite especial lo constituye la industria del cobre. Ya no basta con vender materias primas, en este caso concentrado, que contienen un 30 % de cobre, y el resto, quizás que otros minerales desconocidos y valiosos. El desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías no contaminantes en el procesamiento del cobre, a partir de la energía eléctrica, en procesos de refinación, hidrometalurgia, cobre electrolítico y manufacturas de cobre, etc. Especial importancia debe tener la creación de manufacturas de cobre como conductores eléctricos, cañerías y planchas para el mercado externo e interno.

Y por último, un gran etc. En que, con la participación, iniciativa e inteligencia de todos los chilenos, se irá completando y desarrollando en el transcurso del tiempo.

Y una reflexión final.

¿Uds. creen que después de presentar todo este enorme cúmulo de tareas posibles de realizar, podrán concretarse y ejecutarse en favor de todos los chilenos, con más liberalismo y "libre mercado" o con la maniquea frase de que hay muchas empresas en el sector privado dispuestas a invertir?

Ó ¿Uds. creen que será posible concretar estas tareas de envergadura, reduciendo el rol del estado a entregar sólo incentivos tributarios o bonificaciones varias, a la empresa privada, como se ha hecho en estos 40 años de neoliberalismo o 24 años de democracia?

Resulta obvio que el Estado deberá cumplir un rol preponderante en el impulso y desarrollo de estas iniciativas, sin perjuicio del aporte que hagan los privados en estas materias. Y más allá de las monsergas ideológicas neoliberales que dicen que el Estado no debe estar presente.

### **c.- Un Nuevo Sistema eléctrico. El Fin de las Pesadillas.**

Se imaginan Uds. que una de estas centrales eólicas de gran altura, de 1 GW, como se ha señalado, se instala sobre el mineral de Chuquicamata, con energía suficiente para alimentar completamente, 2 complejos de esa magnitud. Y si, adicionalmente, agregamos una nueva central fotovoltaica de 1 GW, como las ya relatadas, tendríamos toda esa zona, con

energía suficiente para su desarrollo en el largo plazo, y a costos muy bajos. Y si el crecimiento de dicha zona requiriera, nuevas energías, nuevas centrales de este tipo podrán ser instaladas.

Si además, incorporamos una 2ª central eólica del tipo indicado, 1 GW, ubicada por ejemplo, en el mineral de El Salvador, y la reforzamos conjuntamente, con una central fotovoltaica, se podrá abastecer de energía limpia, todo el Norte Grande... Sin necesidad de centrales termoeléctricas.

Por lo tanto, adiós Castilla,... y también, sus hermanas gemelas, equivalentes y/o reemplazantes, como Punta Alcalde... ¡No se necesitan!... En consecuencia, sus inversionistas deberían saber que, por más que porfien en alternativas termoeléctricas, más temprano que tarde serán desplazados, por la fuerza de los hechos y realidades, que están ocurriendo en nuestro mundo, con alternativas mucho más económicas y ventajosas.

Y si, en un plan de mediano plazo, digamos 4 a 10 años, incorporamos nuevas centrales de vientos de gran altura, p. ej. en alguno de los cerros de mi Gran Valparaíso querido, y simultáneamente agregamos otra, en el mar, frente a las costas de Constitución, tendríamos energía suficiente para suministrar a toda la zona central, energía de sobra para nuestros requerimientos y desarrollo.

Si se complementa lo anterior, con una política seria de ahorro energético, que apunte principalmente a modificar o mejorar los procesos productivos, entonces habremos avanzado seriamente, para hacer de Chile un país más sustentable y amigable con el medio ambiente y todos los chilenos.

En el afán por mostrar la gran flexibilidad, diversidad y versatilidad de opciones que ofrecen estas energías eólicas, que efectivamente están al alcance de nuestras manos, las cuales se pueden instalar en el lugar en que se necesitan, las alternativas para nuestro sistema eléctrico son múltiples y variadas.

Si estudios del sistema eléctrico recomiendan instalar una de estas centrales p. ej. dentro de los bosques de Arauco o CMPC,... en algún lugar adecuado,... y sin molestar a nadie y a nada. ¡Hasta los ratones jugarán felices por el bosque!, porque nadie les alterará su hábitat. O bien, si los estudios recomiendan otra central, p. ej. en la emblemática Isla Quiriquina, o en la Isla Santa María, (si el tráfico aéreo lo permitiera), prácticamente todo el país estará cubierto y será abastecido con nuevas energías renovables.

¿Cuales son las principales o más importantes conclusiones que podemos obtener con todos estos antecedentes entregados?

La primera conclusión importante, es que todo el país puede y podrá contar con energía suficiente y en abundancia, y sobre todo, en el lugar que se la necesite, para cumplir con los propósitos de nuestro desarrollo.

La segunda conclusión importante es que el país entero, y en forma casi natural, podrá ser abastecido con energías distribuidas, a lo largo de su territorio. Con todas las ventajas económicas, ambientales y de otro tipo que genera. El país debe tomar nota de la importancia de este hecho.

La tercera conclusión que resulta más que incuestionable,... ¿para qué Hidroaysén?... ¿para qué sus hermanas gemelas como Rio Cuervo y otras?... ¡El país no las necesita! Porque es evidente, como hemos visto, que existen otras alternativas en abundancia, más

económicas, amigables con el medio ambiente, y ventajosas para Chile. Y en la misma condición se encuentran las centrales termoeléctricas como Castilla, Punta Alcalde y otras,... ¿para qué?... No se necesitan.

Y por último, la cuarta conclusión importante que trasciende, al profundizar en el análisis realizado,... ¿para qué la Carretera Eléctrica?... ¡Que destruirá la Patagonia!... Porque, como se ha señalado, estas energías están al alcance de nuestras manos, en cualquier lugar. Tal como, nuestros padres y abuelos cogían en sus manos, frutas y alimentos, para nosotros sus hijos, desde los pequeños huertos de sus casas.

Por lo tanto, lo que se requiere es otra cosa, reingeniería de lo existente, trazados cortos de líneas de transmisión eléctrica, o reforzamiento de otras, líneas transversales, sub-transmisión y redes locales, que redunden en una mejor utilización de lo existentes, pero en ningún caso los 2.000 Kms de líneas que se hablan. Y para eso, se necesita la planificación eléctrica. Pero en ningún caso, la carretera eléctrica.

Porque es muy evidente, y está más que claro, la Carretera Eléctrica está concebida para suministrar energía desde centrales existentes en el sur de Chile, es decir desde la Patagonia. Y por lo tanto, se pretende destruir y devastar una parte importante zona de nuestro territorio.

Indudablemente, son evidentes las enormes ventajas que representan estas energías renovables, y los grandes dividendos que traerá al país su aplicación en el mediano plazo. Grandes beneficios económicos, sociales y medioambientales, que permitirán construir un país más equitativo, seguro y con desarrollo sustentable. En definitiva es posible una nueva visión y construir otro modelo energético para el país.

Si a lo señalado agregamos las enormes capacidades de otras ERNC, indicadas en artículos anteriores de la referencia, Chile tendría asegurado el abastecimiento energético por siglos. (Ver referencia). En nuestras manos está hacerlo realidad.

Ref. 10.-

<http://www.biobiochile.cl/2012/06/13/ingeniero-difunde-informes-hidroaysen-no-es-necesario-ni-en-100-anos.shtml>

Sin embargo nacen algunas interrogantes. ¿Por qué las grandes empresas internacionales de las ERNC, existentes en el mundo, no realizan proyectos en Chile? ¿Por qué las grandes empresas nacionales, que operan en el país, y que pertenecen a grandes corporaciones internacionales, en vez de construir represas o termoeléctricas, no construyen grandes centrales fotovoltaicas, o grandes centrales eólicas de gran altitud, como las señaladas en este artículo? Es de esperar que las respuestas que se den en el futuro, no sean tan débiles, falaces y algunas francamente irrisorias.

## **8.- Un Cambio de Perspectiva. Bases para Nuevas Normativas.**

Existen una serie de críticas y aprensiones sobre las ERNC. Dichas desconfianzas y temores hace mucho tiempo que están resueltas en el mundo. Bastaría con prestar atención a las experiencias de EE.UU, Europa o China. Todos los sistemas eléctricos, cual más cual menos, utilizan las mismas soluciones aplicadas para esos requerimientos.

Sin embargo, es necesario explicar, especialmente, porque se han creado una serie de mitos, falacias e imágenes que distorsionan la realidad.

Sobre todo, porque se requiere una nueva visión, un cambio de perspectiva del tema energético, con grandes ventajas para el país. Y de esta forma sentar las bases para nuevas normativas del sector, creando una nueva institucionalidad del sector y permitir la aplicación de las soluciones que exige nuestro país.

#### **a.- Las ERNC son Variables e Intermitentes.**

Esta ha sido una crítica recurrente que se hace a las ERNC y muy utilizada. ¿Qué tiene que 100 centrales sean variables o intermitentes?... ¿Qué tiene que muchas o todas las centrales, sean variables o intermitentes, en un sistema eléctrico?... ¡Nada! ¡Absolutamente Nada!

Las mayores variaciones de potencia o demanda en los sistemas eléctricos, siempre serán las producidas por las cargas de los usuarios o consumidores. Algunas muy rápidas y violentas, otras que implican grandes caídas (ó ascensos) de importantes bloques de energía. Ejemplos de estos casos son las partidas de grandes motores, los procesos de laminación en siderurgia, la partida o paralización de turnos en las industrias, contingencias, eventos o fallas de distinto tipo, como puede ser un gran partido de futbol, o la caída de un árbol sobre una línea de subtransmisión. En todos esos casos, los sistemas responden sin inconvenientes.

Por lo tanto, el desafío permanente y más importante de los sistemas eléctricos, será siempre compatibilizar la oferta de generación con la demanda de energía, lo cual deberán cumplirlo dentro de estándares de calidad, ante requerimientos de cargas que serán muy variables persistentemente. Con el agregado que deben ejecutarlo en tiempos de respuestas muy rápidos y exigentes, segundos, o incluso menores al segundo.

En cambio las variaciones de potencia que producen las ERNC son todos procesos relativamente graduales y predecibles, por lo tanto, en esos casos, otra central tomará la posta de generación de energía para el sistema. Una situación peor pero inversa, se produce con las centrales térmicas a carbón, que no pueden responder a esos requerimientos, y se auxilian con otros combustibles fósiles, habitualmente petróleo, dada la lentitud y gran inercia térmica que representan los procesos de las calderas. Pero en ese caso, nadie cuestiona ese hecho, ni tampoco representa un inconveniente mayor.

Los sistemas de control de los sistemas eléctricos son los encargados de resolver y administrar adecuadamente todas esas contingencias, y las ejecutan sin mayores dificultades, independientemente de los tipos de centrales presentes en la matriz. Y lo hacen, con la ayuda de otras centrales y haciendo uso de las reservas que todo sistema tiene.

En resumidas cuentas, ¿qué tiene para el sistema eléctrico que existan 50, ó 100, ó muchas centrales variables o intermitentes? ¡Nada! En definitiva, no tiene mayor importancia, ni representa alguna dificultad. Ni tampoco que la matriz completa esté compuesta fuerte y sustancialmente por este tipo de centrales.

Es más, las conjeturas que algunos sectores hacen al respecto, no tienen ni sustento técnico, ni económico. Algunos por desconocimiento, pero otros, porque pretenden defender las centrales térmicas y represas.

## **b.- El Factor de Planta de las ERNC.**

Como en el caso anterior, tampoco tiene mayor importancia. El factor de planta se refiere al período de tiempo que permanece operativa y útil una central. Se mide en porcentaje y normalmente representa un período de un año, o también mensual o diario.

Se cuestiona que tengan factores de planta relativamente bajos, entre 15 a 40 %, frente a centrales térmicas o represas hidroeléctricas, en donde sus factores de planta habitualmente oscilan entre un 60 a 80 %.

Como en el caso anterior, no representan ninguna complejidad ni adquiere mayor trascendencia que los factores de planta sean relativamente bajos.

Y para ilustrar este asunto, y aquilatar el cuestionamiento, un ejemplo muy hipotético. Pudiese existir una central eléctrica que tuviese un factor de planta de tan solo un 1 %, es decir, que funcionara, brevemente, tan solo 15 minutos al día. ¿Y cuál debería ser la respuesta del sistema? Pues y sin lugar a dudas, ¡bienvenida sea esa energía! Especialmente, si es energía limpia y económica, que es lo que el país necesita. No hay razones para su rechazo. Otra cosa totalmente distinta, es que para el inversionista no le sea rentable una central con bajo factor de planta, pero eso no es materia del sistema eléctrico y menos de los consumidores.

## **c.- El Olvidado Almacenamiento de Energía. Una Tarea Estratégica e Inmediata.**

### **c.1.- Introducción.**

Algunos comentarios previos.

El almacenamiento de energía es estratégico y fundamental para impulsar un nuevo tipo de desarrollo eléctrico en el país. En consecuencia, se le debe prestar la debida atención a su avance en el país.

La acumulación de energía en el mundo, se utiliza para optimizar el funcionamiento de los sistemas eléctricos, tanto operacional como económicamente. De tal manera que durante los ciclos diarios, cuando la demanda es muy baja (noche), la energía sobrante es almacenada, para luego ser restituida a la red en momentos de alta demanda, en horas de punta, o también fuera de punta.

De esta forma se evita los mayores costos, al tener que construir más centrales o más grandes, cuyos importes deberán pagar los consumidores. Desde el punto de vista operacional, ha sido significativo y revelador el caso de las centrales nucleares en Europa, porque muchas de ellas, en los domingos, su energía sobrante debe ser almacenada, ya que éstas son fuentes fijas y no pueden parar. También el almacenamiento se ocupa como fuentes de reserva, ante eventualidades que ocurren en los sistemas eléctricos.

En el caso chileno, se ha utilizado el camino del despilfarro, construyendo un sistema altamente ineficiente, instalando centrales y más centrales, encareciendo y sobre dimensionando el parque eléctrico. Con ese propósito se pretende responder a la demanda máxima, en vez de hacerlo con la demanda promedio, empleando el almacenamiento de energía, lo cual permite lograr un parque eléctrico mucho más reducido, mucho más económico, con evidentes ventajas. Un tema no despreciable, porque los ahorros y reducciones pueden superar un significativo 40 % en centrales o capacidad instalada.

En Chile, para responder a ciertas necesidades, como horas de punta, las empresas han recurrido a la peor de las soluciones, en vez de usar el almacenamiento como alternativa. Quemar petróleo, derrochando las divisas de la nación, con las gravísimas consecuencias que genera sobre los precios de la energía, que todos conocemos.

Hoy día, estos sistemas de almacenamiento de energía están siendo usados profusamente en combinación con las ERNC, potenciando enormemente sus capacidades. Por lo tanto, son aliados estratégicos e indisolubles en el propósito de desarrollar las ERNC. Y este debe ser el camino que el país elija para su desarrollo energético.

El almacenamiento de energía es un tema muy antiguo, ampliamente conocido en el mundo, con soluciones y tecnologías sabidas y profusamente aplicadas, las cuales no revisten mayores complejidades, y muy fáciles de desarrollar e implementar. Menciono este comentario, porque en más de una oportunidad se ha señalado que es un tema de muy largo plazo, y los hechos demuestran lo contrario.

En forma ilustrativa, se entrega esta larga lista de casos en la Ref. 11.- adjunta.

Ref. 11.- Lista de Centrales de Almacenamiento de Energía.

[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_energy\\_storage\\_projects#References](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_energy_storage_projects#References)

En los ejemplos que se muestran más adelante, también es conveniente detenerse en las fechas en que se inicia su funcionamiento. No tan sólo para darnos cuenta del tiempo perdido, sino que también, para explicarnos esta aparente o supuesta desidia e incapacidad de la política energética para dar soluciones convenientes al país. ¿Por qué en estos más de 30 años de privatización, no se ha construido ni una sola central de este tipo? Cuando las ventajas económicas son evidentes y las potencialidades son enormes, y ni siquiera menciono las palabras medio ambiente. No hay razones suficientes que aclaren o justifiquen, tanto desde las empresas, como del Estado este desastroso resultado al que hemos llegado, existiendo tantas alternativas reales, como se demuestra más adelante.

Existen por lo menos, una docena de métodos para almacenar energía. Los más usados en grandes sistemas eléctricos son el hidráulico o agua y el aire comprimido. Las baterías sólo se emplean en muy pequeña escala, en pequeños villorrios o casas aisladas y todavía tienen costos muy altos.

Como resulta obvio, sólo se almacena la energía excedente y lo lógico es que corresponda a los excedentes del sistema eléctrico completo. De tal manera, que la peregrina idea, de que cada una de las centrales de ERNC debería tener, per se, un sistema de almacenamiento o respaldo al lado, no tan sólo es altamente ineficiente, sino que también, desaprovecha totalmente las sinergias que brinda un sistema interconectado y las bondades de una geografía rica en recursos y potencialidades energéticas.

En el mismo sentido, los sistemas de acumulación pueden estar en cualquier lugar, a lo largo del país. P.ej., si la planificación eléctrica, estudios correspondientes y ventajas geográficas, arrojan que si los excedentes de energía se producen en Copiapó, perfectamente los sistemas de almacenamiento pueden estar en Puerto Montt, o viceversa, ó bien distribuidos en distintas regiones, u otras alternativas. Es indudable que estas soluciones, pueden redundar en un mejor aprovechamiento de las líneas de transmisión, evitando llenar el paisaje del país con torres de alta tensión. Si la legislación existente es insuficiente en este sentido, debería reformarse adecuadamente, para permitir estas alternativas.

## **c.2.- Centrales de Almacenamiento de Energía con Aire Comprimido.**

Uno de los sistemas es la acumulación de energía por medio de aire comprimido. Consiste brevemente, en que la energía sobrante del sistema eléctrico, es guardada en un reservorio o estanque, mediante un compresor, que retira esa energía de la red y la inyecta en forma de aire comprimido, al reservorio. Luego en una 2° etapa, cuando el sistema eléctrico lo requiera, esa energía es restituida a la red, mediante un grupo turbina-generator, que transforma el aire comprimido en energía eléctrica. El aire comprimido usualmente se utiliza en un rango de presión que varía entre 10 a 100 Bar. Estas centrales operan todos los días, son ampliamente seguras, e independientes de condiciones climatológicas o de otro tipo. Sus capacidades de operación son variables y de corta duración, algunas por horas (de 2 a 14 Hrs.), otras por días cuando actúan como reservas.

Durante ese proceso el aire en cuestión está sujeto a fenómenos físicos y termodinámicos. Durante el ciclo de compresión el aire sufre fuerte calentamiento, energía calórica que es almacenada adecuadamente, para luego ser reutilizada en la etapa siguiente que requiere calor para su expansión. Hoy día, los avances están en buscar las mejores técnicas para la utilización del calor del ciclo termodinámico, usualmente adiabático. Como se puede observar, este es un sistema totalmente inocuo, tanto para el medio ambiente como para la salud de las personas.

Los sistemas de almacenamiento no son más diferentes que los estanques esféricos que se utilizan para el gas, con la diferencia que éste es altamente explosivo y exige diseños especiales. Desde hace varias décadas las experiencias desarrolladas han reutilizado minas subterráneas abandonadas con este fin, especialmente de sal, porque permiten almacenar el calor del proceso.

En el norte de nuestro país, existen una gran cantidad minas abandonadas, que pueden ser exploradas con este propósito. Pero también, contamos con un extenso desierto, en donde se pueden instalar estanques de aire comprimido sumergidos bajo las arenas de estos desiertos, y cercanos a subestaciones eléctricas o líneas de transmisión. Y la pregunta del millón de dólares. ¿Cuántas centrales eléctricas de este tipo o miles de MW, pueden ser construidas en el Norte chileno, a muy bajo costo, y con energía totalmente limpia?

En el último tiempo se ha desarrollado la técnica de emplear bolsas de material "plástico" con aire comprimido, sumergidas en las profundidades del océano. En las referencias siguientes se expone un modelo de este tipo. Sin embargo, lo más importante a destacar con este tipo de soluciones, es que a lo largo de nuestros 4.000 Km de costa, se pueden instalar decenas de centrales eléctricas de aire comprimido, frente a las principales ciudades y centros de consumo.

Los primeros modelos de Plantas de Almacenamiento de Energía de este tipo, datan de la revolución industrial, en 1870. Ciudades como París, Birmingham, Dresden, Rixdorf, Offenbach y Buenos Aires, fueron algunas de las primeras urbes beneficiadas con tales sistemas. Algunos ejemplos de centrales eléctricas de aire comprimido, en uso, se indican en la siguiente referencia.

Ref. 12.- Centrales de Almacenamiento de Energía por Aire Comprimido.  
a.- <http://www.prnewswire.com/news-releases/firstenergy-acquires-rights-to-norton-energy-storage-project-71615052.html>

b.- <http://www.theengineer.co.uk/in-depth/the-big-story/compressed-air-energy-storage-has-bags-of-potential/1008374.article>

c.-

[http://www.cleanenergyactionproject.com/CleanEnergyActionProject/Energy\\_Storage\\_Case\\_Studies\\_files/Huntorf%20Compressed%20Air%20Energy%20Storage%20%28AES%29.pdf](http://www.cleanenergyactionproject.com/CleanEnergyActionProject/Energy_Storage_Case_Studies_files/Huntorf%20Compressed%20Air%20Energy%20Storage%20%28AES%29.pdf)

d.- [http://www.eon.com/content/dam/eon-content-pool/eon/company-asset-finder/asset-profiles/shared-ekk/BBC\\_Huntorf\\_engl.pdf](http://www.eon.com/content/dam/eon-content-pool/eon/company-asset-finder/asset-profiles/shared-ekk/BBC_Huntorf_engl.pdf)

e.- <http://hydrodynamics-group.net/norton.html>

f.- <http://www.rwe.com/web/cms/mediablob/en/391748/data/364260/1/rwe-power-ag/innovations/Brochure-ADELE.pdf>

De los casos ilustrados es conveniente resaltar algunos antecedentes y características, reflexionando sobre las posibilidades que existen en nuestro país.

Del ejemplo a.- en Ohio, USA, se destaca su gran potencia, 2.700 MW, mayor que Hidroaysen, la cual está inserta en una mina abandonada de caliza. Del caso c.- y d.- en Huntorf, Alemania, sobresale que esté instalada en una mina de sal, pero lo más relevante, es que para una gran capacidad de 300 MW, sólo necesitan un reservorio equivalente a una esfera de 80m de diámetro, insignificante para esa magnitud de potencia.

El ejemplo más notable es el caso b.- . Bolsas “plásticas” sumergidas en el océano a 600 m de profundidad, que con tan sólo 20 m de diámetro, son capaces de producir 70 MWh. Una gran posibilidad para los 4000Km de costa en nuestro país. Y no tan sólo en el mar, sino que también, si fuera posible, en las arenas de nuestros extensos desiertos, que para estos efectos puede ser considerada como otro fluido más.

### **c.3.- Centrales de Almacenamiento de Energía por Bombeo de Agua.**

Otro de los sistemas de acumulación de energía empleados son por medio de bombeo de agua. Consiste básicamente, en que la energía sobrante del sistema eléctrico, es almacenada elevando agua, hasta un 1° embalse instalado en altura, mediante una bomba, la cual para su funcionamiento retira esa energía de la red. Luego, cuando el sistema eléctrico lo demanda, esa energía es devuelta a la red, mediante la liberación del agua hacia un 2° embalse más bajo, que sirve para la conservación del líquido. A través de un grupo turbina-generator, la energía cinética de la caída del agua es transformada en energía eléctrica en dirección a la red. El ciclo se repite a diario indefinidamente, cuantas veces sea necesario en el sistema eléctrico.

Sus capacidades y ciclos de operación son variables y de corta duración, algunas por horas (de 2 a 14 Hrs.), otras por días, cuando actúan como reservas. Son totalmente compatibles con el medio ambiente, puesto que no destruyen ecosistemas y biodiversidad, y no afectan la agricultura, porque no necesitan agua de los ríos. Su impacto medioambiental está reducido y confinado a las lagunas superior e inferior básicamente, que por lo general ocupan unas pocas hectáreas. En consecuencia, son centrales muy seguras, independientes de las estaciones del año, de las condiciones hidrológicas o climatológicas.

Estas centrales normalmente operan en circuito cerrado. Es decir, el agua recircula todos los días entre el embalse superior e inferior, no demandando agua adicional, salvo, la necesaria para suplir las pérdidas por evaporación e infiltraciones en el terreno. También pueden operar en circuito semi-abierto, o mixto, si la disponibilidad de agua lo permite. En esos casos se ahorran los costos de la energía para elevar el agua a la piscina superior.

La gran ventaja de Chile es su geografía, lo cual permite contar con grandes alturas, ya que gozamos al lado, de la gran Cordillera de Los Andes, a lo largo de todo el territorio; a diferencia de otras grandes naciones que prácticamente son planas. Todo lo cual redundará en las enormes potencialidades energéticas que resultan.

En la zona central del país es perfectamente posible construir centrales de este tipo. Existen múltiples lugares cuyas alturas superan los 100 mts, para potencias medianas y otras grandes alturas para considerables potencias. Numerosas centrales de almacenamiento de energía pueden ser construidas en la zona central del país.

También estas centrales pueden ser llevadas al norte del país, en donde el recurso hídrico es muy escaso, pero se dispone de grandes alturas, 3.000 o más metros útiles que pueden ser aprovechadas con ese fin. Basta contar con muy pequeños volúmenes de agua, un “hilito” de agua, para crear una central de almacenamiento. Y si me apuran, agudizando el razonamiento, ni siquiera se necesita apoyarse con un río cercano o contar con “líquido” para ese fin. El “invierno boliviano” (de Julio a Marzo), es sobradamente generoso como para abastecer las necesidades de agua que se requieran. Incluso, los minero-ductos de la gran minería del cobre deberían estar entregando energía para su propio uso, con sus concentrados que bajan (o caen), por cerca de los 4.000 mts de altura. Lo mismo el transporte. ¡Extraordinario!

En definitiva, la clave, lo fundamental para estas centrales de almacenamiento es disponer de altura suficiente para generar una potencia importante. La clave es considerar que la altura es igual a energía potencial aprovechable con distintos fines. La clave es encontrar los lugares adecuados con tales características, que la planificación y estudios recomienden desarrollar, en diferentes puntos y zonas a lo largo del país. El abastecimiento de agua es relativamente secundario, y los volúmenes de agua necesarios son pequeños. Sólo se requiere inicialmente líquido para llenar el reservorio superior y posteriormente sólo agua de relleno para suplir las pérdidas, las cuales, con técnicas apropiadas pueden ser minimizadas.

¿Cuántos miles de MW de potencia o centrales de este tipo, pueden ser construidos, tanto en la zona norte como en la zona central y sur del país, es decir a lo largo de todo Chile?

Como se puede concluir y los lectores ya lo habrán observado, este tipo de centrales implican un giro radical y un cambio de paradigma en cuanto al aprovechamiento de los recursos hidráulicos del país. Grandes potencias, con mínimo impacto ambiental, sin afectar la agricultura, con mínimo uso del recurso agua. En el olvido podrán quedar las grandes represas hidroeléctricas como HidroAysén, que arrasan con cuencas enteras, dañando ecosistemas y biodiversidad, inundando grandes extensiones, el curso natural de los ríos, etc. Lo mismo ocurrirá con las termoeléctricas.

En Chile existen muchas centrales en uso, que cumplen con características apropiadas, y que con una reingeniería conveniente, pueden ser repotenciadas considerablemente con este propósito, y a muy bajo costo. Muchas de ellas son centrales antiguas, y fueron construidas por el Estado, en los períodos democráticos; otras más modernas se han incorporado, en el último tiempo, al parque eléctrico. Parte de esas infraestructuras construidas pueden ser reaprovechadas ventajosamente, como pueden ser los embalses, caminos, etc, indicando con eso que dichas inversiones pueden ser muy reducidas. Por mencionar sólo algunas de las centrales posibles de su re-potenciamiento, señalaremos Abanico, Cipreses, Sauzal, Los molles, incluso Rapel. Más adelante se detalla el caso de la central Los Molles. Una gran oportunidad de potenciales inversiones y negocios para quienes, en la actualidad, son propietarios de esas centrales.

Algunos ejemplos de centrales eléctricas por bombeo de agua en el mundo se indican a continuación.

Ref. 13.- Centrales de Almacenamiento de Energía por Bombeo de Agua.

a.-

[http://www.cleanenergyactionproject.com/CleanEnergyActionProject/CS.Bath\\_County\\_Pumped\\_Storage\\_Station\\_Pumped\\_Storage\\_Hydropower\\_Case\\_Studies.html](http://www.cleanenergyactionproject.com/CleanEnergyActionProject/CS.Bath_County_Pumped_Storage_Station_Pumped_Storage_Hydropower_Case_Studies.html)

b.- [http://www.spancold.es/Archivos/III\\_ITIPB\\_20130207\\_06\\_Juan\\_Carlos\\_Elpe.pdf](http://www.spancold.es/Archivos/III_ITIPB_20130207_06_Juan_Carlos_Elpe.pdf)

c.- <http://www.youtube.com/watch?v=bDReQmlblxY>

d.- <http://www.economista.es/economia/noticias/1651975/10/09/COMUNICADOAlstom-instalara-una-central-de-bombeo-de-velocidad-variable-de-1000-MW-en-Suiza-por-178-millones-de-euros.html>

e.- <http://www.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/riogrande.pdf>

Es muy interesante destacar ciertos antecedentes y características de los ejemplos ilustrados, en relación con nuestro país.

En el caso a.- en Virginia, USA, es importante realzar su potencia 3.003 MW, quizás la mayor del mundo en este tipo de centrales. También es importante mencionar la fecha de inicio de su funcionamiento, año 1985, y el costo unitario de su inversión, unos 570 US\$/KW de la época, comparado con otras centrales hidráulicas.

Muy valioso es el moderno caso d.- en Suiza, con la apreciable potencia de 1.000 MW. Lo realmente relevante es su baja inversión, su costo unitario es de 178 Euros/KW, unos 240 US\$/KW. Sobre todo si se compara con HidroAysén, cuyo costo unitario será sobre los 4.000 US\$/KW, o también con cualquier otra central que se haya construido en nuestro territorio, en donde sus valores no bajan de los 1.000 US\$/KW.

Realmente notable es el caso e.- en Argentina. La central Rio Grande, en Córdoba, con una importante potencia de 750 MW, como Ralco en Chile; la cual fue construida hace más de 30 años, entrando en operación en 1986. Lo realmente extraordinario, no es tan sólo que fue creada en esos años en nuestra América Latina, tan vilipendiada tecnológicamente, o que haya sido proyectada y desarrollada por el Estado. Sino que principalmente, por primera vez y en esa magnitud, se construye una central con un doble propósito, generar en forma directa y simultáneamente almacenar energía, potenciando en 7 veces la capacidad nominal del rio. Un verdadero acierto para la época. Si tan solo se hubiese “copiado” esta alternativa, a nuestros hermanos argentinos, otros resultados muy diferentes se habrían logrado en el país.

Para presentar las enormes posibilidades que existen en Chile en centrales de almacenamiento de energía, un ejemplo concreto. La Central Hidroeléctrica Los Molles. En la actualidad es una pequeña central de 18 MW de potencia. Su bajo caudal es de apenas, 1,86 m<sup>3</sup>/seg. Pero lo verdaderamente importante es su considerable altura de caída de agua, que alcanza nada menos que los 1.153 metros.

Si se confeccionan las reingenierías necesarias y se repotencia como una central de almacenamiento, se podrá alcanzar la extraordinaria y fantástica magnitud de 1.300 MW de potencia, nada menos que la mitad de HidroAysén. Es decir, su capacidad se amplifica más de 70 veces desde su dimensión inicial. Magnitud que puede ser obtenida con un caudal de 150 m<sup>3</sup>/seg, cifra relativamente moderada para los valores que se manejan en centrales hidroeléctricas en el país. En un régimen de operación de 6 Hrs, a plena generación, sólo se necesitaría un embalse de unas 10 Hectáreas, es decir casi nada. El embalse se puede llenar en

20 días equivalentes, si se pudiera emplear el caudal existente. Muy probablemente, su inversión debería ser un valor muy bajo, y tal vez similar al ejemplo de la central en Suiza, es decir un costo unitario cercano a los 240 US\$/KW. ¡Un regalo generoso para Endesa!

Realmente las alternativas y soluciones planteadas en estos párrafos, son muy importantes y relevantes, tanto para el presente como el futuro del país. Para apreciar su verdadero y efectivo impacto, bastaría con señalar que el precio de la energía se habría reducido a menos de la mitad, si algunas de estas opciones mencionadas, se hubieran implementado en el sistema. Incluso, considerando el actual esquema, con matriz basada en térmicas y represas hidroeléctricas, porque en lo medular, se habrían reemplazado las centrales con costos altísimos, como son las de petróleo y gas.

Por último, un comentario final sobre estos últimos acápite, la industria nacional tiene todas las capacidades técnicas y empresariales suficientes, como para desarrollar iniciativas de este tipo, incluyendo medianas y pequeñas empresas.

#### **d.- Centrales de Respaldo versus Gestión de Energía.**

Se ha mencionado en múltiples oportunidades, que las ERNC necesitan para su operación, otras centrales de respaldo, dado que son variables e intermitentes, con los consiguientes costos adicionales, que tal afirmación originaría. Es otro "error" que se comete y sin fundamentos sólidos. Otro aparente problema magnificado, que no existe. Bajo esa lógica todas las centrales necesitarían algún tipo de respaldo, las cuales debido a sus particulares características técnicas, no pueden cumplir ciertas funciones que exigen los sistemas eléctricos.

Otra es la problemática sobre esta materia. El desafío siempre será cómo administrar el conjunto de los recursos energéticos que dispone un sistema, sean estos tradicionales o no tradicionales, de tal manera de lograr la operación más económica y en consecuencia, el mayor beneficio económico para los consumidores. Es decir, el asunto es totalmente de gestión, tanto económica como operacional, incluyendo todo el parque disponible de un sistema eléctrico.

Todos los sistemas eléctricos integrados o interconectados del mundo, realizan estas funciones en forma permanente y habitual. En Chile también estas funciones las realizan los despachos de carga existentes, claro que con algunas diferencias, debido a la discriminación a que están sujetas las ERNC y los privilegios que gozan las tradicionales. El conjunto de estas tareas a realizar, por supuesto que se ejecutarán considerando todas las variables atingentes y correspondientes; desde las más obvias como el valor del precio de la energía hasta sus condiciones operativas, como puede ser la condición de fuente fija de las térmicas ó intermitencia en las ERNC. De igual forma, considerando las necesarias reservas y respaldos, ante eventuales fallas del sistema.

En consecuencia, en un escenario con fuerte presencia de ERNC, las tareas de administración de los recursos energético, seguirán siendo las mismas y ejecutándose en forma normal, tal como la ejercen en la actualidad los despachos de carga existentes. Y también, del mismo modo como hoy, se recurrirá a un conjunto de centrales, para responder a las exigencias que impone un sistema interconectado, garantizando el suministro y diversas funciones en su operación.

La gran ventaja de un escenario con fuerte presencia de ERNC, es que se extiende un amplio abanico de alternativas, de muy bajo costo, para responder a estas exigencias. De tal manera que, durante su operación y para solventar requerimientos tales como horas de punta, intermitencia de las ERNC, limitaciones de las térmicas, condiciones hidrológicas adversas, etc., se pueden visualizar variadas alternativas, algunas de ellas se indican a continuación.

Sin quemar una molécula de combustible fósil, o gastar un (1) centavo de dólar adicional, existen y se pueden implementar las siguientes alternativas:

a.- Las ERNC, que crecientemente tienen capacidades de regulación, como las eólicas de gran altitud y otras.

b.- Las centrales hidráulicas existentes, que de hecho cumplen funciones de este tipo en la actualidad.

De manera similar, y sin quemar una molécula de combustible fósil, pero sólo realizando pequeñas inversiones iniciales, existen por lo menos las siguientes alternativas:

c.- La reconversión o el reacondicionamiento de centrales hidráulicas existentes, como el ejemplo explicado de Los Molles, no tan sólo incrementando sus capacidades, sino que también cumpliendo funciones de regulación del sistema.

d.- La construcción de nuevas centrales hidráulicas de almacenamiento de energía, tanto en la zona norte como la zona centro-sur del país.

e.- La construcción de nuevas centrales de aire comprimido para almacenamiento de energía, tanto en la zona norte como la zona centro-sur del país. Fortaleciendo las potencialidades de operar un sistema eléctrico confiable para el país.

## **9.- Conclusiones.**

Para cualquier observador resulta evidente, que estas pinceladas y esbozos de ingeniería conceptual, junto con los variados antecedentes proporcionados en este artículo, son más que suficientes para comprender y percibir que es totalmente factible un nuevo modelo de desarrollo energético para el país.

Un nuevo modelo energético basado fuertemente en las ERNC, tanto para el presente como el futuro. Un moderno modelo basado en los enormes y abundantes recursos energéticos que el país posee y sin costo alguno. Un modelo no dependiente de los vaivenes de los precios de los commodities de la energía (petróleo, carbón, gas), los cuales están regulados por las grandes corporaciones internacionales. Así como también, un modelo no dependiente de las condiciones climatológicas o hidrológicas, o de otro tipo.

Un modelo que reemplace gradual y paulatinamente, la incidencia de estos combustibles fósiles en la economía e industria, así como en el uso doméstico de éstos. Un modelo que posibilite la creación de nuevas industrias intensivas en el uso de la energía, que permita la creación y el desarrollo de una flamante y esperada industrialización del país.

Las ERNC, en conjunto con centrales de almacenamiento de energía son aliados poderosísimos e indisolubles en dar seguridad y alta confiabilidad a un nuevo sistema energético para el país. Las ERNC como fuentes primarias de generación, y las centrales de almacenamiento como sistemas de regulación y/o dosificación de los flujos de energía, para la

gestión y administración eficiente de la energía. Considerando a las ERNC, especialmente de última generación, como las eólicas de gran altitud, y otras que están por venir, como las corrientes marinas, que sin duda, son y serán una solución verdaderamente integral a las necesidades energéticas de nuestro Chile.

En este escenario, y es de imaginar que muchos lectores ya se habrán percatado, muy poco o nada tienen que hacer las termoeléctricas y las represas hidroeléctricas en el futuro energético. Simplemente porque uno de sus factores gravitantes, el precio de la energía son excesivamente altos, y sin mencionar los gravísimos problemas ambientales y sociales. En consecuencia, no hay razón para castigar a la población y el desarrollo del país en persistir con este tipo de recetas.

La empresa privada ha fracasado estrepitosamente en dar solución a los problemas energéticos. No tan sólo en los últimos 10 o 15 años, sino que en el conjunto de los más de 30 años de privatización. Lo único “novedoso y destacable” a presentar, es la aventura con el gas argentino, y que curiosamente, en una inversión que se suponía de largo plazo, abortara a los 6 o 7 años, en un verdadero fiasco. Cuando hasta un geólogo novato sabía que Argentina no es Venezuela o Bolivia, en cuanto a sus reservas de gas, y que se acabaría, dado que su consumo interno es fuertemente dependiente de ese gas. Quizás la explicación esté en que mientras en Argentina se compraba ese gas a US\$ 2, en Chile se vendía a US\$ 29, ese mismo millón de BTU.

Un nuevo rol del Estado es fundamental. En ese sentido es esencial avanzar hacia la creación de una nueva empresa nacional de energía. Un Estado que comprenda que la defensa de los intereses nacionales pasa por reconocer que el impulso de las ERNC son el pilar fundamental y las únicas fuentes energéticas seguras, para el crecimiento y desarrollo sustentable del país y su población. Un Estado que asuma realmente el tema de la energía como un bien de uso público.

No hay duda que esta nueva perspectiva, exige cambios constitucionales profundos, que habrá que abordarlos cuanto antes, para no seguir prolongando esta agonía que se vive, tanto en este como en otros sectores del país.

No hay duda que estos antecedentes son como varios misiles lanzados bajo las “líneas de flotación” de los actuales oligopolios eléctricos y su política energética. Y que además, para muchos, holgadamente, esta es una carrera corrida y ganada... Sin embargo, existen serias reservas y dificultades, las cuales se explican a continuación en el siguiente artículo.

## **Septiembre 2013**

**José Gaete N.**  
**Ingeniero USM**