

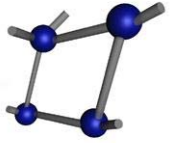


Generación Eólica en Chile Análisis del Entorno y Perspectivas de Desarrollo



Abastecimiento Energético Futuro de Chile
Martes 27 de Marzo, Centro de Extensión UC

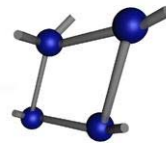
1



- Introducción.
- Descripción del sector eléctrico en Chile.
- Situación de las ERNC en Chile.
- Caracterización del problema.
 - ❑ Barreras
 - ❑ Aspectos legales
 - ❑ Económico-comercial.
- Evaluación económica de los sistemas de generación eólica en Chile.
 - ❑ Costo de la energía eólica.
- Evaluación de un proyecto de parque eólico.
- Desafíos.
- Conclusiones.

2

Introducción

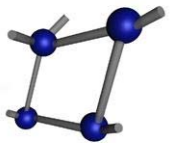


- Dado el escenario de incertidumbre, Chile enfrenta el desafío de cómo diversificar su matriz energética.
 - ❑ Mejorar la sustentabilidad.
 - ❑ Seguridad del suministro eléctrico.
 - ❑ Utilizar recursos propios o importados de amplia disposición.
- Ejes de análisis política energética que no debemos olvidar

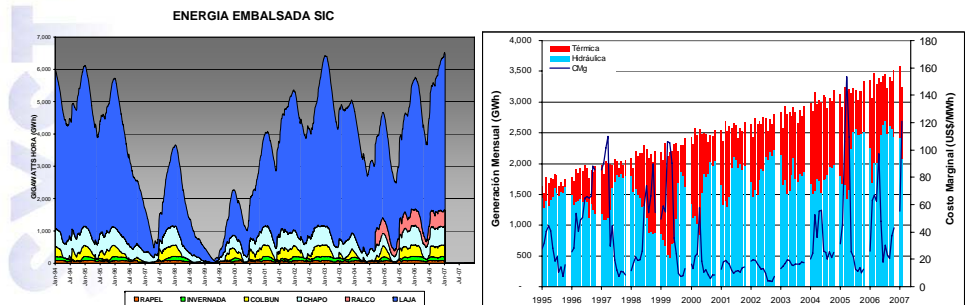


3

Dependencia en el SIC



- Chile afectado por crisis de abastecimiento de combustibles y situaciones de sequías.



4

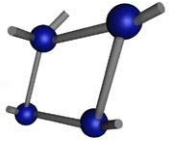
Objetivo



- Presentar un análisis del entorno nacional respecto a las oportunidades de generación mediante Sistemas de Energía Renovable no Convencional (ERNC), en particular la energía eólica.

5

Situación de las ERNC en Chile.



- Actualmente, las ERNC tienen una participación marginal en el sector eléctrico chileno
 - ❑ Representan alrededor de un 5% de la capacidad instalada.

Sistema	Capacidad Instalada MW	% Capacidad Instalada	% Convencional	% ERNC
SING	3595.8	29.5%	96%	4%
SIC	8512	69.7%	95%	5%
Aysén	33.5	0.3%	42%	59%
Magallanes	64.7	0.5%	100%	0%
Total	12206	100.0%	95%	5%

Fuente: CNE

6

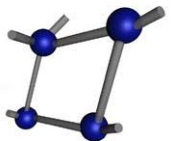
Situación de las ERNC en Chile.



- La Comisión Nacional de Energía (CNE) ha iniciado una política de mejora en las condiciones de utilización de ERNC en el país.
- Se han realizado modificaciones legales al mercado de generación eléctrica:
 - ❑ Ley N° 19.940 (producción)
 - ❑ Ley N° 20.018 (comercialización)
 - ❑ Reglamento para medios de generación no convencionales y pequeños medios de generación (DS-N° 244).

7

Aspectos legales: Ley N° 19.940



- Derecho de vender la energía en el mercado spot al costo marginal y los excedentes de potencia a precio de nudo de potencia.
 - ❑ Otorga un tratamiento operacional y comercial simplificado.
- Asegura la conexión de las pequeñas centrales (menores a 9 MW) a las redes de distribución.
- Excepción del pago total (menor a 9 MW) o parcial (menor a 20 MW) de peajes por el uso del sistema de transmisión troncal.

8

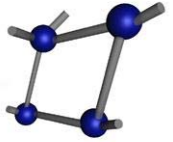
Aspectos legales: Ley N° 20.018



- Permite la participación en las licitaciones reguladas de suministro.
- Se crea un mercado exclusivo para ERNC, en condiciones de precio similares a las empresas generadoras que logren contratos con distribuidoras.
- Asegura un nivel de precios competitivos y no discriminatorios.
 - ❑ Permitiendo el derecho a suministrar a los concesionarios de distribución hasta el 5% del total de demanda destinada a clientes regulados.

9

Aspectos legales: DS N° 244



- Asegura que los medios de generación menores a 9 MW puedan vender su energía al sistema tanto a costo marginal como a precio de nudo, operando con autodespacho.
- Define los procedimientos de:
 - ❑ Conexión.
 - ❑ Operación.
 - ❑ Comunicación con EEDD, CDEC.

10

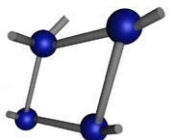
Situación Actual: Acciones para poner en marcha Leyes Corta I y II



- Reglamento DS 244 de la Ley Corta I (promulgado en enero de 2006).
- Normas técnicas de conexión a nivel de distribución (en proceso de revisión).
- Reglamento de Potencia de Suficiencia (promulgado).
- Norma técnica de cogeneración (en proceso de revisión).
- Mecanismo para la licitación del 5% en el marco de la Ley Corta II. Resolución 398.

11

Situación de las ERNC en Chile: Programas de Apoyo



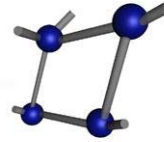
- Concurso CORFO – CNE de apoyo a los estudios de preinversión en proyectos con ERNC.

	Primer Concurso	Segundo Concurso
Nº de proyectos presentados	75	90
Nº de proyectos financiados	46	40
Hidráulico	22	18
Eólico	12	16
Biomasa	11	6
Geotermia	1	0
Total Financiado	US\$ 1.3 millones	US\$ 1.3 millones

- Los 86 proyectos financiados representan un potencial instalado de 640 MW, con una inversión estimada de US\$ 840 millones.

12

Situación de las ERNC en Chile.



➤ Proyectos de energía eólica en estudio*.

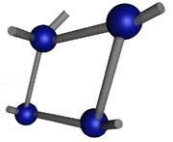
Empresa	Nombre Proyecto	Región	Inversión MMUS\$	Potencia Instalada MW	Energía GWh/año	Costo de Inversión US\$/kW
Constructora Pacifico	Quillagua	II	148	100	376.7	1.48
Enor Chile	Quinahue	II	35	20	52.6	1.75
Gas Atacama	Parque eólico	II	140	100	306.6	1.40
Acciona	San Blas	III	60.9	43.5	114.3	1.40
Acciona	Sra Gabriela	III	193.2	138	362.7	1.40
Acciona	Sra Rosario	III	117.6	84	220.8	1.40
Endesa Eco	Canela	IV	31	18	47.3	1.72
Handels und Finanz AG Chile S.A.	Curauilla	V	17.9	9	33.0	1.99
EPS Ingeniería	Agrícola La Capilla	V	15.93	8	22.4	1.99
Wireless Energy	Pichilemu	VI	16	9	23.7	1.78
Luis Gardweg	Estancia Flora	VI	10.02	10	26.3	1.00
Ecoingenieros	Chanco	VII	29.3	20	52.6	1.47
Eólica Navarra	Parque eólico Hualpén	VIII	26	20	52.6	1.30
Lahmeyer International GmbH	Arauco	VIII	32	20	52.6	1.60
Pacific Hydro	Chiloé	X	16	10	26.3	1.60
Edelmag	Otway	XII	13	10	30.7	1.30
Total			901.85	619.5	1801	

- ❑ Costo promedio en US\$/kW: 1.550
 - Costo de construcción informado el primer proyecto en construcción:
 - Parque Canela: 1.7 US\$/kW

* No incluye proyectos presentados al 2º Fondo CORFO para ERNC.

13

Barreras comunes a todas las ERNC



➤ La barrera más importante ante la introducción de las ERNC es de tipo económica

- ❑ Las ERNC resultan frecuentemente menos competitivas que otras energías convencionales, particularmente las eólicas.
- ❑ Las barreras económicas son acrecentadas por la existencia de numerosas barreras no económicas:
 - Inexperiencia de integración de sistemas de generación eólica.
 - Se percibe un riesgo asociado a la innovación tecnológica.
 - Desconocimiento de modelos de negocios aplicables.
 - No existe información detallada respecto del potencial y localización de los recursos renovables.

14

Modelos de negocios factibles en Chile



➤ Ingresos por venta de energía y potencia

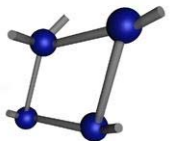
- ❑ Autodespacho y venta de energía a CMg o precio de nudo de energía.
- ❑ Venta de energía y potencia a una EEDD sin licitación (5% de la demanda de clientes regulados).
- ❑ Venta de energía y potencia a una EEDD vía licitación.
- ❑ Venta de energía y potencia a una empresa generadora o distribuidora en un contrato de largo plazo.
- ❑ Venta de energía y potencia a un cliente libre.

➤ Otros ingresos:

- ❑ Ingresos por MDL.

15

Evaluación de un proyecto de parque eólico.



➤ Se evaluó un proyecto de generación eólica emplazado en el mercado chileno que considera los siguientes antecedentes:

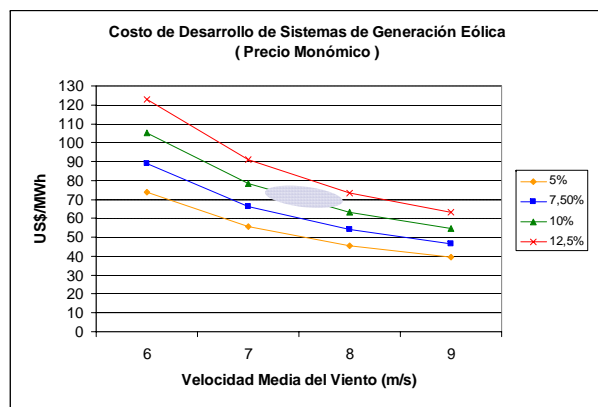
Potencia Instalada	8.250 kW
Velocidad media del viento	7 m/s
Factor de planta	30%
Costo de inversión	1.600 US\$/kW
Capital propio	30% @ 12%
Financiamiento	70% @ 6.5%
Costo de operación y mantenimiento	14 US\$/MWh
Ingresos por MDL	8 US\$/CER
Precio de venta de energía	
CMg promedio por 4 años (a partir del 2008)	
Contrato por 53 US\$/MWh desde el 2012	

16

Costo por MWh de sistemas de generación eólica en función del régimen de viento.



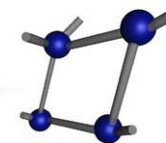
- Evaluación de proyecto puro, sin financiamiento.
 - ❑ Sensibilidad respecto del costo de capital.



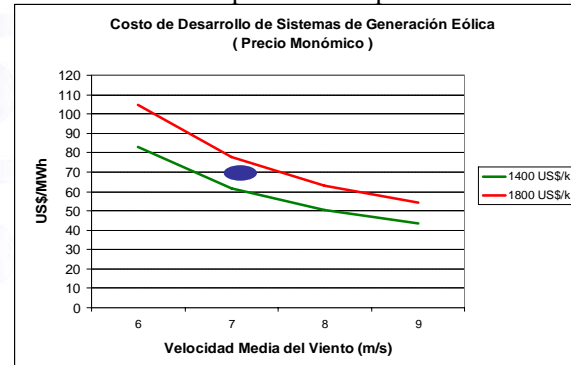
Análisis cuantifica posibles ingresos por MDL.

17

Costo por MWh de sistemas de generación eólica en función del régimen de viento.



- Evaluación de proyecto con financiamiento
 - ❑ 30% capital propio inversionista ($r = 12\%$) & 70% capital financiado con deuda ($r = 6.5\%$).
 - ❑ Sensibilidad respecto del capital de inversión.



* Costo de Generación Eólica:

- Precio monómico = 71 US\$/MWh.

- Precio de energía = 63 US\$/MWh.

Inversión: 1.600 US/kW.

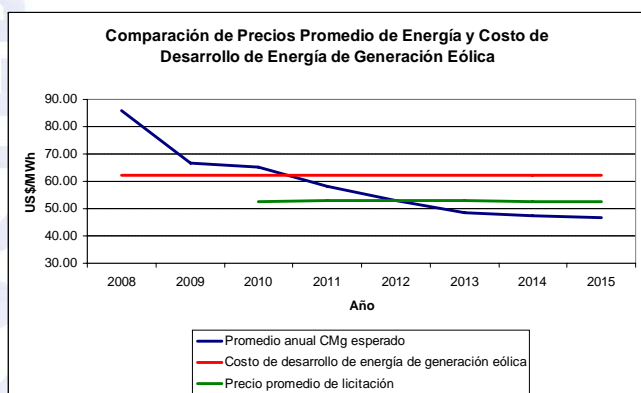
Factor de planta: 30%.

P. Suficiencia : 25% P. inst.

Análisis cuantifica posibles ingresos por MDL.

18

Comparación de escenarios de precios



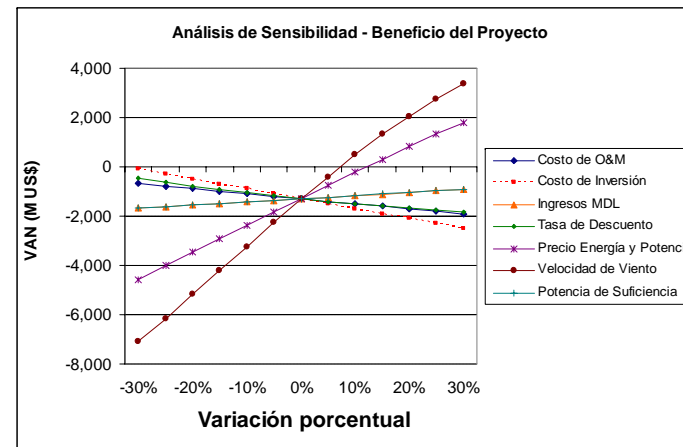
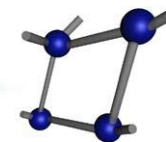
¿Competitividad de la energía eólica?

Costo Energía Eolica = 63 US\$/MWh
 Precio medio licitación = 52 US\$/MWh
 Precio Largo Plazo SIC = 48 US\$/MWh

Existe una brecha importante de competitividad.

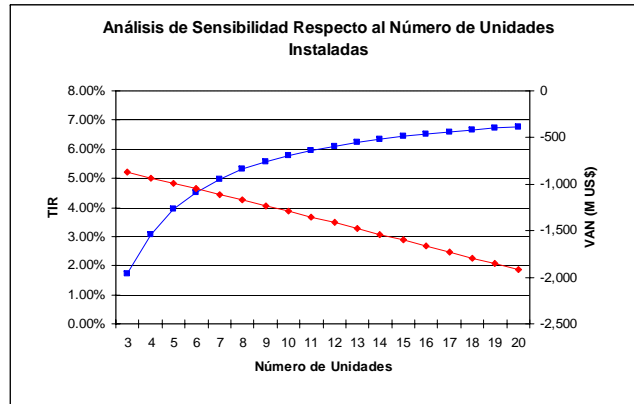
19

Resultados de la evaluación – Análisis de Sensibilidad



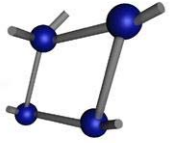
20

Resultados de la evaluación – Análisis de Sensibilidad



21

Existe una ventana de oportunidad: Alto CMg próximos 4 años.



- Probable pérdida de oportunidad por retraso en la materialización de proyectos.
- Se evaluó de un proyecto de generación eólica cuya entrada está planificada para comienzos del 2010 (retraso de 2 años en comparación al caso base).
- Modelo de negocios similar
 - ❑ Venta a precio promedio de CMg por 4 años (2010 – 2013).
 - ❑ Venta por contrato a precio fijo desde el año 4 (2014 -).
- Pérdida total de valor equivalente a **MUS\$ 800**.

22

Desafíos



- Estabilidad de precios.
 - ❑ Los cambios regulatorios introducidos con las leyes N° 19.940 y N° 20.018 ayudarán a que se materialicen nuevos proyectos.
- Costos de conexión a la red de distribución.
 - ❑ Se debe definir una metodología estándar y no discriminatoria de evaluación.
- Potencia de suficiencia.
- Mecanismos de apoyo.
 - ❑ En Chile existe una propuesta de reservar una porción (cuota) del mercado para ser abastecida con ERNC.

23

Propuesta de nueva Ley ERNC



- Propuesta en desarrollo
 - ❑ Establecimiento de un objetivo (meta) de suministro de energía con ERNC para todos los clientes del sistema, a través de los generadores, en su rol de comercializadores.
 - ❑ Se debe definir un mecanismo de acreditación.
 - ❑ Se debe establecer un mecanismo de sanción por no cumplimiento.
 - ❑ Se deben definir nuevos roles a: generadores, SEC, CNE, CDEC.
 - ❑ Eliminación parcial del derecho de suministro del 5% para los clientes regulados establecido en la Ley Corta II.

24

Propuesta de nueva Ley ERNC

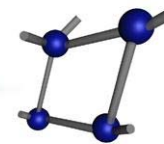


➤ Propuesta en desarrollo

- ❑ El 5% de las ventas anuales (retiros asociados a contratos) de energía en el SIC y SING debe provenir de ERNC.
 - Válido para clientes regulados y no regulados.
- ❑ Se aplica por X años a contar del año 2010.
- ❑ El no cumplimiento de la obligación da lugar a una multa aproximada de 24 US\$ por MWh no acreditado.
- ❑ Desafío de definir cuales tecnologías y de que tamaño pueden acreditar. Caso especial mini hidráulico.

25

Abastecer el 5% del consumo del SIC mediante ERNC



➤ Determinación del costo de la propuesta de Ley ERNC.

- Asumiendo que, para abastecer el 5% del consumo al año 2010, se utilizan:
 - ❑ Centrales Eólicas (30% de participación @ f.planta = 30%)
 - ❑ Centrales Mini hidráulicas (50% de particip. @ f.planta = 60%)
 - ❑ Centrales geotérmicas (20% de particip. @ f.planta = 80%)
- Se requieren al año 2010:
 - ❑ 200 MW de generación eólica.
 - ❑ 180 MW de generación minihidráulica.
 - ❑ 55 MW de generación geotérmica.

26

Abastecer el 5% del consumo del SIC mediante ERNC



➤ ¿Cuál es el costo de la propuesta de Ley ERNC?

➤ Supuesto de costo de desarrollo de las tecnologías a utilizar:

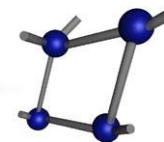
- ❑ Generación eólica: 63 US\$/MWh.
- ❑ Generación minihidráulica: 55 US\$/MWh.
- ❑ Generación geotérmica: 58 US\$/MWh.

➤ Base de comparación:

- ❑ Costo de desarrollo del SIC utilizando generación convencional: 50 US\$/MWh.

27

Abastecer el 5% del consumo del SIC mediante ERNC



➤ ¿Cuál es el costo que debemos asumir?

- ❑ MM US\$ 23 el año 2010.
- ❑ MM US\$ 380 (en un periodo de 15 años*)

➤ Impacto en tarifa:

- ❑ 1% sobre el costo actual de energía
- ❑ Máximo 2.4% del costo actual de energía (en caso de aplicar multas).

➤ Riesgos de la propuesta

- ❑ Impacto es bajo en tarifa, pero encarece la energía, perdiendo competitividad el país.
- ❑ Riesgo de futuras intervenciones en el mercado. Ejemplo: aumentar la cuota ERNC
- ❑ No fomenta ERNC menos competitivas, perdiendo el objetivo

* Actualizando los flujos a una tasa de 5%.

28

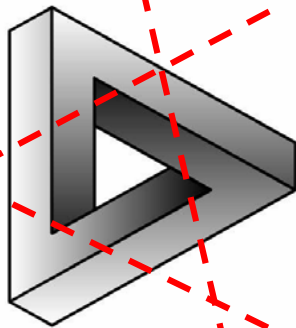
Importancia cuantificar las fronteras



Eficiencia
Económica



Seguridad
Energética

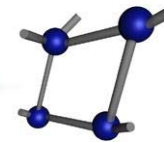


Sustentabilidad
Social y
Medioambiental



29

Conclusiones



- Existe un desafío en la incorporación de ERNC.
- Se aprecia que los proyectos de energía eólica no son competitivos, salvo en condiciones de viento muy favorables (aproximadamente 8.0 m/s promedio).
- Los proyectos son muy sensibles a la estructura de financiamiento.
- El proyecto de Ley de ERNC no implica un alza significativa en tarifa; sin embargo, su costo de implementación en el periodo de 15 años no es menor.

30

Conclusiones



- Se debe cuantificar el aporte que tienen las ERNC a la diversificación de la matriz energética, y si son una contribución real a una eventual disminución en la volatilidad de precios de energía.
- Es importante definir el rol de las ERNC en el desarrollo sustentable de la matriz energética en el largo plazo.
- Proyecto ERNC interviene el mercado estableciendo la obligación de comprar

31

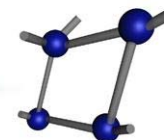
SYSTEM Ingeniería y Diseños

www.system.cl

system@system.cl

Don Carlos 2939, of. 1007, Las Condes
Santiago, Chile

Tel: (562) 2320501 Fax: (562) 2322637



32