

# ELEMENTOS A CONSIDERAR EN LA INTEGRACION ELECTRICA ENTRE PERU Y CHILE

Edmundo Claro  
Tacna - Arica  
Agosto 2013

## CONTENIDOS

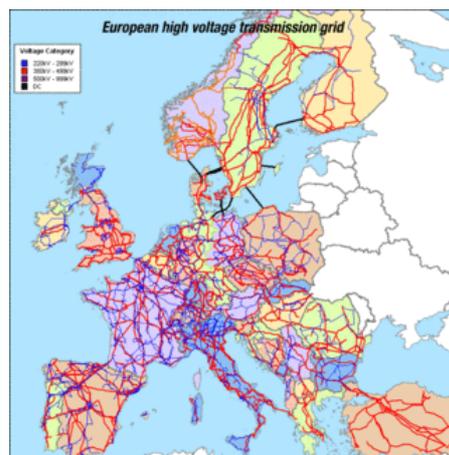
- Introducción
- Energía y sociedad
- Antecedentes eléctricos de Perú y Chile
- Oportunidades de cooperación

# Introducción

- Muchos de los mercados energéticos son de carácter internacional e incluso global:
  - el petróleo se cotiza a un precio único en los mercados mundiales;
  - con el gas natural ocurre algo similar a nivel continental y cada vez más a nivel mundial.
- Por el contrario, los mercados eléctricos internacionales son una anomalía.
- Históricamente la mayoría de los mercados eléctricos han sido de carácter local y han supuesto un comercio muy limitado entre fronteras nacionales.

- Sin embargo, diversos autores señalan que la integración regional tiene el potencial de mejorar el desempeño de los mercados eléctricos de variadas maneras:
  - mayor acceso a un mayor número de proveedores;
  - mayor seguridad de suministro;
  - menor concentración del mercado,
  - menores costos totales de la electricidad,
  - menor volatilidad de los precios.

- Uno de los pocos ejemplos de lo anterior se da en la Unión Europea:



- Para la Región Andina (Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y Perú), estudios muestran que la integración eléctrica tiene:
  - beneficios económicos significativos desde el lado de la oferta y de la demanda,
  - reduce importantemente los costos del sistema total y
  - reduce las emisiones de CO2.
- El objetivo de esta presentación es entregar algunos antecedentes para analizar la posibilidad de que Perú y Chile cooperen en materia de electricidad.
- Más que diagnósticos detallados o soluciones, se entregan antecedentes acerca de la situación eléctrica en ambos países que permiten visualizar algunos espacios de oportunidades para avanzar en esta materia.

## **Energía y sociedad**

–Según la mitología griega, dos titanes, Prometeo y su hermano Epimeteo, tenían encomendada la tarea de proporcionar a cada animal un poder que les ayudara en su lucha por la supervivencia.

–Las serpientes recibieron colmillos para inyectar veneno, los osos una enorme fuerza y las gacelas una gran velocidad.

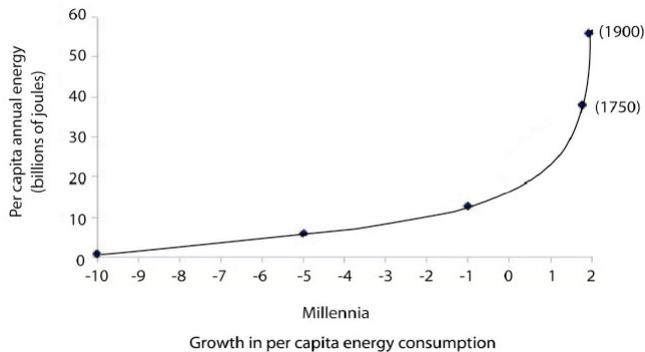
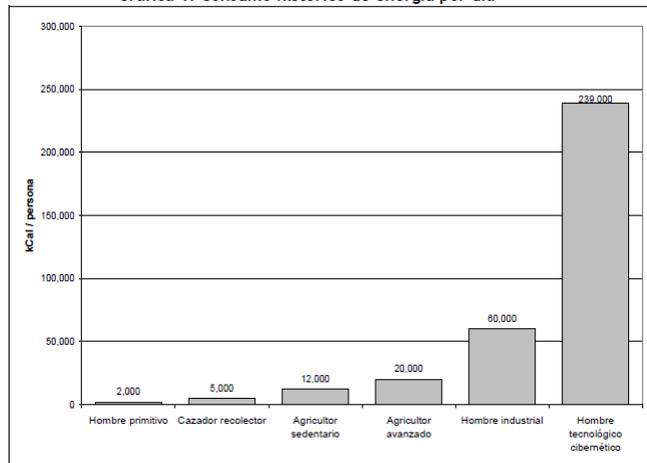
–Pero cuando llegó el turno del hombre, ya no quedaban poderes por distribuir.

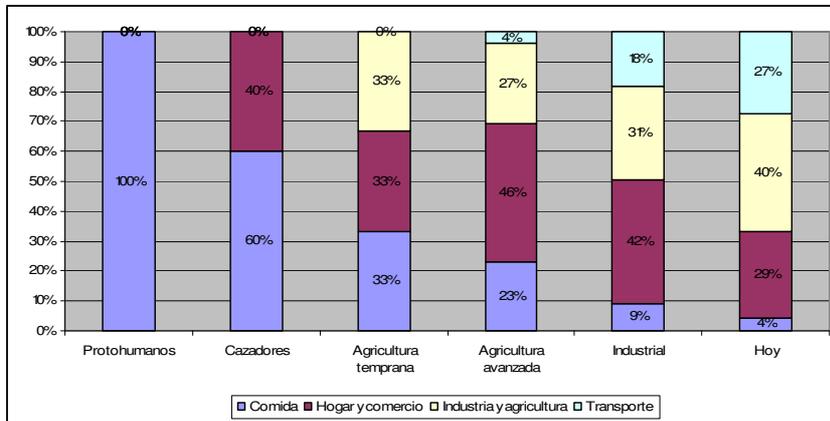
–Conmovido por su desamparo, Prometeo robó el fuego a los Dioses y se lo dio a los humanos.



- Lo anterior refleja que la energía ha jugado un rol crucial en la evolución de la especie humana.
- Por medio del aprovechamiento de variadas formas de energía, la humanidad ha sobrevivido a las glaciaciones, se ha acomodado a climas hostiles y se ha industrializado.
- A través de los milenios la humanidad ha ido aumentando el uso de energía de manera considerable.
- Así, alguien que actualmente vive en un país industrializado consume aproximadamente 100 veces más energía que el ser humano primitivo.

Gráfica 1. Consumo histórico de energía por día





- Junto a estos cambios cuantitativos la humanidad ha experimentado significativos cambios cualitativos en materia energética.
- Antes de la Revolución Industrial gran parte de los requerimientos energéticos eran satisfechos por energía mecánica provenientes de músculos humanos y animales.
- A partir de entonces comienza el predominio de los sistemas energéticos basados en los combustibles fósiles.
- Mientras al comienzo de este período estos combustibles eran en su totalidad consumidos de manera directa, de manera gradual comenzaron también a ser consumidos de manera indirecta para la generación de electricidad.

- La electricidad es algo relativamente reciente ...

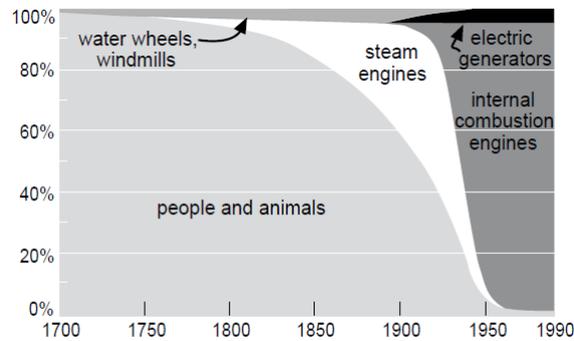
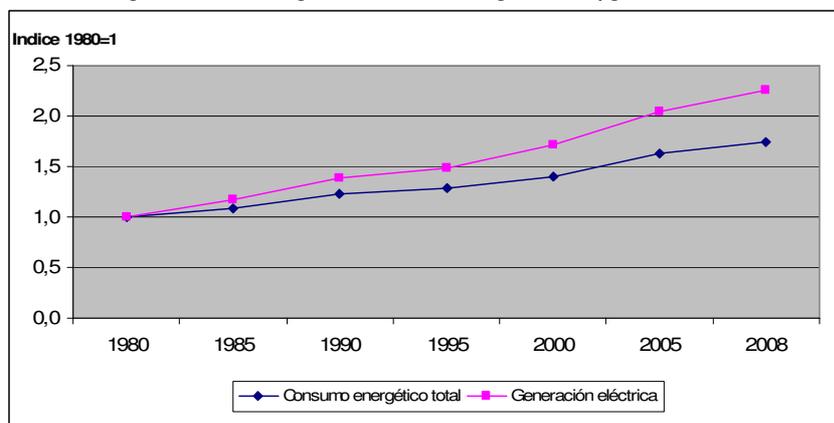


Fig. 1. Global shares of prime mover capacities (percent): 1700–1990, source: adapted from Smil (1994, Fig. 6.3, p. 230).

- En 2008 la generación de electricidad alcanzó los 19.103 TWh, representando aproximadamente el 13% del consumo energético mundial.
- Esto se traduce en un mercado global inmenso con un valor anual cercano a los US\$ 2 billones ( $6^{12}$ ), lo que corresponde aproximadamente al 3% del PIB del mundo.
- Desde 1980 el crecimiento de la generación eléctrica global ha superado el del consumo energético total y se espera que lo siga haciendo durante las próximas décadas.
- Especialmente debido a la expansión de la economía de servicios.

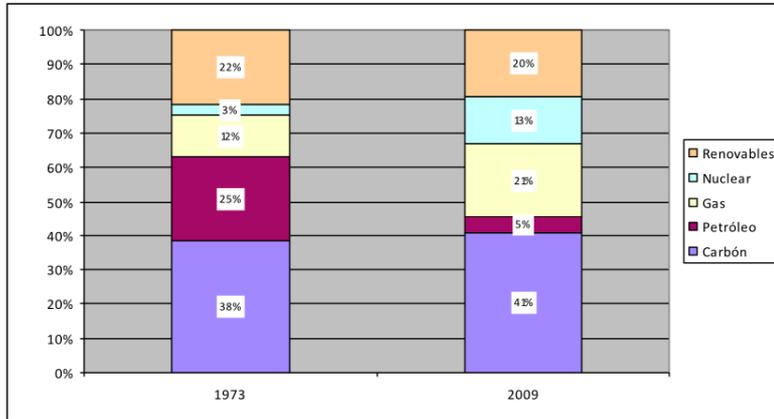
Figura 1: Crecimiento global de consumo energético total y generación eléctrica



Fuente: elaboración propia en base a <http://www.eia.gov>

- Históricamente la generación de electricidad ha estado dominada por los combustibles fósiles, especialmente por el carbón.
- Sin embargo, durante las últimas décadas el alto precio del petróleo en conjunto con la perspectiva del calentamiento global ha renovado el interés en la energía nuclear y las fuentes renovables, como alternativas a la generación de electricidad fósil.
- De todos modos, desde 1980 la participación de la electricidad renovable se ha mantenido relativamente constante a nivel global con un valor cercano al 20%.
- Si bien para las próximas décadas se espera un aumento de la electricidad renovable, a grandes rasgos se estima que la situación será bastante similar a la de hoy.

**Figura 2: Participación de fuentes en la generación de electricidad global 1973 y 2009**

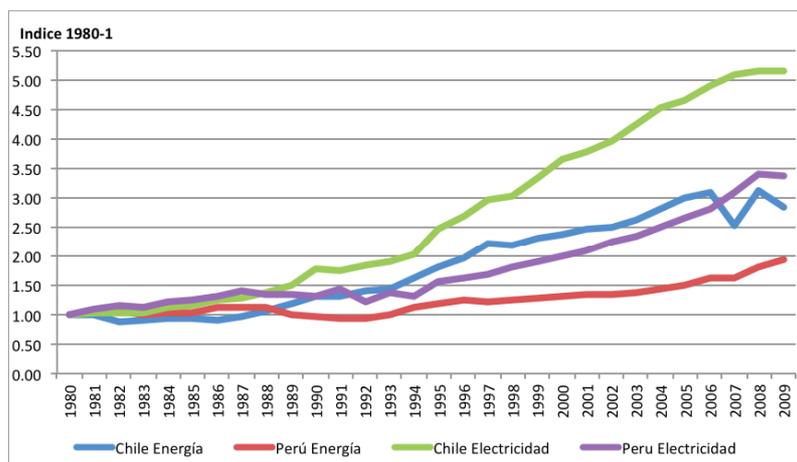


Fuente: elaboración propia en base a IEA (2011).

## Antecedentes eléctricos de Perú y Chile

- Al igual que en gran parte del mundo, el consumo energético de Chile y Perú ha crecido de manera sostenida durante las últimas décadas.
- Sin embargo, este crecimiento ha sido bastante más pronunciado en el caso chileno que en el peruano: mientras entre 1980 y 2009 el consumo energético chileno prácticamente se triplicó en Chile, en el caso de Perú éste se duplicó.
- El consumo eléctrico en ambos países también ha crecido significativamente durante el mismo período.
- De manera similar al consumo energético total, el crecimiento del consumo eléctrico ha sido más intenso en Chile que en Perú.

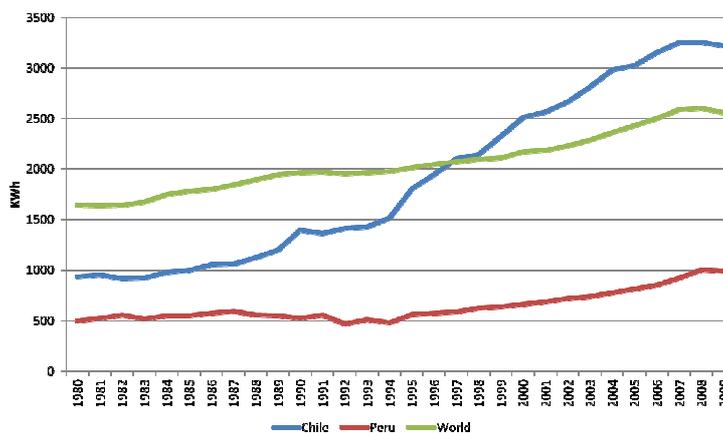
Figura 3: Crecimiento del consumo energético total y eléctrico en Perú y Chile



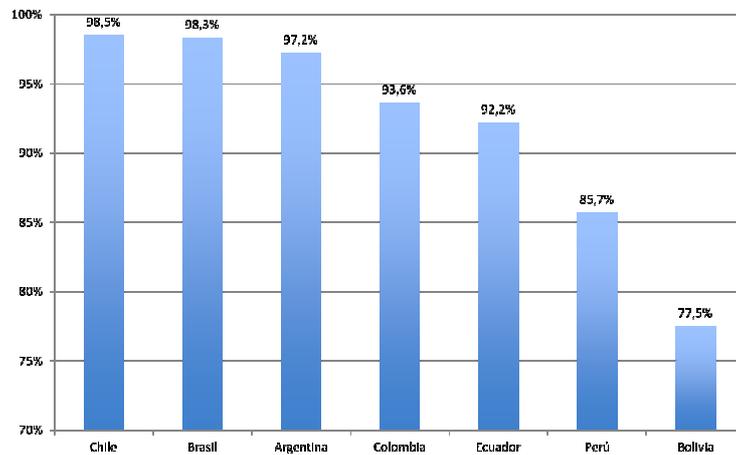
Fuente: elaboración propia en base a <http://www.eia.gov>

- Fenómenos similares se pueden observar desde una perspectiva por individuo.
- Si bien en ambos países el consumo eléctrico per cápita ha aumentado significativamente desde 1980, este crecimiento ha sido bastante más pronunciado en Chile.
- Sin embargo, si se compara el consumo eléctrico per cápita de ambos países con el promedio mundial, se aprecia que mientras Chile presenta cifras relativamente superiores, en Perú el consumo eléctrico por individuo está muy por debajo de los estándares globales.
- Esto en parte se debe a que mientras Chile presenta la más alta tasa de acceso a la electricidad en Sudamérica (98,5 %), Perú presenta una de las más bajas (85,7 %).

## Consumo de electricidad *per capita*

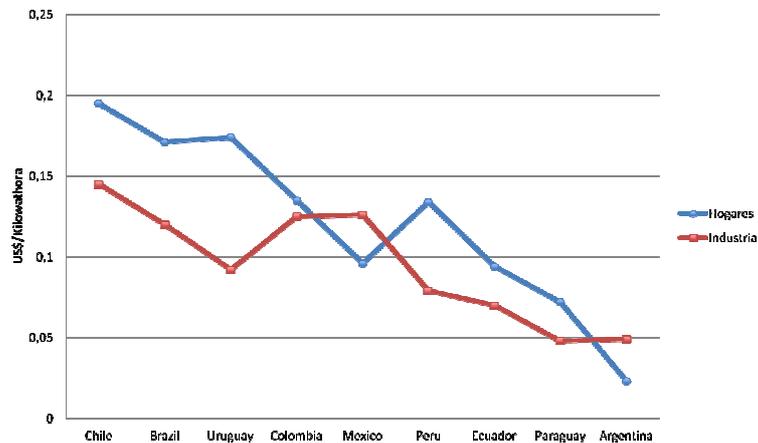


## Acceso a la electricidad



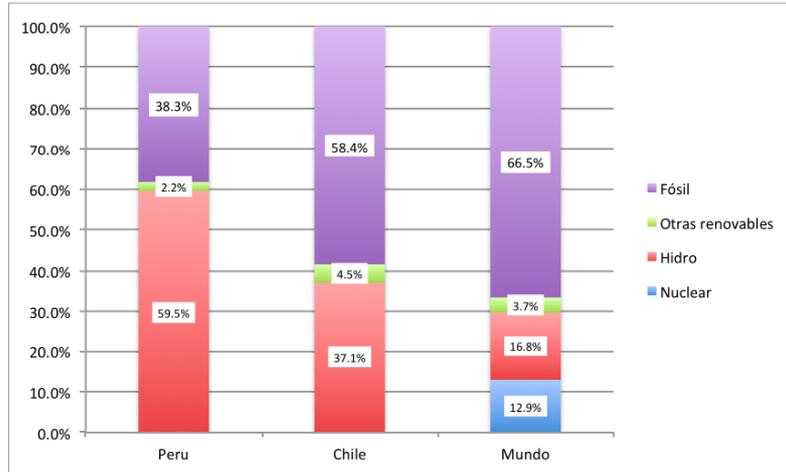
- Con relación a los precios de la electricidad, Chile presenta los más elevados de América Latina tanto para la industria como para los hogares.
- Mientras a nivel industrial este nivel de precios ubica a Chile como el sexto país con precios más altos del conjunto de los 34 miembros de la OCDE, a nivel de hogares lo posiciona en lugar intermedio respecto de los mismos países.
- Lo anterior en parte se debe a la creciente dependencia chilena de combustibles fósiles extranjeros para generar electricidad y al aumento de precio que éstos han experimentado en los mercados internacionales durante la última década.
- En comparación, los precios de la electricidad en Perú son bastante más baratos.

## Precio de la electricidad (2008)



- Chile posee una capacidad instalada de 17.580 MW, la que corresponde a más del doble de la peruana, la que alcanza los 8.612 MW.
- En ambos casos la potencia máxima llega a un poco más de la mitad de la capacidad instalada.
- Si bien tanto Chile como Perú presentan una alta participación de fuentes renovables si se les compara con el promedio mundial, esto es particularmente notorio en el caso peruano.
- Mientras en 2010 el 62% de la electricidad peruana provino de fuentes renovables, esta cifra alcanzó el 42% en el caso de Chile.
- En ambos países el resto de la electricidad provino de fuentes fósiles.

**Figura 6: Participación de fuentes en la generación de electricidad 2010**



Fuente: elaboración propia en base a <http://www.eia.gov>

## Oportunidades de cooperación

- Desde una perspectiva económica, bajo las condiciones actuales tiene sentido que exista una interconexión en donde Perú le venda electricidad a Chile.
- Perú tiene una capacidad instalada de generación de 8612 MW y de esta potencia se está aprovechando en su máximo hasta 4579 MW.
- Los precios son más baratos que en Chile.
- Así, en una interconexión podría satisfacer la demanda de Chile en cierto porcentaje.
- Además Perú tiene un alto porcentaje de generación hidroeléctrica, lo que podría reducir la huella de carbono del sector minero del Norte de Chile.

- Importantes beneficios económicos de la interconexión: se genera más donde es más barato y menos donde es más caro.
- Grandes beneficios para consumidores chilenos y generadores peruanos.
- Bajos beneficios para consumidores peruanos y generadores chilenos.

- Sin embargo, existen algunas barreras ...
- Perú todavía debe cubrir un sector importante de su población que no tiene acceso a la electricidad, por lo que vender a Chile podría ser causa de conflictos.
- El consumo de electricidad per capita en Perú está muy por debajo del de Chile y bajo del promedio mundial. Otro motivo de potencial conflicto.
- El historial de integración energética regional de Chile no ha sido bueno, principalmente por la fallida integración gasífera con Argentina.
- Tampoco ha sido bueno con Perú. En 2005 surgió la idea de crear el “Anillo Energético Sudamericano”, el que llevaría gas peruano a Argentina, Brasil, Uruguay y Chile.
- Esto contemplaba la construcción de un gasoducto de 1.200 km de largo entre Pisco (Perú) y Tocopilla (Chile). Sin embargo, se estima que la disputa por los límites marítimos impidió que el proyecto se concretase.

- Finalmente, es probable que en un futuro cercano la generación distribuida tome protagonismo:
  - las grandes plantas de generación son reemplazadas por numerosas fuentes renovables que generan pequeñas cantidades de electricidad;
  - localizadas cerca de los centros de consumo; y
  - de modo que los hogares, las empresas y las comunidades se convierten en productores y consumidores de electricidad.
- Esto hará menos necesario la transmisión de electricidad desde grandes centrales a los puntos de consumo.
- **Oportunidad de integración energética no a través de la interconexión, sino que por medio de la investigación, especialmente en materia solar.**



SOLER R., Solar Energy, PSCC Conference, 22 August 2005

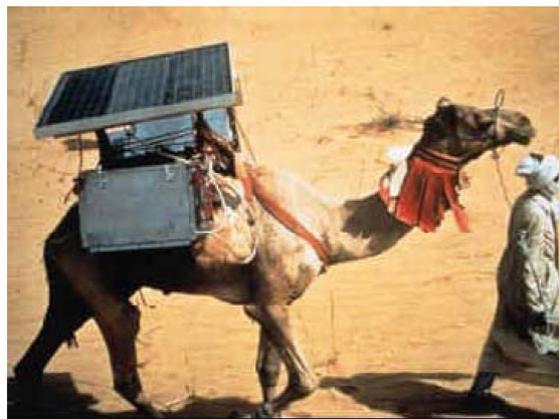




Figura 12. Ejemplo de integración arquitectónica de aerogeneradores.

Fuente: [www.tescocorporate.com](http://www.tescocorporate.com).



A 225-kilowatt solar photovoltaic system on the roof of the administration building of California State University, Long Beach. The 800 solar panels provide 80-90 percent of the building's peak demand.

A significant drop in the price of solar panels over the last two years has made local solar power much more economical and increasingly cost-effective compared to large central-station solar plants in the desert.

Photo Credit: Solarguy 1000

An ingenious idea: towing sail made from plastics as a wind-powered propulsion system for boats. The market potential is enormous.

- 1 Towing kite
- 2 Control system
- 3 Control pod
- 4 Towing rope
- 5 Winch
- 6 Launch and recovery system
- 7 Point of force transmission

