



# Informe 929

## Política Sectorial

20/12/2011

### Matriz Energética para el Futuro: Disyuntiva entre lo óptimo y sus costos

José Ignacio Medina (1)

**20/12/2011**  
**Política Sectorial**  
**Matriz Energética para el Futuro: Disyuntiva entre lo óptimo y sus costos**

**16/12/2011**  
**Economía**  
**Reforma Tributaria al impuesto específico a los combustibles.**  
**¿Es posible aprovechar sus ventajas como un impuesto ambiental?**

**13/12/2011**  
**Economía**  
**Desafíos del Instrumental Económico en la Gestión Ambiental. Un análisis al impuesto específico a los combustibles**

**06/12/2011**  
**Política**  
**El sistema binominal y la crisis de legitimidad de la política**

**02/12/2011**  
**Política Sectorial**  
**Chile y el futuro de su campo: "Visualizando el horizonte con una cuota de optimismo"**

**30/11/2011**  
**Economía**  
**Problemas en la Educación Superior**

#### Acerca de

Este informe ha sido preparado por el Consejo Editorial de asuntospublicos.ced.cl.

©2000 asuntospublicos.ced.cl.  
Todos los derechos reservados.

Se autoriza la reproducción, total o parcial, de lo publicado en este informe con sólo indicar la fuente.

La matriz eléctrica hoy en día está siendo fuertemente discutida y cuestionada en varias líneas. Un hecho de la causa, es presenciar la formación de dos comisiones que tienen como objetivo explorar las alternativas del desarrollo eléctrico: la Comisión Ciudadana Técnico Política (CCTP) y la Comisión de Asesores del Desarrollo eléctrico (CADE).

Pero lo cierto es que la discusión lleva planteándose desde hace bastante rato. En el año 2009 un conjunto de instituciones y expertos levantaron la Plataforma Escenarios Energéticos (PEE), que permitió explorar diferentes alternativas de planes de obras con sus impactos en cuanto a aspectos ambientales, sociales y económicos.

Hoy día, en la PEE fase 2 se han relevado temas de discusión muy interesantes y diversos: Uno relacionado con los costos tecnológicos y la operación del sistema; otro sobre los impactos ambientales que ofrece tal o cual tecnología; un tercero orientado -en un plano territorial- a los impactos y conflictos que se exacerban cuando ciertas tecnologías son emplazadas en determinados territorios con características particulares del punto de vista ambiental y social; por último, otro sobre las proyecciones de la demanda y la penetración de la eficiencia energética.

#### Sobre prospectiva y planificación

El propósito de la primera fase fue explorar diferentes alternativas en cuanto a sus impactos ambientales y costos tecnológicos, y la combinación de las mismas a través de diversos planes de obras proyectados hacia el 2030 (propuestos por 5 escenaristas), para, con todo ello, ofrecer un insumo de política pública para el Estado y una base para que la ciudadanía comenzase a discutir.

Estos 5 escenaristas exploraron un problema multipropósito respecto de lograr el máximo beneficio social, ambiental y económico: i) Chile Sustentable plantea profundizar la línea de la eficiencia energética y el desarrollo de ERNC; ii) Ecosistemas cuestiona la tasa de incremento de la demanda y su apuesta va en el sentido de desarrollar tecnologías innovadoras y potencia distribuida; iii) la Universidad Adolfo Ibáñez presenta una consistencia con el escenario actual y propone establecer la relación de rentabilidad por energía y potencia, más un impuesto a las emisiones de CO2. El plan se realiza con optimización económica; iv) la Universidad Federico Santa María habla de diversificación, autonomía, sustentabilidad y estabilidad de precios/costos; mientras que v) Mainstream Renewable Power se muestra partidario del uso intensivo de energías renovables y ERNC, bajas emisiones, crecimiento sostenido y desafío al modelo marginalista.

Es evidente que los caminos son múltiples y que ellos dependen de las priorizaciones y sacrificios que se hagan en cada uno de los ámbitos evaluados.

Lo novedoso de este ejercicio es que de los 5 planes propuestos, sólo uno fue levantado a través de optimización económica, en donde la función objetivo de la planificación es buscar el mínimo costo global en la combinación de diferentes alternativas de expansión, considerando los costos de inversión, costos de operación y mantenimiento, costos de falla, costo por seguridad. Hoy en día la prospectiva que realizan los gobiernos se hace por medio de este enfoque, y queda plasmada en el informe de la fijación de precios de nudo, donde se recomienda un plan de obra frente a una demanda proyectada de energía eléctrica. Es importante aclarar que el gobierno RECOMIENDA un plan de obras, pero no realiza una planificación centralizada; es el mercado el que con la suficiente información define el tamaño, la fecha de entrada, tecnología, ubicación geográfica de una central eléctrica. Dicho sea de paso, tal información base sobre costos para la optimización, es entregada también por el mercado.

Este enfoque es el que define nuestro Business As Usual (BAU) en cuanto a planificación eléctrica y frente a la cual surgen muchas preguntas:

- ¿Se asegura costos-beneficios de manera equitativa?
- ¿Se integran externalidades ambientales y sociales? (a pesar del importante avance con la norma de termoeléctrica, existen brechas en la internalización de costos respecto a otras substancias).
- ¿Se asegura un costo adecuado para las personas más vulnerables?

Elecciones de alternativas: analizando los beneficios y sacrificios que cada cual implica.

No existe ninguna tecnología idílica. Cada cual ofrece tanto bondades como impactos asociados, lo que es importante conocer. En algunas de ellas recién se están conociendo los impactos que se generan, mientras que en otros casos las evidencias de éstos quedan a la vista de todos. Respecto a los costos, la literatura muestra que los montos de inversión de las tecnologías tradicionales (entiéndase Hidroeléctricas y termoeléctricas) son casi todos bajos y tienden disminuir aún más hacia el 2030. No obstante, las tecnologías asociadas a abatimiento (CCS -Captura y secuestro de Co2- y de abatimiento de emisiones locales- p.e. CIF -) resultan ser altos, aunque también se estiman bajas importantes pero no del todo para transformarlas en competitivas hacia el 2030 (aunque sí podría ser para el 2050). A nivel de combustibles utilizados por las convencionales (sólo termoeléctricas), tanto el diesel como el gas tienden a subir, siendo más dramática el alza del diesel. En cambio, el incremento de precios del carbón hacia el 2030 se observa leve.

Pero, por otra parte, las tecnologías de ERNC en su conjunto, se observan con bajas importantes en los próximos años. La energía eólica y la mini hidro se presentan como las más competitivas. Respecto a los impactos ambientales y sociales, se puede mencionar que:

- En relación con el uso de espacio: El análisis se puede hacer desde las perspectivas de; área intervenida, predio (área total utilizada considerando el predio donde existen las instalaciones), y área transformada (que contempla el área transformada en todo el ciclo de vida del proyecto). El análisis sobre el primero es bastante sencillo, y existe suficiente documentación nacional e internacional. En cambio, el uso por predio no es un concepto que permita comparar similares impactos con otras tecnologías, ya que considera la extensión completa que comprende varios generadores tipo parque eólico o solar -además que este indicador no refleja bien el impacto pues

no inhabilita otras actividades (por ejemplo, tener ganado entre los aerogeneradores en un parque eólico)-. El último análisis, aunque puede hacer comparable el impacto de todas las tecnologías, se torna muy complejo y no existe documentación para todos los tipos de ellas. Tomando en cuenta el total del área ocupada para efectos de generación (que considera el total de área intervenida) las tecnologías más intensivas son el hidroembalse (5.5 ha/MW), las geotérmicas (2.7 ha/MW) y la fotovoltaica (1.4 ha/MW) (Fuente, SEIA-Proyectos aprobados a la fecha).

- En cuanto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, se consideraron las emisiones por ciclo de vida de las tecnologías que incluye exploración, extracción y transporte del combustible, construcción de infraestructura y partes, así como el desmantelamiento, emisiones en la generación, emisiones de residuos por descomposición, y distribución de energía. Desde esta perspectiva, las más intensas en emisiones son las termoeléctricas. Dentro de las tecnologías no convencionales las más intensivas son la biomasa, la solar y nuclear. Es importante mencionar que diversa literatura da atisbos sobre emisiones de CO<sub>2</sub> que pudiese tener una hidroeléctrica de embalse. En el análisis antes descrito no se consideran las emisiones de embalse no CO<sub>2</sub>, como metano. En cierta literatura se menciona que las emisiones de Co<sub>2</sub> pueden ser comparables a las del gas. No obstante, las emisiones por metano producido por los embalses no son generalizables, puesto que dependen de las características geoclimáticas, así como de las particulares de las actividades que se desarrollan aguas arriba. Así mismo es importante mencionar que recién se está empezando a estudiar los impactos aguas abajo en ecosistemas sumideros de CO<sub>2</sub>, tanto en la zona costera (humedales) como en la zona del mar denominada hipoxia.
- Sobre los aspectos Sociales/Ambientales, se han analizado las razones por las cuales surgen los conflictos - desde las que tienen relevancia local, hasta las que se dan con resonancia nacional- pasando por aquellas que se niegan a todo, hasta los conflictos que se dan con matices en su intensidad dependiendo de: las magnitudes de los proyectos, los tipos de tecnologías que se emplazan y los potenciales efectos locales que conllevan. Dentro de las razones de los conflictos, pueden observarse los que surgen por: problemas con otros sectores productivos; localización del proyecto; cercanía a áreas protegidas; derechos de agua; competencia por el uso de recursos; salud; amenazas naturales; etc. Existe una relación de la conflictividad social con la equidad territorial (qué zona consume más v/s qué zona genera más energía y los (des)equilibrios entre ellas ¿quién debe asumir los costos y cómo se compensan?), elemento que está emergiendo como una causa importante de disputas.

Dependiendo de las priorizaciones que se den, los escenarios en términos muy generales podrían ser los siguientes:

- Una matriz con un alto porcentaje de hidroelectricidad (embalses); seguramente con precios más bajos ( bajo la actual dinámica), pero probablemente con poca seguridad y con efectos locales importantes o,
- Una matriz con un alto porcentaje de termoelectricidad, seguro, pero probablemente más caro y con impactos locales y globales importantes o,
- Una matriz con una alta participación de ERNC. Sustentable, pero poco seguro, y si no cuenta con un mix adecuado de las tradicionales podría presentar costos muy altos de operación (utiliza centrales caras en horarios puntas) o,
- Una matriz diversa caracterizada por megacentrales, con impactos intensos en ciertas localidades, así como conflictos ambientales fuertes y agudos, con costos bajos, pero probablemente con poca seguridad.

Posiblemente una matriz diversa caracterizada por pequeñas y medianas centrales de todo tipo, que, combinadas de manera adecuada, puede convertirse en el tipo de matriz más sostenible: Segura, económica y con rendimientos ambientales adecuados.

Esto requerirá necesariamente no sólo optimizar desde el punto de vista económico, sino también comprendiendo los costos externos que implican las tecnologías (costos en la salud, costos en otros sectores, como el turismo, etc.), los lugares sensibles para colocar un proyecto y los tradeoffs ambientales, económicos y sociales que estamos dispuestos a tomar.

---

(1) Ingeniero en Recursos Naturales Renovables, Universidad de Chile. Investigador del CIPMA (Centro de Investigación y Planificación del Medio Ambiente). Miembro del Comité Técnico Escenarios Energéticos Fase 2.