

# **Energías Renovables no Convencionales en ARGENTINA**

**Dr. Jaime A. Moragues**

**ISES-ASADES**

***23 – 27 octubre 2006***

# Contexto Energético

Secretaría de Energía Balance Energético 2004

Energía proveniente de recursos no renovables	94,5 %	Nuclear	2,8 %
		Gas	48,7 %
		Petróleo	41,3 %
		Carbón	0,9 %
		Otros	0,8 %
Energía proveniente de recursos renovables	5,5 %	Hidráulica	3,8 %
		Leña	0,9 %
		Bagazo	0,8 %

# Generación de Electricidad Total País 2004

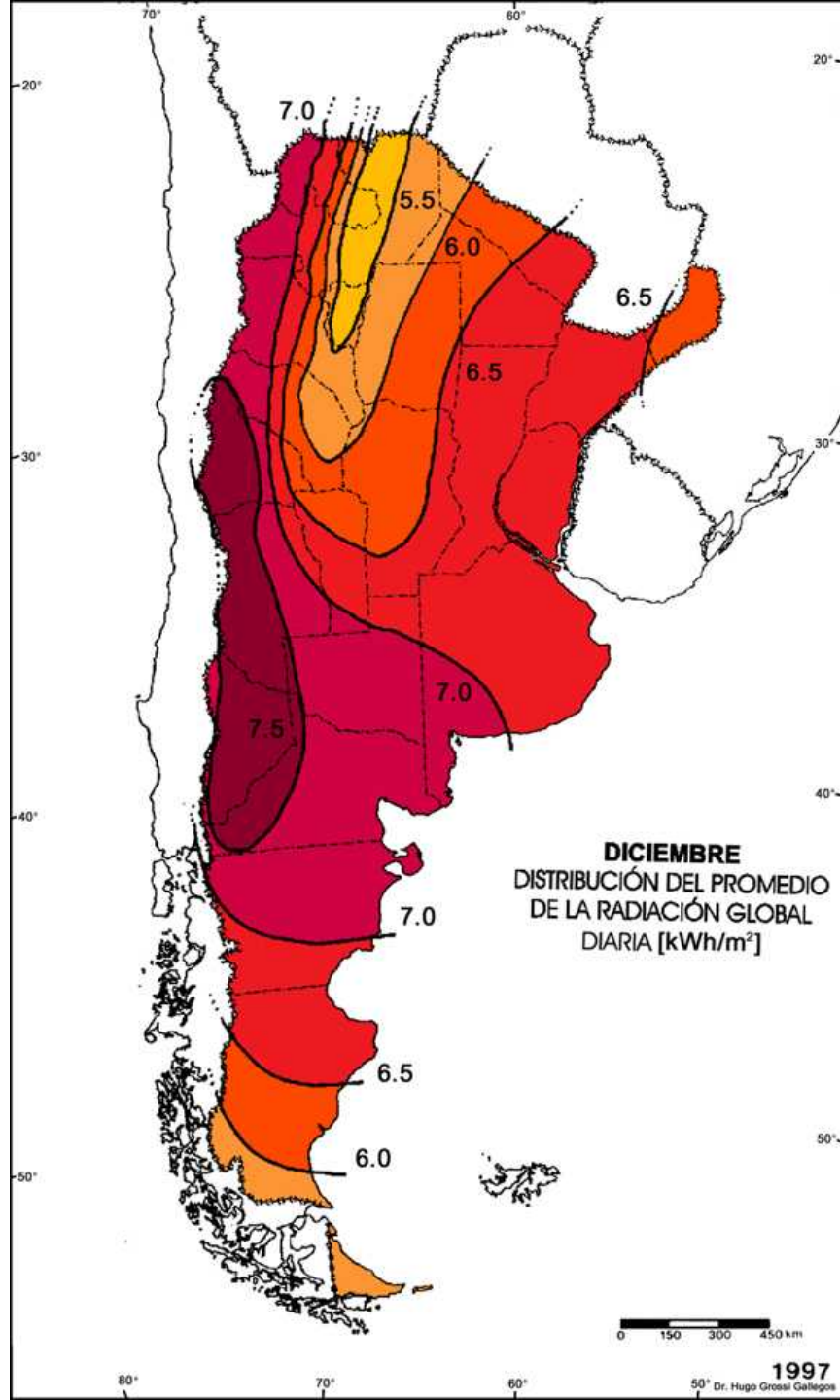
Secretaria de Energía

	TÉRMICA	HIDRÁULICA	NUCLEAR	EOLICA	SOLAR	TOTAL
MWh	52.993.118	30.445.116	7.868.603	72.446	70	91.379.353
%	58	33,3	8,6	0,08	0,00008	100

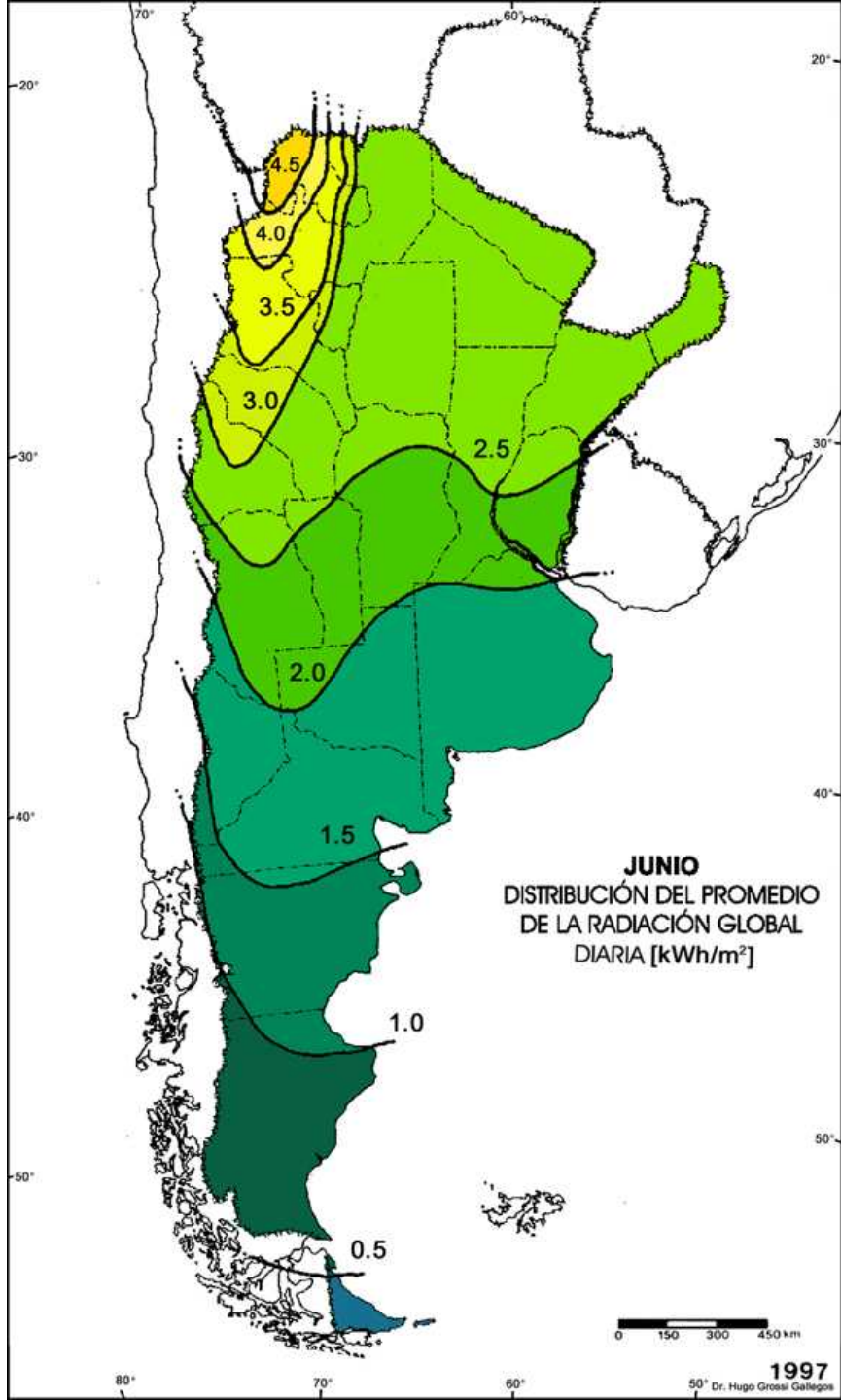
# Energías Renovables no Convencionales en Argentina

- Energía solar
- Energía eólica
- Energía de biomasa
- Energía geotérmica
- Pequeños aprovechamientos hidroeléctricos
- Mareomotriz

# **Energía Solar**



Grossi Gallegos, H. (1998)



Grossi Gallegos, H. (1998)

# Red Solarimétrica

## **División Radiación Solar San Miguel**

- Cerrillos (Salta), INTA
- Paraná (Entre Ríos) INTA
- San Miguel (Buenos Aires)

## **Universidad Nacional de Lujan:**

- Luján (Buenos Aires)
- Anguil (La Pampa)
- San Patricio del Chañar (Neuquén)
- Paso de Indios (Chubut), por convenio con el SMN

## **UTN y la ACOSM (Subsidio de SECyT, Direc. Prog. y Proy. Especiales )**

- F.R. Santa Fe (Santa Fe)
- F.R. San Rafael (Mendoza)
- F.R. Bahía Blanca (Buenos Aires)
- F.R. Rafaela (Santa Fe)
- F.R. Tucumán (Tucumán).
- F.R. Resistencia (Chaco).
- F.R. Concepción del Uruguay (Entre Ríos).
- F.R. Mendoza (Mendoza).
- F.R. Río Grande (Tierra del Fuego).
- San Miguel (Buenos Aires): Estación de referencia

# Proyecto Energías Renovables en Mercado Rurales PERMER

La Secretaría de Energía obtuvo

- Un préstamo del Banco Mundial de 30 M US\$
- Una donación de 10 M US\$ del Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF).
- El proyecto está en operación desde Octubre de 1999

El financiamiento estimado del PERMER es de aproximadamente US\$ 58,2 millones

- ~70% es aportado por la Secretaría de Energía a través del préstamo BM y la donación GEF,
- 4% por el Ministerio de Educación para la electrificación de escuelas rurales,
- 9% con fondos provinciales
- 17% restante por el sector privado: concesionarios y usuarios

# PERMER

## *Obras Ejecutadas*

Provisión del servicio eléctrico a

- 2.235 viviendas (~225 kWp)
- 556 servicios públicos, en su mayoría escuelas (~330 kWp)
- Chaco, Chubut, Jujuy, Misiones, Neuquén, Salta, Sgo. del Estero y Tucumán

# PERMER

## *Obras en Ejecución*

Provisión del servicio eléctrico a

- 2.750 viviendas ( ~ 270 kWp)
- 690 en servicios públicos (~400 kWp)

Catamarca, Río Negro, Jujuy, Santiago del Estero, Salta y Tucumán.

# Ministerio de Educación

PERMER + Presupuesto propio

- Han identificado 2.024 escuelas rurales sin electricidad.
- Ya tienen 1.050 escuelas con FV instalados (~ 630 kWp)
- Quedan 974 escuelas (adjudicación [420], licitación)
- Brinda un servicio básico de iluminación y comunicación.

# Panel fotovoltaico instalado en zona rural aislada



# Jujuy



# Sistema fotovoltaico en una escuela de Neuquén



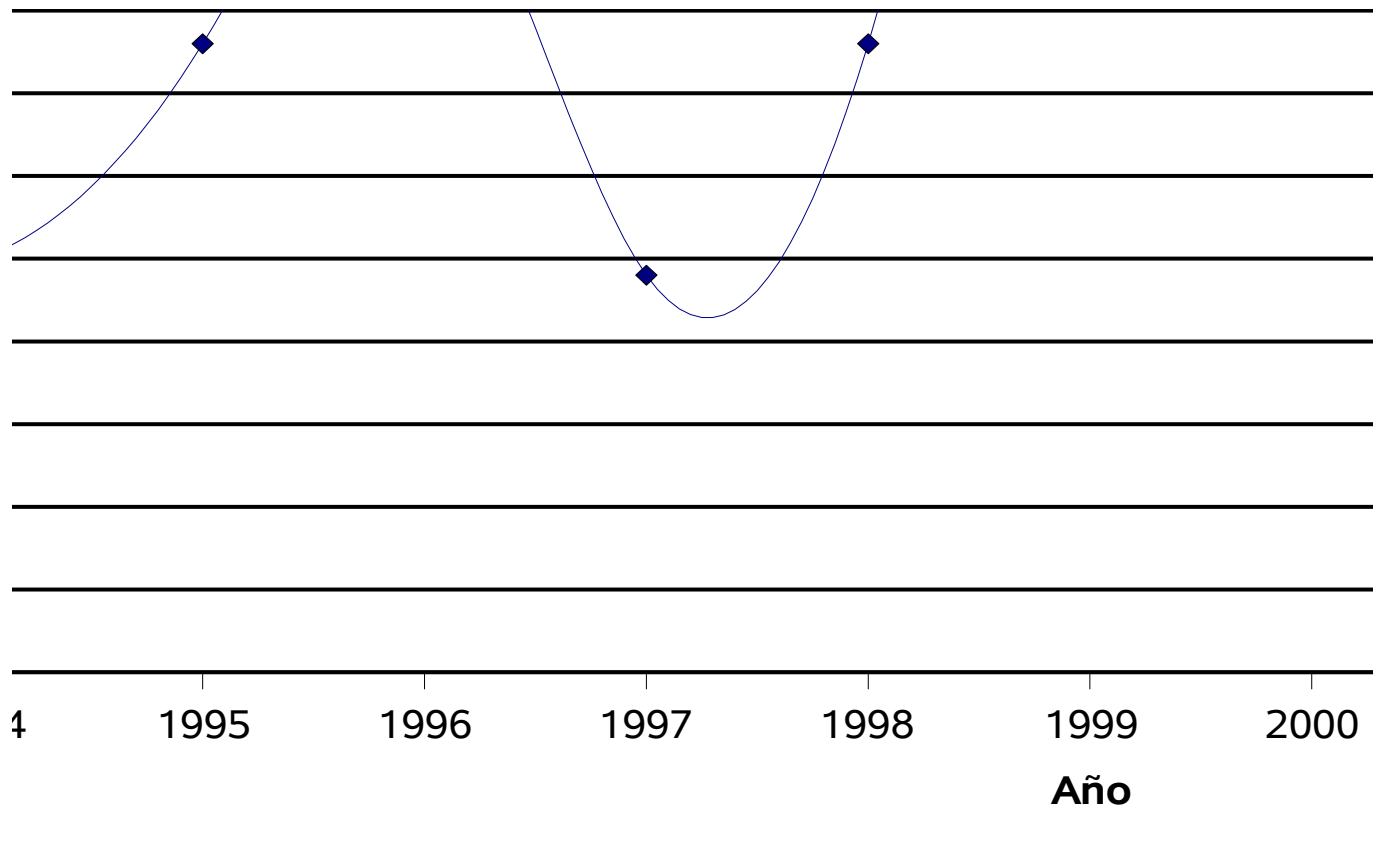
# Misiones –Escuela Paraje San Ignacio



# Total de instalaciones

- No se dispone de información de todas las aplicaciones de paneles fotovoltaicos en el país.
- Se obtuvo el total de paneles fotovoltaicos instalados desde 1993 hasta el 2005 a través de las importaciones de paneles y celdas fotovoltaicas

# Instalación de paneles fotovoltaicos por año período 1993-2005



# Instalación acumulada de paneles fotovoltaicos período 1993-2005

# Sistemas solares térmicos

- **Edificios bioclimáticos** En Catamarca, La Pampa, Mendoza, Salta y Tucumán, Bs. As. hay un total de 28 edificios.
- **Cocinas solares:** concentradores en 8 escuelas de Jujuy, Salta, Catamarca y Córdoba. 30 a 40 cocinas tipo familiar
- **Colectores planos:** No hay estadística de los instalados.
- **Destiladores de agua:** 10 equipos en las provincias de Chaco, Salta y San Luis.
- **Secado solar de productos agropecuarios**

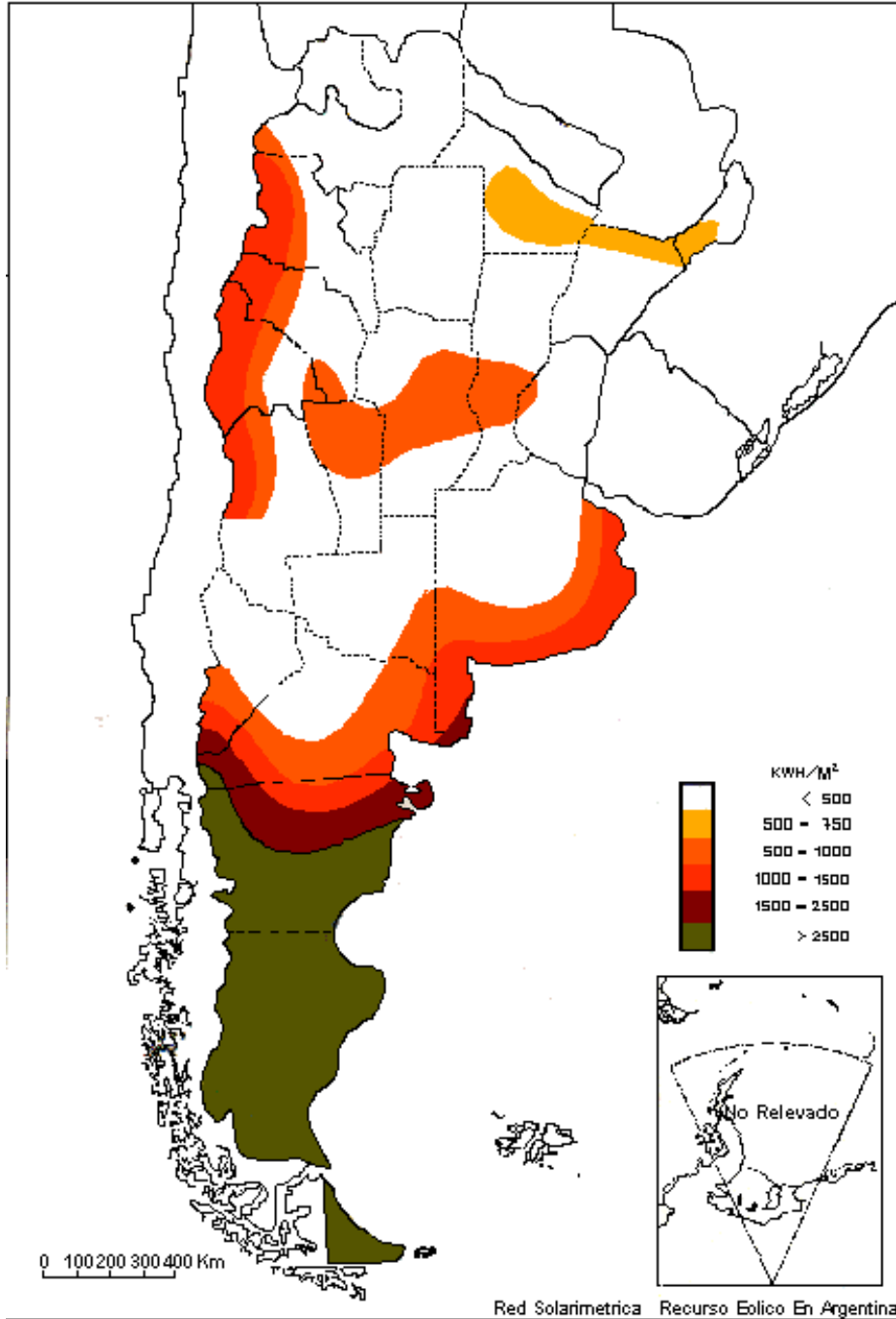
# Cocina solar



# Secadero en Cachi-Salta



# **Energía Eólica**



1982 la Red Solarimétrica

# Atlas Eólico

Ministerio de Planificación Federal,  
Inversión Pública y Servicios de la Nación

Sistema iterativo que cubre todo el país

- Elaborado por el Centro Regional de Energía Eólica
- Participación de la UTN (con subsidio de SECyT).
- Provincias

# Mapa Eólico de Chubut - Centro Regional de Energía Eólica



Archivo Opciones Ayuda

Datos en ubicación seleccionada

Latitud: -45° 45' 42"	Longitud: -68° 18' 38"	ASNM: 0435,30 m	Densidad de Pot: 1196,80 W/m <sup>2</sup>	Temp Media: 10,90°	FC: Sin Datos
Weibull c: 11,82	Weibull k: 02,17	Vel. Media: 10,50 m/s	Densidad del Aire: 1,180 Kg/m <sup>3</sup>	Energía: Sin Datos	

Altura Medición:  m

Aerogenerador:



# Molino Multipala



# Censo Nacional Agropecuario 2002

<b>Región</b>	<b>Número de molinos</b>
Cuyo	1127
NEA	9008
NOA	3328
Patagonia	11570
Pampeana	325193
<b>TOTAL</b>	<b>350.226</b>

300 W por equipo, capacidad instalada de 105 MW.

# Establecimientos Agropecuarios



# **Establecimientos Agropecuarios**

Censo Nacional Agropecuario 2002

- **1.162 aerogeneradores para producción de electricidad.**
- **Valor promedio de 500 W por equipo capacidad instalada de 581 kW.**

# Energías Renovables en Mercados Rurales (PERMER)

- Prevé la instalación ~2.000 equipos de aprovechamiento de la energía eólica para el abastecimiento autónomo de viviendas rurales en la provincia del Chubut.
- El proyecto permitirá proveer electricidad a aproximadamente 8.000 personas.
- Inicialmente se desarrolla como prueba piloto la instalación de 115 equipos (300-800 W) en las áreas rurales conocidas como “Comunidad aborigen Pocitos de Quichaura” y “Costa del Ñorquinco”.

# **CENTRALES EÓLICAS**

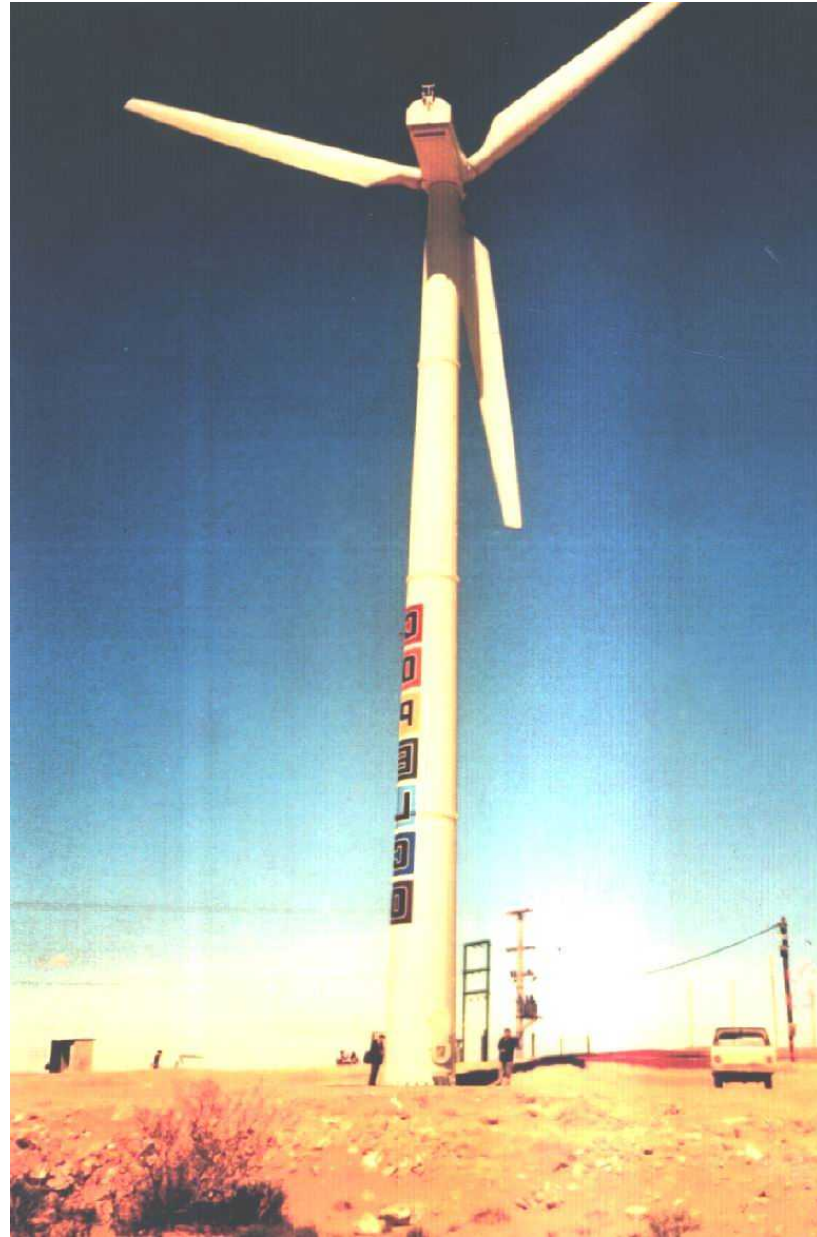
LEY N° 25.019/98; Decreto N° 1597/99.

## Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar

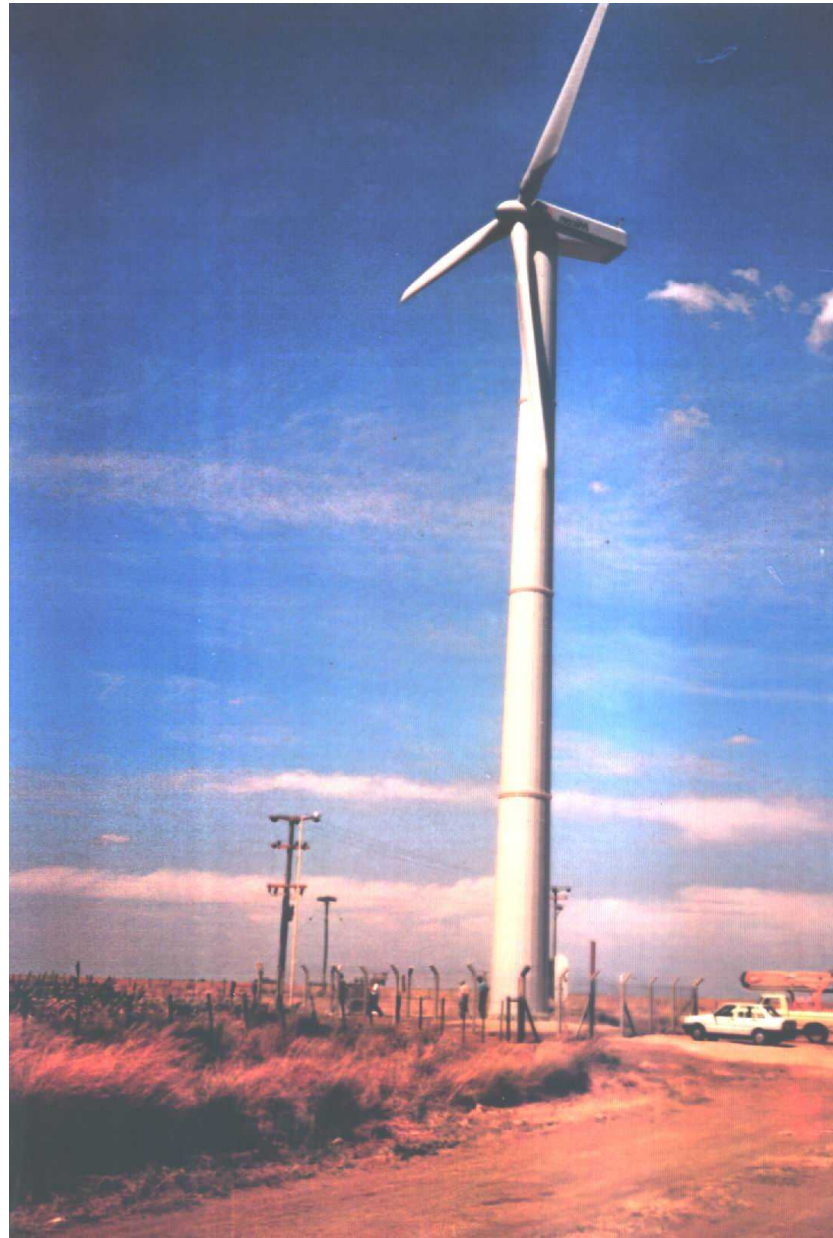
- Declara de interés nacional la generación de energía eléctrica a partir de energía solar y eólica
- Pago diferido del impuesto al valor agregado (IVA) por el término de 15 años
- Beneficio de remuneración de Un Centavo de Peso por Kilovatio Hora (0,01 \$/kWh)

Provincia	Localidad	Puesta en servicio	Potencia (kw)	Detalle de maquinas kW	Vel. media Anual (m/s)	Propietario/operador
<b>Chubut</b>	Comodoro Rivadavia	190/1/94	500	2 x 250	9,4	PECORSA
	Rada Tilly	18/03/96	400	1 x 400	10,2	COAGUA Coop. Ltda.
	Comodoro Rivadavia	12/09/97	6.000	8 x 750	9,4	SCPL Com. Riv.
	Comodoro Rivadavia	10/ 01	10.560	16 x 660	9,4	SCPL Com. Riv.
	<b>Subtotal</b>			<b>17.460</b>		
<b>Buenos Aires</b>	Pehuen Co	170/2/95	400	1 x 400	7,3	Coop. eléctrica de Punta Alta
	Tandil	26/05/95	800	2 x 400	7,2	CRETAL Coop. Ltda.
	Mayor Buratovich	22/10/97	1.200	2 x 600	7,4	Coop. eléctrica de M. Buratovich
	Darregueira	19/09/97	750	1 x 750	7,3	CELDA Coop. Ltda
	Punta Alta (bajo hondo)	10/12/98	1.800	3 x 600	7,8	Coop. eléctrica de Punta Alta
	Claromecó	26/12/98	750	1 x 750	7,3	Coop. eléctrica de Claromeco
	<b>Subtotal</b>			<b>5.700</b>		
<b>Santa cruz</b>	Pico Truncado	5/03/01	1.200	2 x 600	10,3	Municipalidad de Pico Truncado
	Pico Truncado (Ampliación.)	05/05	1.200	2 x 600	10,3	Municipalidad de Pico Truncado
	<b>Subtotal</b>			<b>2.400</b>		
<b>La pampa</b>	Gral. Acha	11/ 02	<b>1.800</b>	2 x 900	7,2	COSEGA Ltda.
<b>Neuquén</b>	Cutral Co	20/10/94	<b>400</b>	1 x 400	7,2	COPELCO Coop. Ltda.
<b>TOTAL</b>			<b>27.760</b>			

# Cutral-co Neuquén (400 kW)



# Punta Alta Bs. As. (400 kW)



# PROGRAMA CENTRALES EÓLICAS

Ministerio de Planificación Federal Inversión Pública y Servicios de la Nación a través de ENERSA

- Programa de instalación de 500 MW de centrales eólicas en los próximos 5/6 años.

# PROGRAMA CENTRALES EÓLICAS

- En Julio de 2005 se firmó un “Acuerdo para el Desarrollo del Proyecto ‘Vientos de la Patagonia I’” con la Provincia del Chubut.
- El proyecto se ubicará en las proximidades de la ciudad de Comodoro Rivadavia, y contará con una potencia instalada de 50 a 60 MW.

# PROGRAMA CENTRALES EÓLICAS

Los proyectos restantes podrían instalarse

- Provincia de Santa Cruz (~ 60 MW),
- Provincia de Buenos Aires (~ 100 MW),
- El resto en parques de diversos tamaños en otras provincias (Ejemplo: Neuquén, Río Negro, La Rioja, San Juan, etc.).

# **Energía de biomasa**

- La fabricación de **CARBÓN VEGETAL** es uno de los aprovechamientos de mayor importancia.
- Se lo emplea en numerosas industrias y para uso doméstico
- La mayor aplicación industrial se concentra en la industria **siderúrgica** Altos Hornos Zapla, instalada en la provincia de Jujuy.

Se obtiene a partir de bosques nativos y de plantaciones de eucaliptus expresamente realizadas para ese fin.

Otro aprovechamiento importante es el empleo de

## **BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR**

como combustible para las calderas de los ingenios azucareros

En algunos casos permite la autosuficiencia energética de los mismos.

# Biocombustible



- Durante varios años (década del 80) se empleó la caña de azúcar para producir **alcohol anhidro**,
- Mezclado en **15 %** en volumen con la nafta y empleado como **único combustible** vendido para automotores en **12 provincias del norte argentino**.
- Por razones del precio internacional del azúcar y del petróleo este programa se discontinuó

## **Ley 26.093/2006**

### **Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles.**

Establece que dentro de 4 años

- Gasoil o diesel oil debe ser mezclado con 5 % de “biodiesel”.
- Nafta debe ser mezclada con 5 % de “bioetanol”

# Demanda y oferta futura de etanol

- 2010 (B5 obligatorio): 200 MI
- 2023: 265 MI.

(Supuesto: 2% acumulativo anual de crecimiento de las ventas de nafta).

- Para llegar a cubrir la demanda para el primer año de vigencia de la ley, la inversión necesaria en plantas productoras sería de US\$ 120 millones.

# **Demanda potencial y proyectada de biodiesel**

- 2010 (B5 obligatorio): **650 MI.**
- 2023: **1.090 MI.**

(Supuesto: 3,5% acumulativo anual de crecimiento del consumo de gasoil).

- Unión Europea (Alemania, Francia, Italia, Bélgica, Inglaterra, Austria, Suecia y la ex Checoslovaquia) **860 MI/año (2000)**

# Demanda potencial de materias primas y área agrícola

2010 (B5 obligatorio):

- Alternativas iniciales:
  - Soja: 3,5 millones de tn y 1,2 millones de ha para abastecer la totalidad del mercado,
  - Girasol: 1,6 millones de tn y 0,9 millones de ha para abastecer la totalidad del mercado.
- Otras alternativas potenciales: colza y, para abastecimientos locales, oleaginosas menores tales como cártamo, palma, ricino, etc.

# Oferta actual de biodiesel

- Aún no se ha iniciado la producción de biodiesel a escala comercial.
- Actualmente hay 20 plantas en producción en pequeña escala para establecimientos agropecuarios.
- Proyectos demorados

- INTA

Tiene un Programa de Aprovechamiento de recursos vegetales y animales para la producción de biocombustibles.

- REPSOL YPF

- Petrobrás

- Grupos de investigación y desarrollo

# Energía Geotérmica

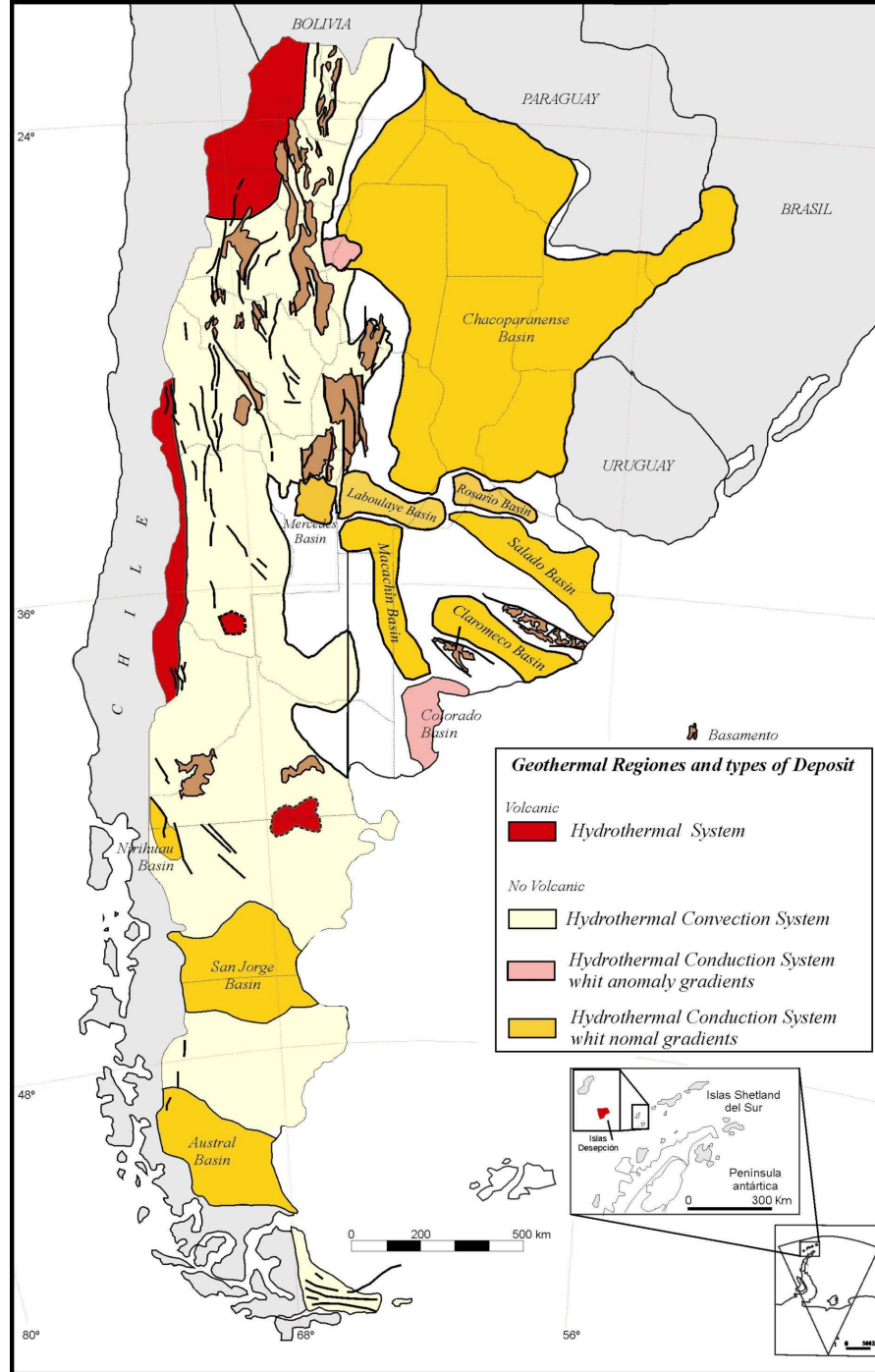


Figura 1: Distribución de hidrotermales en Argentina

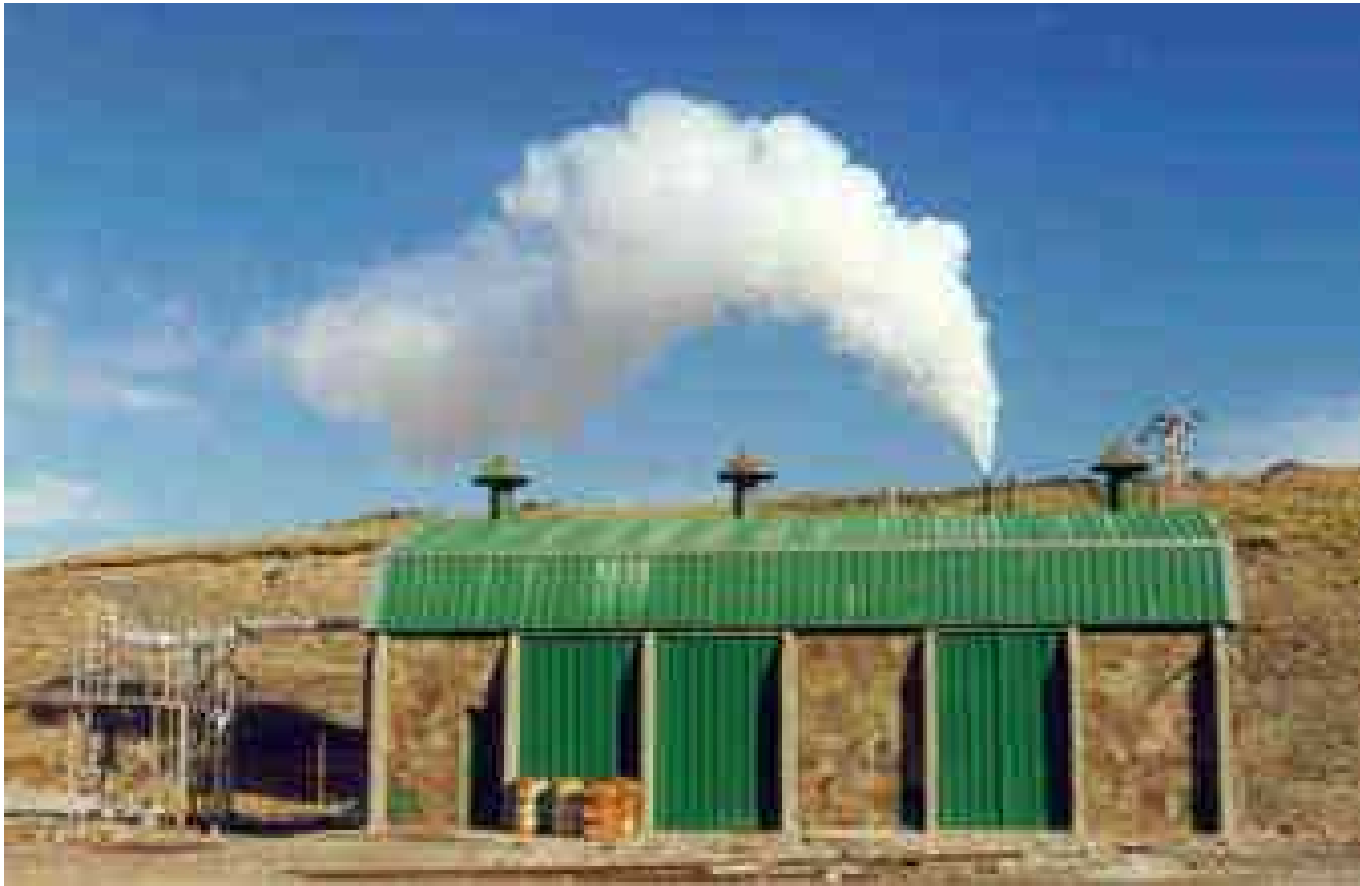
- **El campo geotérmico de Copahue,** provincia del Neuquén, vecino a la frontera con Chile



- Es un típico campo de vapor dominante,
- Reservorio entre los 850 y 1000 m de profundidad, a 200 °C
- Un probable segundo reservorio a partir de los 1.410 m, a una temperatura del orden de 250 °C

- En el año 1988 se instaló una **Central Eléctrica Piloto** de carácter demostrativo
- Central de ciclo binario de **0,67 MW de potencia (Ormat Turbines Ltd.)**, usaba hisopentano como fluido de trabajo secundario
- Funcionaba empleando vapor a 230°C
- Actualmente está fuera de operación.

# Central Eléctrica



# Aplicaciones de uso directo de la energía geotérmica de baja entalpia

Uso	Capacidad Instalada (MWt)	Distribución %
Uso sanitario	12,2	8,1
Calefacción domiciliaria	10,2	6,8
Invernaderos	21,48	14,3
Cría de peces	7,03	4,7
Uso Industrial	14,0	9,3
Derretimiento de nieve	1,39	0,9
Balneología	83,58	55,9
<b>TOTAL</b>	<b>149,88</b>	<b>100</b>



Campo Termal  
Rosario de la Frontera

Termas de  
Pishmapta

Campo Termal  
Cacheuta

Campo Termal  
Domuyo

Campo Termal  
Copahue-Caviahue

Area Termal  
Gan Gan

Cuenca Termal  
Bahía Blanca-Pedro Luro

-  Bañeología, spa terapéutico, recreación.
-  Calefacción de invernaderos
-  Piscicultura
-  Calefacción de hogares
-  Dermatitis de hielo y nieve
-  Aplicaciones domésticas

0 500 km

# Calles de Copahue



# **Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos**

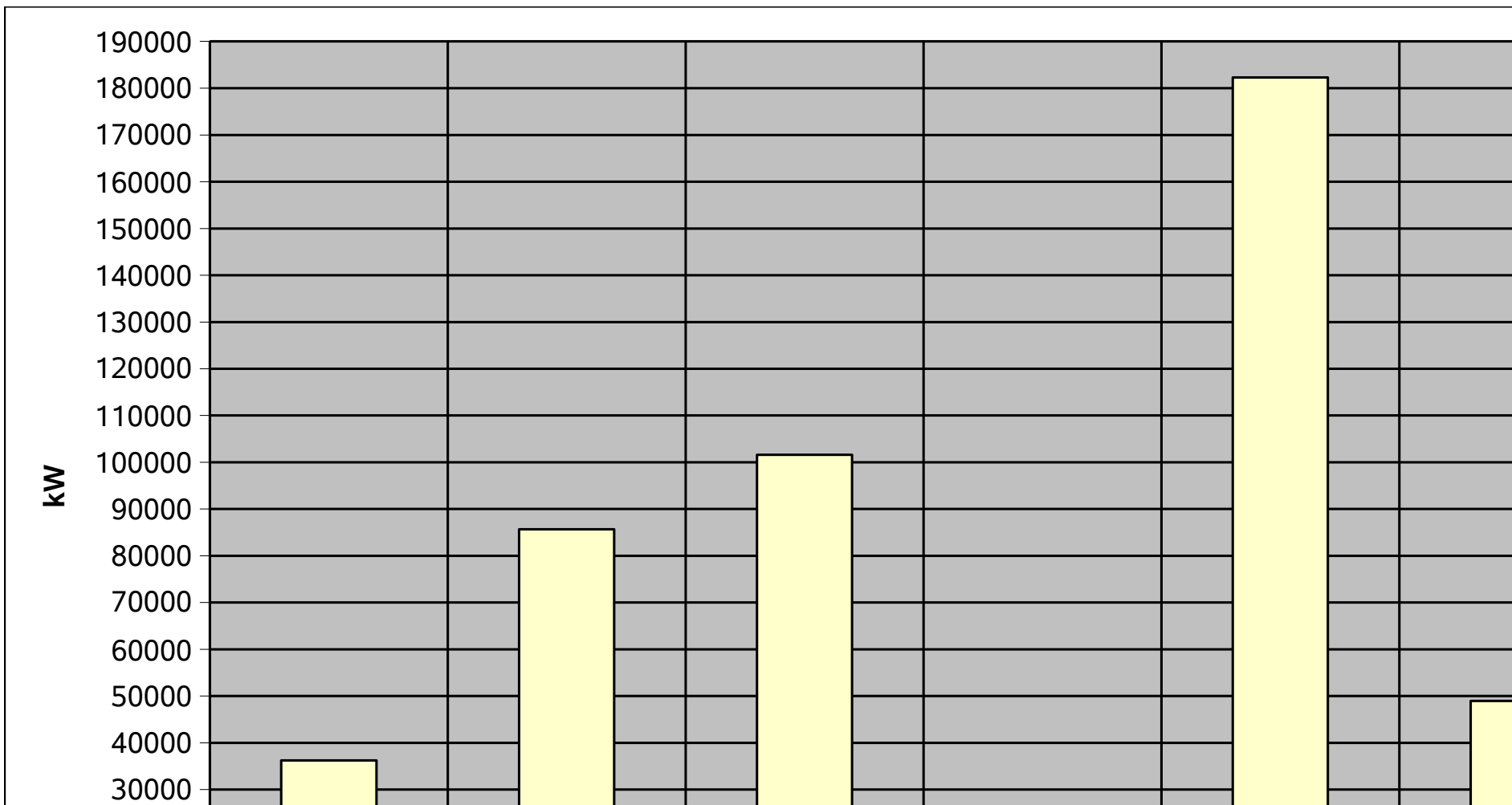
# Pequeños Aprovechamientos Hidráulicos

- 79 centrales instaladas en el intervalo de energía de 4 a 7.200 kW
- Total instaladas 94.424 kW
- Se encuentran en operación 40 máquinas.
- En operación 72.928 kW y dos centrales en reserva fría 1.297 kW.

# La convención adoptada por la Dirección Nacional de Promoción de la Secretaría de Energía

- Micro centrales 5-50 kW
- Mini centrales 50-500 kW
- Pequeñas centrales 500-15.000 kW

# Potencia sumada de los aprovechamientos construidos y proyectados hasta 15 MW ~453 MW



# Marco legal y regulatorio

# Nivel nacional

<b>Normativa</b>	<b>Comentario</b>
<b>Ley N° 25.019/1998</b> <b>Decreto N° 1.597/1999</b>	<b>Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar</b>
<b>Ley 26.093</b>	<b>Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles</b>
<b>Proyecto de Ley</b>	<b>Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica.</b>  Aprobado Senado, en tratamiento en Diputados en las Comisiones de Energía y Combustibles, y Presupuesto y Hacienda.

## Nivel Provincial

<b>Provincia</b>	<b>Normativa</b>	<b>Comentario</b>
Tierra del Fuego	Ley N° 295/1996	Energía Eólica: Declara de Interés Provincial su Generación, Transmisión, Distribución o Uso
Chubut	Ley N°4389/1998 Decreto N°235/	Energía eólica
Buenos Aires	Ley N° 12603/2001	Generación y producción de energía eléctrica a través del uso de fuentes de energía renovables
Santa Cruz	Ley 2796/2005	Interés generación de energía eléctrica y/o térmica a partir del de los recursos renovables (eólico, solar, mareomotriz, hídrico hasta 15 MW, biomasa)

# Aspectos Institucionales

<b>Ministerio</b>	<b>Organismo</b>	<b>Programa</b>	<b>Comentario</b>
Educación	Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva	Programa Especial de Recursos Renovables y no Renovables. Subprograma Energía y Transporte	Aporta fondos para proyectos específicos en ERNC
	Dirección de Infraestructura		Aporta el 20 % en el programa de abastecimiento eléctrico de escuelas del PERMER
	Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica	Fondo para la Investigación Científica y Tecnológica (FONCYT)	Aportan fondos para investigación, para desarrollo de equipos y para implementación de fábricas de los mismos.
		Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR)	
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas- CONICET		Apoya investigaciones y desarrollos, ERNC. Es importante para la formación de recursos humanos especializados.	

<b>Ministerio</b>	<b>Secretaría</b>	<b>Programa</b>	<b>Comentario</b>
Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios	<b>Energía</b> Subsecretaría de Energía Eléctrica	“Proyecto Energías Renovables en Mercado Rurales”- PERMER	Préstamo del Banco Mundial (30 MUSD) Subsidio del Fondo Mundial del Medio Ambiente (10 MUSD)
		Dirección Nacional de Promoción, Área de Coordinación de Energías Renovables.	Diseño programas y acciones para el desarrollo de ERNC y proyectos piloto de demostración
	<b>Minería</b>	Departamento de Geotermia	Responsable del uso de la energía geotérmica en el país
		Plan Estratégico Nacional de Energía Eólica	Desarrollo parques eólicos de potencia
Economía y Producción	<b>Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos</b>	Dirección de Agricultura	Programa Biocombustibles (Biodiesel y Bioetanol)
Jefatura de Gabinete de Ministros	<b>Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable</b>	Unidad para el Desarrollo Energético Sustentable	Estudio de aplicaciones de ERNC en su relación al medio ambiente

# Propuestas

- Se propone crear en la Secretaría de Energía un **Programa Nacional de ERNC** dependiendo directamente del Secretario
- Comité Ejecutivo del Programa (Steering Committee) integrados por las Secretarías y otras Instituciones nacionales involucradas en el tema ERNC presidida por la Secretaría de Energía.

- Es fundamental que el **Programa** cuente con recursos económicos propios y con un plantel de profesionales acorde a sus objetivos.
- El plantel profesional debería ser el mínimo necesario para realizar tareas de coordinación apoyándose para el desarrollo de las mismas en los cuadros de profesionales existentes en otras instituciones u organismos (universidades, instituciones de investigación y desarrollo, etc.)

## Medidas de promoción

### **Subsidios para los distintos estados: investigación, desarrollo, demostración y comercialización**

- Incrementar los subsidios en las etapas de Investigación y Desarrollo que permita disponer de información y de tecnología para las diferentes ERNC.
- Para la comercialización de ERNC, es fundamental disponer de subsidios que cubran parcialmente los costos de pequeños sistemas domiciliarios.

# Medidas de promoción

**Subsidios temporales o créditos blandos para cubrir la diferencia de costo entre la ERNC y las opciones convencionales más económicas**

- Subsidios temporales para incentivar el mercado de las ERNC de potencia (parques eólicos, PAH y electricidad con biomasa), haciendo competitivo los precios por alcanzar economías de escala, fomentando la producción local.
- Una alternativa es el financiamiento con bajas tasas de interés. En este caso será necesario capacitar al sector financiero para poder evaluar adecuadamente los proyectos que pretendan acceder a estos créditos.

## Medidas de promoción

### **Reducción de impuestos y generación de incentivos a los proveedores locales de equipos de ERNC**

- Por eje: diferimento del IVA y estabilidad fiscal contribuyen pero requieren de cierto grado de perfeccionamiento para incentivar la producción local de equipos o sus partes.

# Medidas de promoción

## **Obligatoriedad de hacer estudios comparativos de proyectos con energías no renovables y renovables para provisión de energía**

- Las ERNC pueden competir con los sistemas convencionales de generación con combustibles de origen fósil pero la falta de conocimiento de estas alternativas hace que no sean tomadas en cuenta.
- Una buena medida de promoción sería establecer la obligatoriedad, para aquellos proyectos que pretendan acceder a financiamiento del sector público, de hacer estudios económicos comparativos entre fuentes renovables y no renovables de energía

**Muchas Gracias**