

# PRESENTE Y FUTURO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES

**Palabras clave:** Energías renovables, ambiente, consumo energético.  
**Key words:** Renewable energies, environment, energy consumption.

■ **Jaime A. Moragues**

Presidente de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente

E-mail: jbamoragues@gmail.com

## ■ 1. LA CUARTA REVOLUCIÓN ENERGÉTICA

Si bien **la energía** no es una necesidad básica para el ser humano como el aire, el agua y los alimentos, hoy en día es un componentes esencial para lograr la satisfacción de aquellos y ha estado siempre directamente vinculada con las grandes **revoluciones de la Humanidad**.

Actualmente estamos ya inmersos en la cuarta revolución energética, que irá cambiando los usos y costumbres de la sociedad a medida que se vayan concretando los **nuevos paradigmas** basados en energías renovables y su uso descentralizado, el uso racional y eficiente de la energía y la conservación del ambiente.

Las dos primeras revoluciones, ocurridas hace muchos miles de años, fueron lentas en su accionar.

El control del fuego, ocurrido hace quinientos mil años, como lo muestran lo encontrado en las cuevas del hombre de Pekín y de Java, permitió al ancestro del homo sapiens ampliar la superficie habitable al posibilitar un control rudimentario del clima, e hizo digeribles mu-

chos alimentos no aprovechables en su estado natural. Así, el empleo de biomasa para producir energía térmica fue la primera gran revolución energética.

La segunda revolución se produjo cuando el predador nómada del paleolítico, ante el peligro de la escasez y la destrucción por el saqueo de sus fuentes naturales de subsistencia, inició hace 10.000 años una rudimentaria agricultura que fue incrementado con la utilización de animales de carga, que centuplicaron el rendimiento de los campos, convirtiéndose entonces en agricultor y pastor y tomando conciencia del empleo de dos fuentes de energía externas; la importancia de la energía solar para sus cultivos y el uso de la energía mecánica aportada por los animales.

Ya en nuestra era, la tercera gran revolución, la denominada industrial, que podemos ubicar en 1.769 cuando James Watt patentó su máquina a vapor, fue producto de haberse logrado la conversión de la energía térmica a mecánica, cambiando los sistemas productivos e iniciando un desarrollo que sigue en progreso constante hasta nuestros

días. El descubrimiento del petróleo y la electricidad 100 años después aceleraron estos procesos.

La cuarta revolución, que estamos viviendo, se inició en los años 70 a través de dos caminos: el energético y el ambiental. El primero, al incrementarse enormemente, en 1973, el precio del petróleo, hizo ver a los países industrializados la necesidad de desarrollar nuevas opciones energéticas. En 1978 se produjo un nuevo aumento de este combustible, que incentivó más los programas de desarrollo de las tecnologías de aprovechamiento de fuentes renovables de energía. La Conferencia de la Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, realizada en 1972 en Estocolmo, donde se formó el Programa de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA), fue el camino ambiental que también impulsó el desarrollo de estas fuentes.

Luego de entrar en un cono de sombra a mitad de la década del 80, con la disminución del precio del petróleo, las energías renovables volvieron a surgir, y ahora para quedarse, con la toma de conciencia de los problemas de contaminación

ambiental que producen los hidrocarburos, a partir de la Conferencia conocida como ECO 92 o la Cumbre de la Tierra, realizada en 1992 en Río de Janeiro.

El desarrollo de las tecnologías desde la década del 90 hizo que el empleo de estas fuentes de energía, que no eran competitivas desde el punto de vista económico, ya lo sean en muchos casos.

Hoy la sociedad, ya consciente de los problemas ambientales generados por el uso hegemónico de los combustibles fósiles, enfrenta el de-

safío de diversificar su matriz energética, sustituyendo aquellos por las energías renovables y aplicando medidas de eficiencia en todas las acciones que se realizan en las diversas etapas del quehacer energético para optimizar su uso, partiendo de los recursos, pasando por los servicios, hasta llegar al nivel de los consumidores.

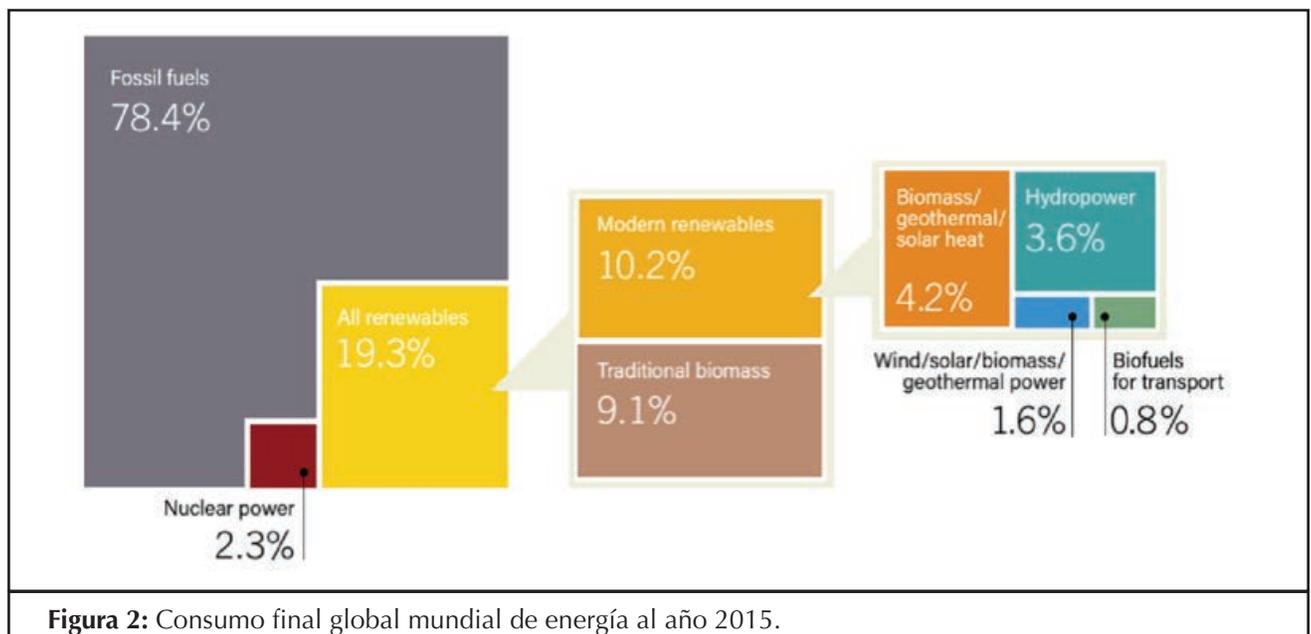
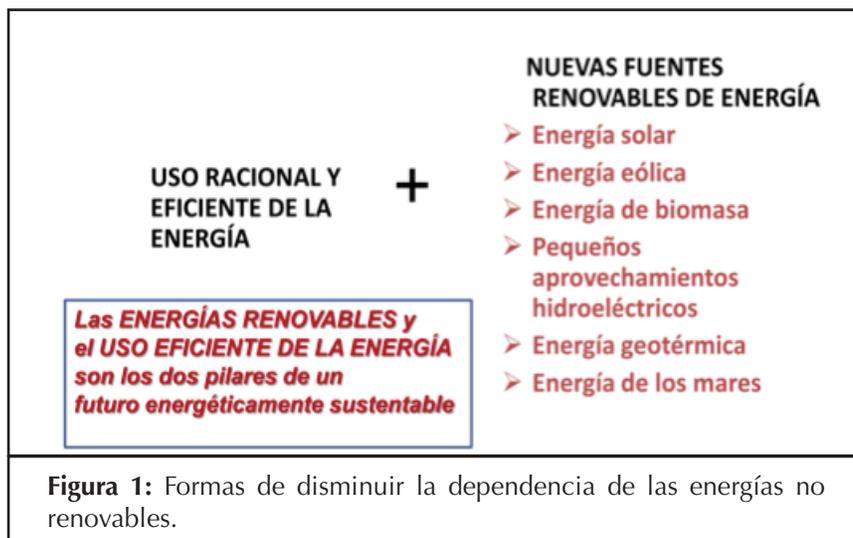
La sustentabilidad energética y ambiental se mide por la posibilidad de un proceso de desarrollo económico y social de forma compatible con un objetivo de conservación de la calidad del ambiente, existiendo

sinergias especiales entre la eficiencia energética y las fuentes de energía renovable, tanto en el contexto técnico como en el político, para contribuir en forma decisiva a ese logro.

## 2. PANORAMA MUNDIAL Y NACIONAL DEL CONSUMO ENERGÉTICO

El consumo de energía a nivel mundial según la "Renewable Energy Network for the 21st Century (REN 21)- Renewable 2017-Global Status Report"<sup>[1]</sup>, considerando todas las fuentes primarias de energía, se muestra en la Figura 2, donde se observa la distribución porcentual por tipo de fuente. Para el caso de Argentina en la Tabla 1 se muestra la distribución por fuente de la oferta interna para el año 2015 según el Balance Energético Nacional del Ministerio de Energía y Minería<sup>[2]</sup>.

Como puede observarse hay a nivel mundial un total dominio de las energías de origen fósil (78,4 %), estando nuestro país por encima de ese promedio (87,4 %). Las energías renovables son un 19,3 % a nivel mundial, mientras que la Argentina tiene un 9,4 %.



**Tabla 1:** Distribución de oferta interna de fuentes de energía primaria en Argentina Balance Energético 2015 (Ref. 2-elaboración por el autor).

Energía proveniente de recursos no renovables	90,6 %	87,4 % Fosil	Gas	52,32 %
			Petróleo	33,40 %
			Carbón	1,70 %
		3,21 %	Nuclear	2,75 %
		Otros	0,46 %	
Energía proveniente de recursos renovables	9,4 %		Hidráulica	4,40 %
			Alcoholes vegetales	0,53 %
			Aceite vegetales	2,09 %
			Bagazo	1,00 %
			Leña	1,14 %
			Energía eólica	0,22 %
			Energía Solar	0,0016 %

Considerando solamente energía eléctrica, en la Figura 3 se observa la distribución porcentual por tipo de fuente según REN 21, mientras que en la Figura 4 se presenta los datos para la Argentina.

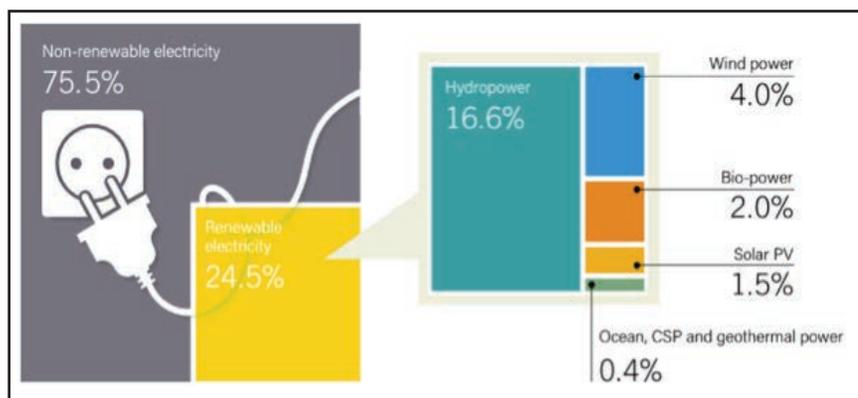
En ambos casos hay un predominio de las fuentes no renovables, pero nuestro país con un 69,27 % está por debajo del nivel mundial (75,5 %).

Si consideramos el total de fuentes fósiles en la Argentina (ver tabla 1), y se distribuye por sector de consumo, se tiene los porcentajes de Figura 5, de distribución de suma de derivados de petróleo, gas y carbón por sectores.

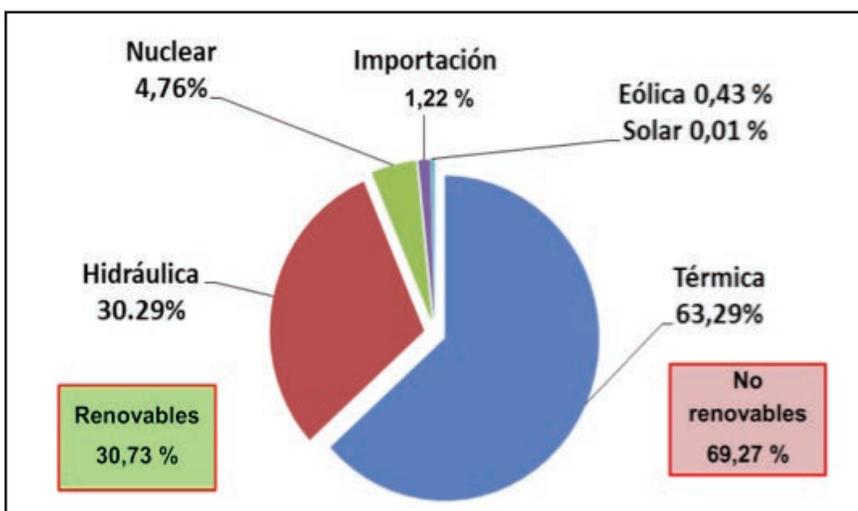
Esto indica que se pueden reemplazar los derivados de las energías fósiles, en todos los sectores de consumo, por energías renovables en sus diferentes aplicaciones; por ejemplo en Transporte por biocombustibles (y en el futuro por electricidad de origen renovable), en Residencial Comercial y Público usando energía solar para calentamiento de agua sanitaria, calefacción, refrigeración y agua potable, para el sector Industria calor a alta temperatura con concentradores de radiación solar y en el Agro secado de granos, pasteurización de leche, agua potable. En el sector Electricidad, donde se están realizando los mayores esfuerzos en el país, como veremos más adelante, todas las fuentes renovables contribuyen a la generación de esta energía.

**3. ESTADO ACTUAL DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES A NIVEL MUNDIAL**

En la Figura 6 se muestra, según Ref 2, la evolución en los últimos 10 años de la implementación de políticas de energías renovables y metas, políticas sin metas y sólo



**Figura 3:** Producción Mundial de Energía Eléctrica 2016.



**Figura 4:** Distribución de electricidad por fuente en Argentina – 2015. (Ref. 2-elaboración del autor).

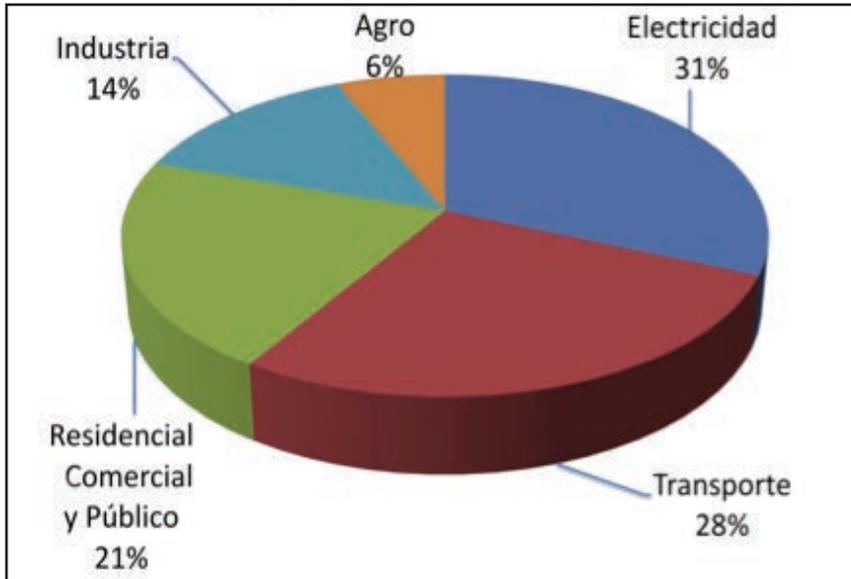
metas, a nivel mundial por país, así como aquellos que no tienen ningún programa al respecto. El incremen-

to en conjunto ha sido asombroso, quedando ya muy pocos países que no se encuentren involucrados en el

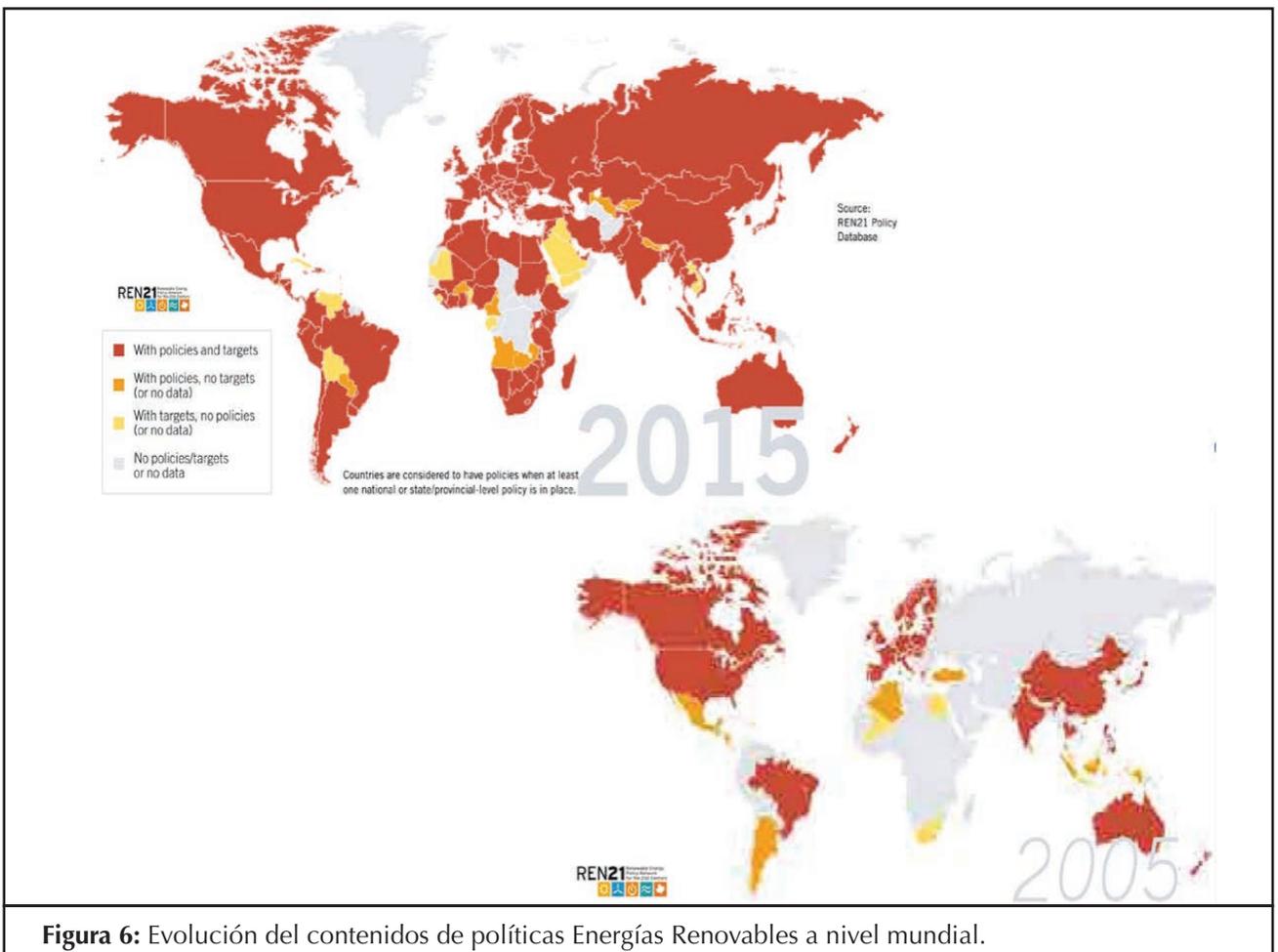
impulso de estas fuentes de energía.

En la Figura 7 podemos ver como contribuyen las diferentes fuentes de energías renovables a la generación de trabajos directos e indirectos según la International Renewable Energy Agency<sup>[3]</sup>. La mano de obra de la energía renovable a nivel mundial, alrededor de 8,1 millones de puestos de trabajo-directos e indirectos en el año 2015, abarca una amplia gama de ocupaciones y especializaciones en fabricación, construcción, instalación, explotación y mantenimiento. Los datos de ese estudio también sugieren que el sector emplea un mayor porcentaje de mujeres que el resto del sector energético.

En la Figura 8 se muestra, para las diferentes fuentes de energías renovables sin considerar la energía



**Figura 5:** Distribución en Argentina de suma de derivados de petróleo, gas y carbón por sector de consumo-2015. (datos Ref. 2 elaborados por el autor)



**Figura 6:** Evolución del contenido de políticas Energías Renovables a nivel mundial.

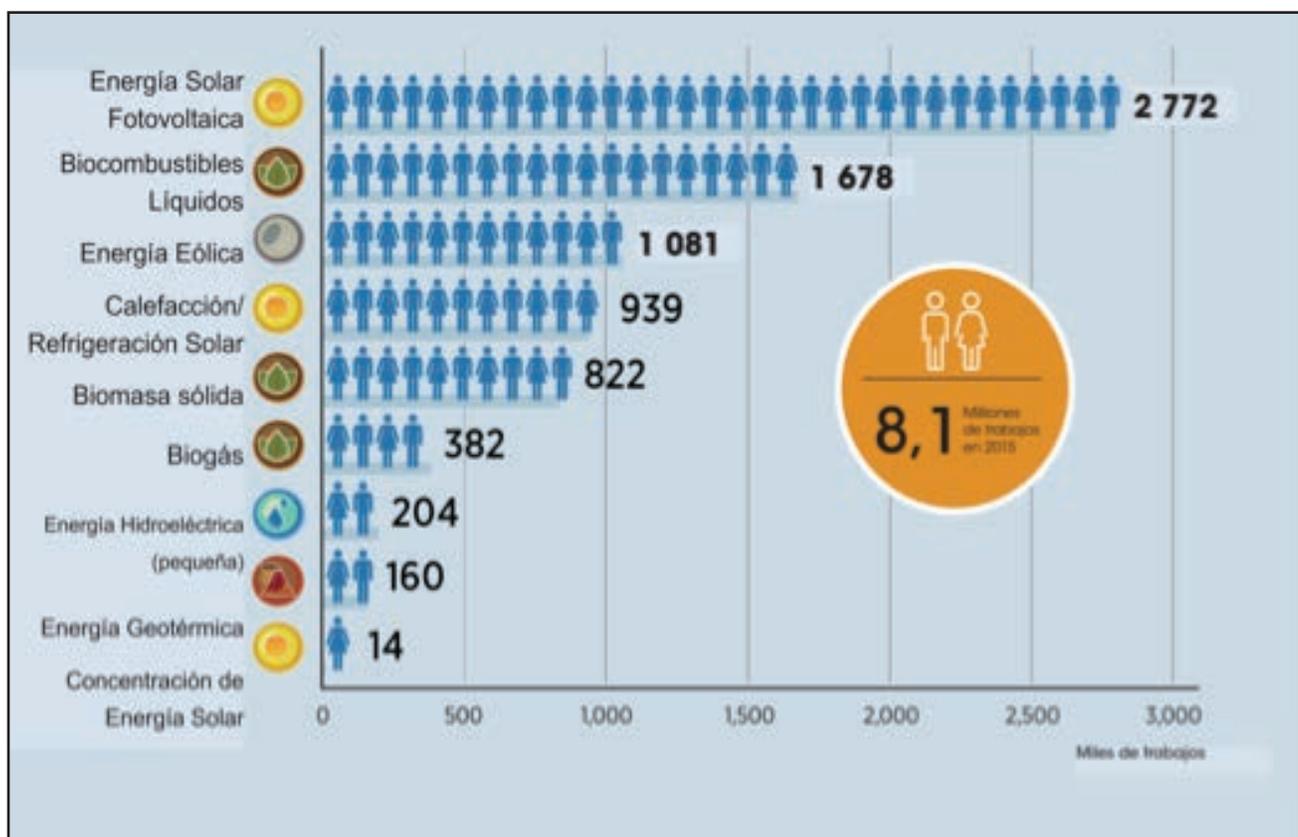


Figura 7: Estimación de generación trabajos directos e indirectos por fuentes (Ref. 3).

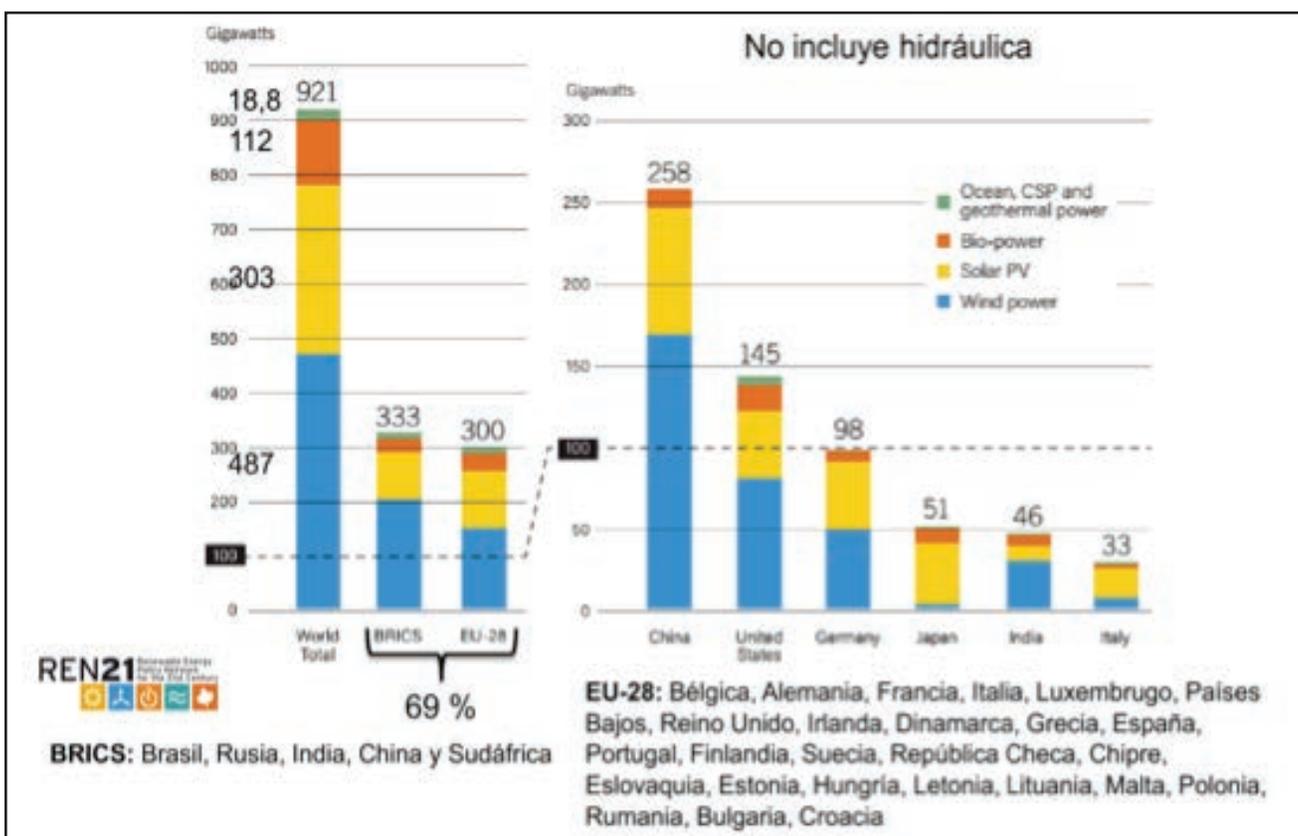


Figura 8: Potencia instalado de energías renovables para generación de electricidad a nivel mundial-2016. (Ref. 2).

hidráulica, las potencias instaladas para la generación de electricidad a nivel mundial para el año 2016. Por otro lado se muestra para dos grandes paquetes de países, BRICS y EU-28 los Gigawatts instalados que sumados son el 69 % del total mundial. A nivel países se presentan los seis principales, destacándose China con casi el doble de instalaciones que el país que le sigue, EE.UU.

### 3.1 ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN POR TIPO DE FUENTE RENOVABLE.

Analizando la evolución en los últimos diez años de la instalación de sistemas eólicos y fotovoltaicos,

se ve en Figura 9 un crecimiento continuo, con un incremento importante por años para el último período (de 11 a 15 % para eólico y de 20 a 25 % para fotovoltaico).

En el caso de la energía eólica se observa un crecimiento del tamaño de las máquinas (ver Figura 10), con proyección hacia valores realmente muy grandes. Los tamaños actuales en las instalaciones en curso son de 2 a 3 MW. Los tamaños mayores son prototipos.

En la Figura 11 se muestra la distribución de la potencia instalada de energía eólica y solar en los 10 principales países en el período

2015 y 2016. En ambos casos China es claramente predominante. En el caso eólico, EE.UU. que le sigue, tiene en el año 2016 casi la mitad de la potencia instalada, mientras que en el caso fotovoltaico los tres países que le siguen, Japón, Alemania y EE.UU., tienen valores similares y alrededor de la mitad de China.

En la Figura 12, a la izquierda, se observa la variación durante el período 2006-2016 de instalaciones de diferentes tipos de concentradores de radiación solar, estando la mayoría operando en España, seguido por EE.UU. En los últimos 3 años hay un menor crecimiento; sin embargo Ref. 2 indica que se

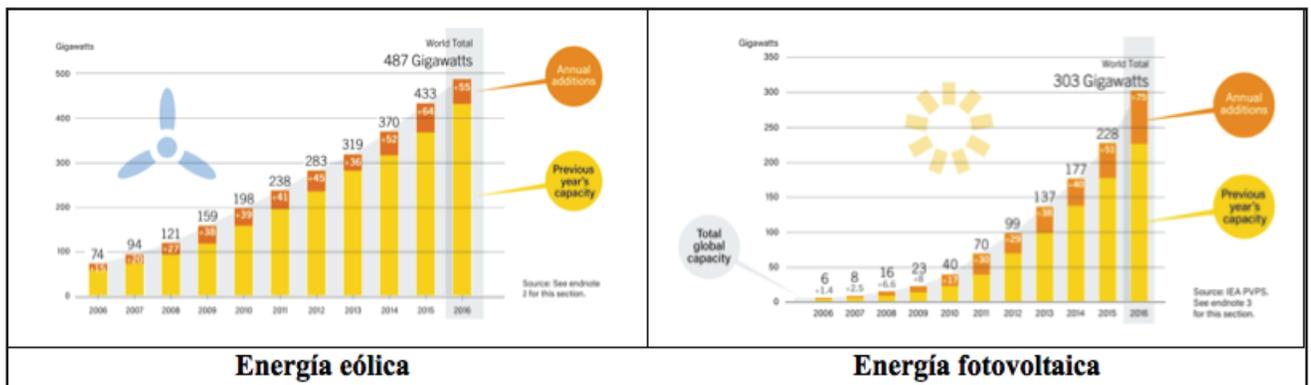


Figura 9: Variación de la capacidad mundial instalada 2006-2016 (Ref. 2).

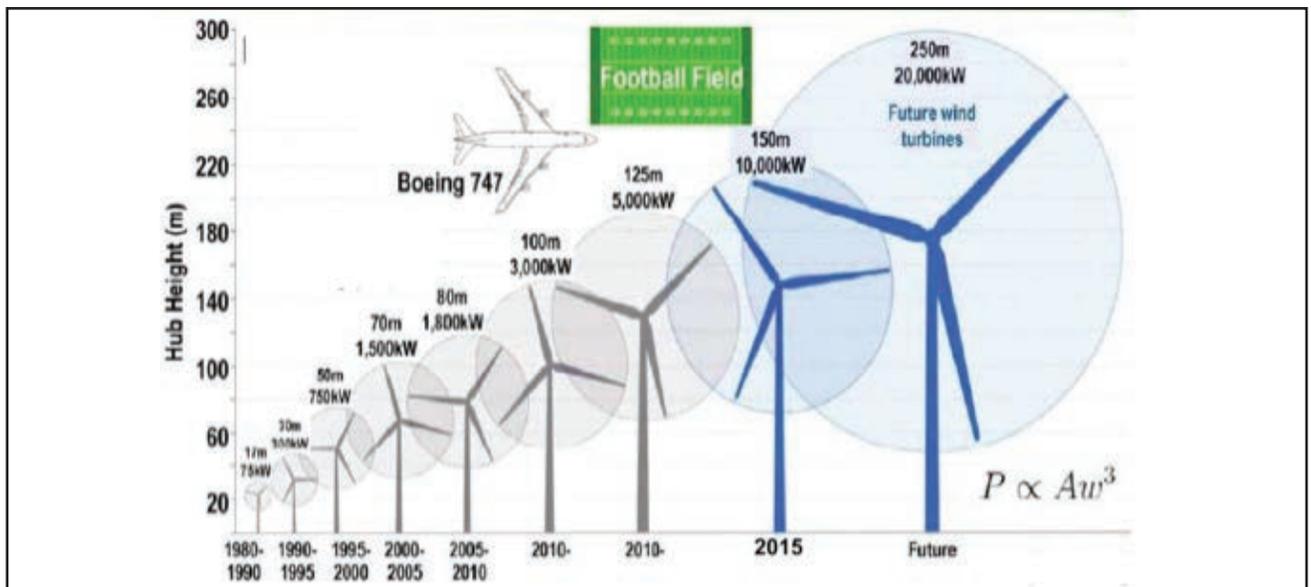


Figura 10: Crecimiento en potencia y diámetro de rotor de los aerogeneradores.

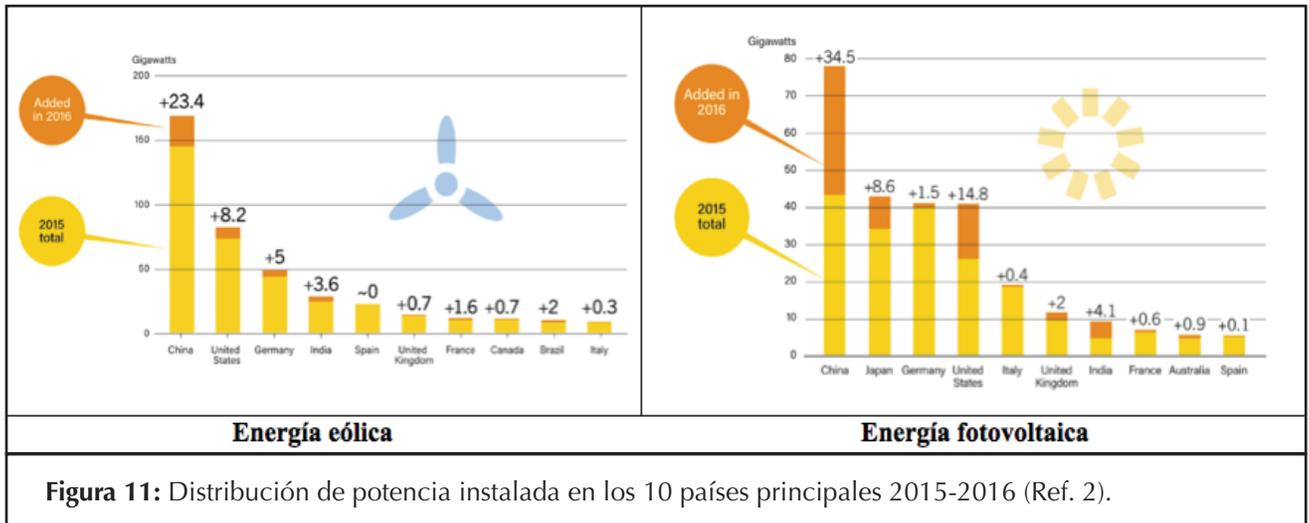
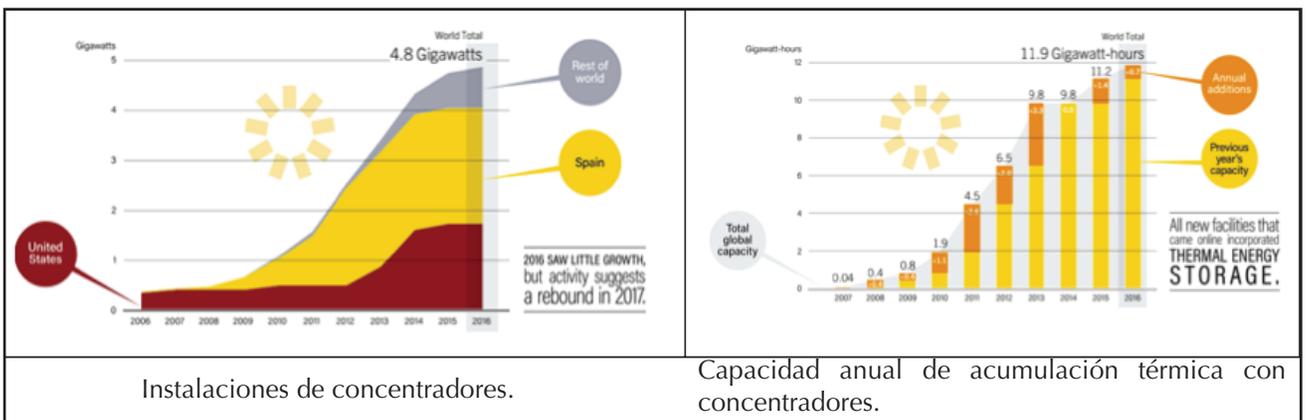


Figura 11: Distribución de potencia instalada en los 10 países principales 2015-2016 (Ref. 2).



Instalaciones de concentradores.

Capacidad anual de acumulación térmica con concentradores.

Figura 12: Sistemas de concentración de radiación solar (Ref.2).

observa un aumento durante el año 2017. A la derecha de la misma figura se muestra el crecimiento de la capacidad de acumulación de energía térmica en sales fundidas, calor generado con concentradores. Esta propiedad es la que sigue impulsando el desarrollo de estos sistemas de conversión, que permitiría poder disponer de generación de energía de origen solar durante las horas sin sol, y combinando los sistemas fotovoltaicos con los concentradores, usando la energía térmica para generar vapor y accionar una turbina convencional, tener un sistema generador de electricidad las 24 horas del día con energía de origen solar. Estos sistemas de acumulación deberán analizarse en costos frente a los sistemas de baterías.

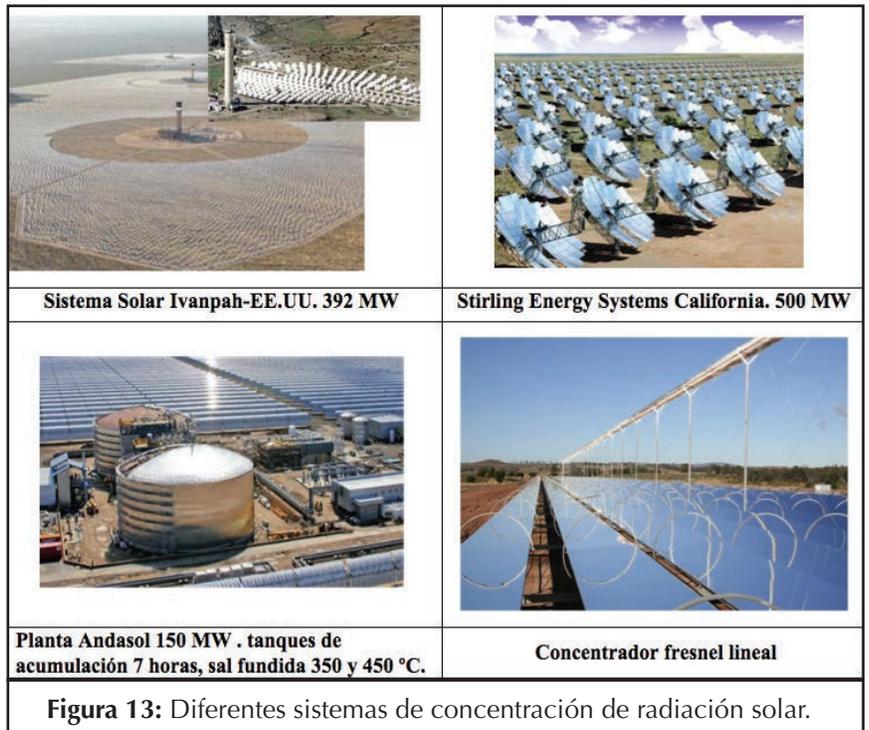


Figura 13: Diferentes sistemas de concentración de radiación solar.

En la Figura 13 se muestran di-

ferentes tipos de concentradores en desarrollos; en la parte superior a la izquierda un sistema de torre central, donde se muestra como ejemplo el campo de espejos, la torre y el haz concentrado y una central de 300 MW, y a la derecha concentradores paraboloïdes de revolución con un generador stirling en el foco; en la parte inferior izquierda concentradores con forma cilíndrico parabólica, con un ejemplo de concentración en sales fundidas con temperaturas de 350 a 450 °C, y a

la derecha se muestra un sistema de concentradores fresnel lineal.

El empleo de energía solar para calentamiento de agua domiciliar ha seguido también crecimiento continuo como se observa en la Figura 14, si bien en los últimos años el mismo es más atenuado. Las mayores instalaciones se encuentran en China con el 71 % del total mundial.

En la figura 15 se observa el crecimiento de la producción mundial

de aceites vegetales hidrotratados, biodiesel y etanol.

### 3.2 COSTO DE kWh

Para la comparación del costo del kWh de la electricidad generado con diferentes sistemas de fuentes de energía se emplea el denominado Levelized Energy Cost (LEC), Levelized Cost of Electricity (LCOE) o Costo Normalizado de la Energía (CNE) que se define a través de la siguiente fórmula donde se da el valor

$$LCOE = \frac{\text{sum of costs over lifetime}}{\text{sum of electrical energy produced over lifetime}} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}$$

- I<sub>t</sub>: Gastos de inversión en el año t
- M<sub>t</sub>: Gastos de operación y mantenimiento en el año t
- F<sub>t</sub>: Combustible consumido en el año t
- E<sub>t</sub>: Electricidad generada en el año t
- n : Tiempo de vida esperado de una central de generación

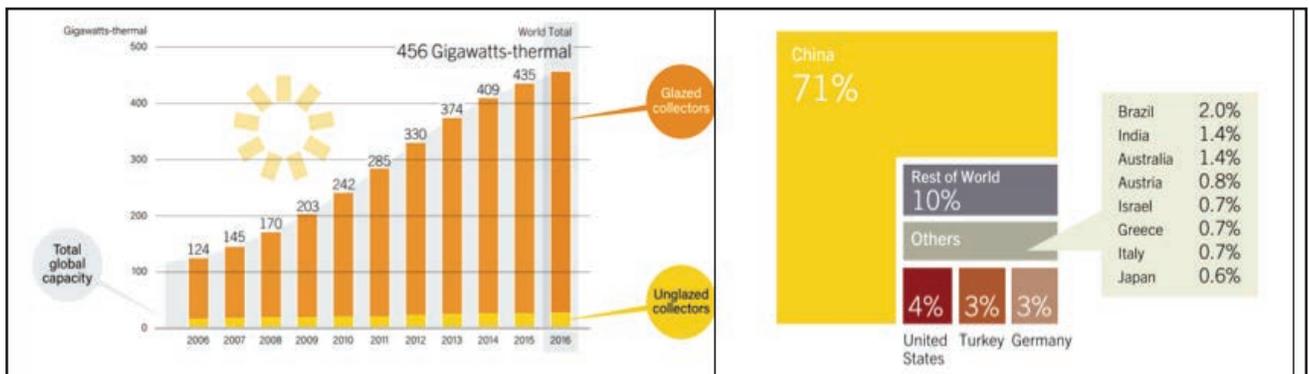


Figura 14: Capacidad total instalaciones de equipos de calentamiento solar de agua sanitaria.

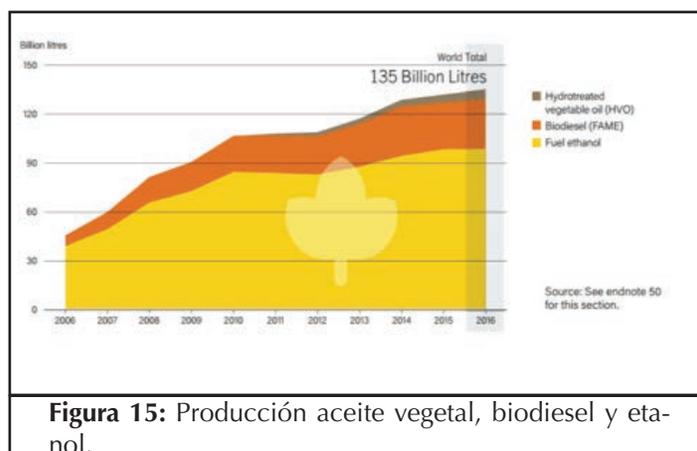
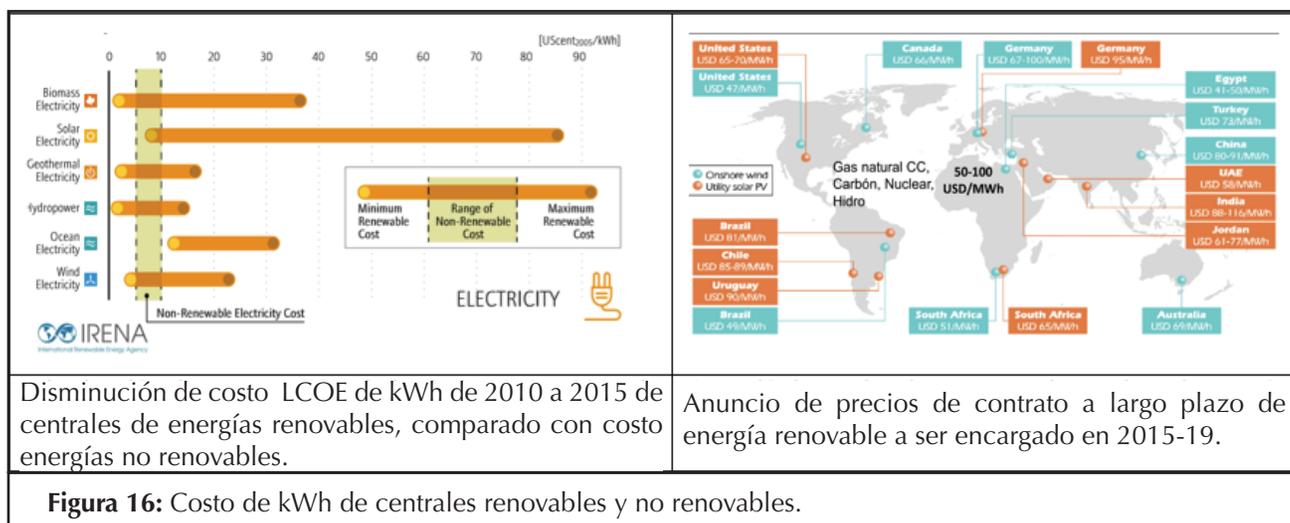


Figura 15: Producción aceite vegetal, biodiesel y etanol.



presente neto del costo unitario de la electricidad sobre la vida útil de un sistema de generación.

En la Figura 16, a la izquierda, se muestra la disminución del costo de LCOE entre 2010 y 2015 de la generación de electricidad con energías renovables frente a los sistemas no renovables<sup>[4]</sup> y en la derecha el anuncio de precios de contratos a largo plazo para generación fotovoltaica y eólica de electricidad para el periodo 2015-2019<sup>[5]</sup> en diferentes mercados del mundo, donde el autor ha agregado para comparación valores para sistemas convencionales. Como puede observarse los costos de generación con energías renovables no convencionales se encuentran en valores totalmente competitivos con los no renovables.

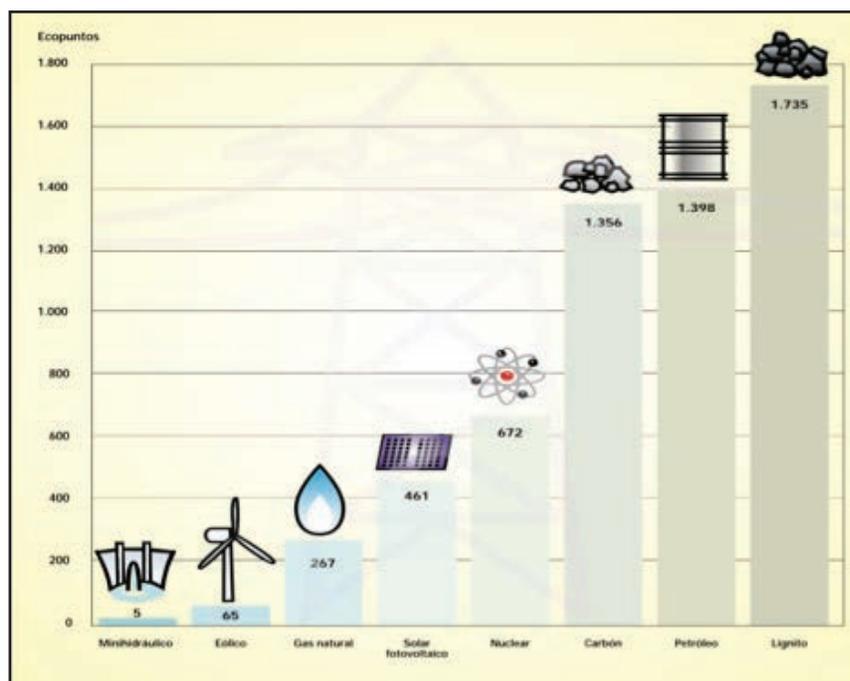
### 3.3 CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Para tener en cuenta la contaminación ambiental de las diferentes fuentes de energía se debe analizar por separado los aspectos ambientales vinculados con la fabricación de los equipos de aprovechamiento y su empleo para la generación. En el denominado Ciclo de Vida se analiza la contaminación en la fabricación de todas las partes del sistema, desde la **extracción de las materias**

**primas** necesarias para su elaboración, traslado, construcción, etc, la operación del mismo para producir energía y finalmente la gestión final de desmonte al final de su vida útil.

Como ejemplo se muestra el estudio realizado por el “Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía” de España, cuyo objetivo fue cuantificar los daños o impactos medioambientales y social provocados por diversas tecnología de generación de electricidad <sup>[6]</sup>, cuyo

resultado se muestra en la Figura 17; en el trabajo, que es del año 2014, se define con detalle el cálculo de los ecopuntos como parámetros de comparación. Para el caso de generación fotovoltaica consideran que el valor todavía alto se debe a la inexistencia de una producción industrial en grandes series, como a la cantidad relativamente elevada de electricidad que exige la elaboración de las celdas fotovoltaicas, cuya generación actualmente procede de un mix con una fuerte compo-



**Figura 17:** Ecopuntos finales de los impactos medioambientales por categorías y sistemas energéticos.

sición térmica y nuclear, y debe ser sumada a esa contaminación. Los expertos prevén que los avances tecnológicos permitirán reducir la cantidad de energía necesaria para la fabricación de células solares y, con ello, los impactos medioambientales de esta tecnología, que además mejorará a medida que la electricidad utilizada sea mayormente de fuentes renovables.

**4. ESTADO ACTUAL DE LA ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN LA ARGENTINA**

La República Argentina dispone

en su territorio de recursos de todas las denominadas energías renovables no convencionales (ver Figura 18), y si bien hay regiones donde se encuentran algunas de ellas con mayor abundancia, es posible encontrarlas también distribuidas a lo ancho y lo largo del país con valores razonablemente altos, permitiendo así su empleo en diversas zonas con características diversas.

La energía solar se encuentra fundamentalmente en el noroeste, siendo la región de la Puna uno de los 6 lugares del mundo de mayor nivel de radiación solar según se

muestra en Figura 19.

Todo el sur del país tiene niveles de energía eólica con velocidades muy superiores a las disponibles en otra regiones del mundo (ver Figura 19) donde se está realizando un aprovechamiento intensivo de este recurso.

En el noreste y centroeste del país se dispone de abundante biomasa que pueden ser empleadas para fines energéticos. Además los residuos agrícolas, ganaderos, forestales, industriales y urbanos, que forman parte del recurso de biomasa, se encuentra distribuido en todo el país.

En el sector andino podemos encontrar energía geotérmica de alta entalpía para la generación de electricidad y de media y baja entalpía en otras zonas del país para usos diversos.

La costa Argentina de 5.117 km de extensión permite definir un escenario potencial para el uso energético tanto en la mareomotriz, como en las corrientes asociadas a ellas y la undimotriz.

Así mismo hay un potencial im-

FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA		ORIGEN
SOLAR	Conversión fototérmica	SOL
	Conversión fotovoltaica	
EÓLICA		
BIOMASA		
HIDRÁULICA		
DEL MAR	Gradiente térmico	
	De las olas	
	Mareomotriz	Atracción gravitatoria
GEOTÉRMICA		La Tierra

Figura 18: Fuente renovables de energía.

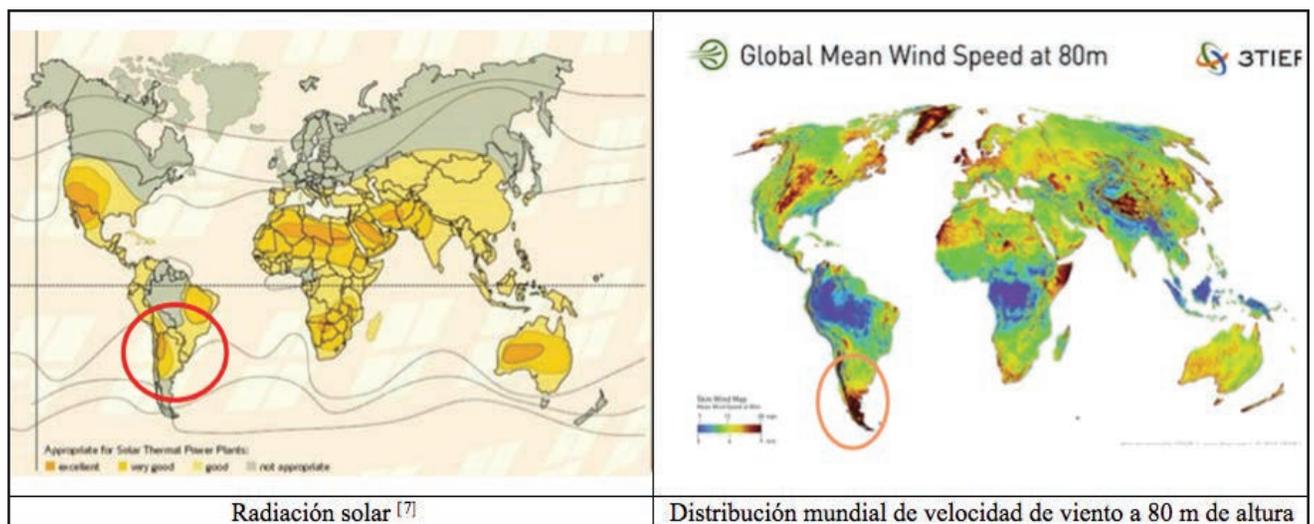
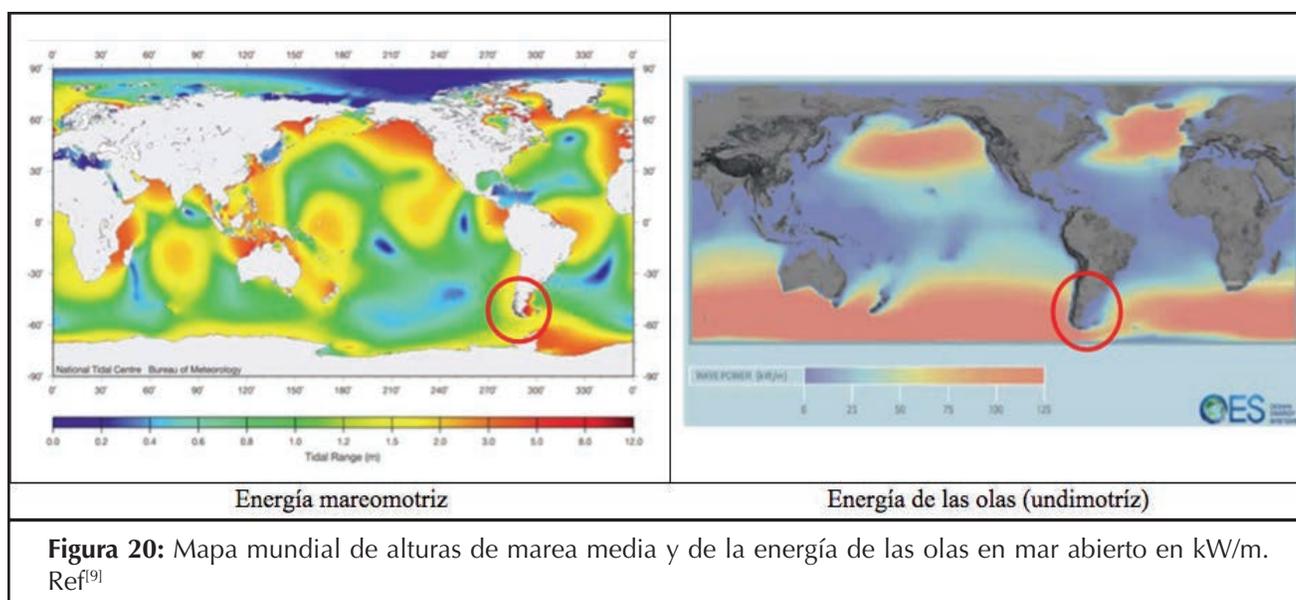


Figura 19: Energía solar y eólica a nivel mundial.



portante de energía hidráulica de baja potencia<sup>[8]</sup> en los numerosos ríos que surcan el país.

Existen numerosos programas de aprovechamiento de las energías renovables en el país de los cuales vamos a describir algunos como ejemplo, partiendo de un resumen de antecedentes históricos.

#### 4.1 ANTECEDENTES HISTÓRICOS

En la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación se desarrolló desde 1978 hasta 1992 el "Programa Nacional de Energía no Convencional" el cual disponía de un Comité coordinador conformado por representantes de los grupos de investigación y desarrollo dedicados al tema, con un Director designado por la Secretaría. Su tarea principal fue la coordinación de tareas entre los incipientes grupos dedicados a las energías renovables a fin de que se cubrieran la mayor cantidad de temas con la menor superposición posible. Disponía de un presupuesto propio para el apoyo a los grupos de I&D, así como para la colaboración en la financiación de Congresos nacionales y la asistencia a reuniones internacionales sobre el tema. Los desarrollos realizados durante todo

ese período, así como la consolidación de los grupos de I&D, tuvieron en este Programa un apoyo fundamental e invaluable.

Desde el año 1979, fecha de creación de la Dirección Nacional de Conservación y Nuevas Fuentes de Energía en el ámbito de la Secretaría de Energía de la Nación, se han ido desarrollando en Argentina, con altibajos, numerosas actividades relacionadas a las energías renovables y el uso racional y eficiente de la energía (UREE).

La primera disposición legal referida a estas acciones fue el Decreto 2247/85<sup>[10]</sup>, con una duración de cinco años durante el período 1985-1989, el cual asignaba recursos económicos específicos para la promoción de las actividades de energías renovables y UREE, siendo la Dirección Nacional de Conservación y Nuevas Fuentes de Energía la responsable de su desarrollo. El "Programa de Uso Racional de la Energía" tenía como subprograma:

- Conservación de Energía;
- Sustitución de Combustibles;
- Evaluación, Desarrollo y Aplica-

ción de Nuevas Fuentes de Energía;

- Régimen de Financiamiento.

Se crearon Centros Regionales por convenios con las provincias y/o universidades locales donde había grupos de I&D con experiencia en cada fuente. Sus funciones eran apoyar a los nuevos grupos que surgían aportando su experiencia acumulada, así como actuar de bancos de pruebas de equipos. Los Centros creados fueron:

- Centro Regional de Energía Solar [CRES] (Provincia de Salta)
- Centro Regional Energía Eólica [CREE] (Provincia de Chubut)
- Centro Regional de Energía Geotérmica [CREG] (Provincia de Neuquén).
- Centro Regional de Microaprovechamientos Hidráulicos [CRMH] (Provincia de Misiones).

Y un Centro de estudio que no llegó a concretarse como Centro Regional

- Centro de estudios de biomasa

(alconafta) [CEB] (Provincia de Tucumán).

Estos Centros funcionaron hasta el cambio de gobierno en el año 1989, salvo el CREE que fue absorbido por la provincia de Chubut y hoy sigue siendo un centro de excelencia en el tema eólico y el CRES, cuyo grupo INENCO es un Centro del CONICET y de la Universidad de Salta, referente en el tema solar térmico en el país.

Asimismo se crearon los Grupos de Estudios Sobre Energía (G.E.S.E.) en convenio con la Universidad Tecnológica Nacional (UTN) para realizar programas de diagnóstico de consumos de energía en pequeñas y medianas empresas.

Como un tema interesante cabe mencionar que el grupo Energía Geotérmica de Neuquén, sobre cuya experiencia se creó el CREG, había identificado de acuerdo a diferentes niveles de estudio, Campos Geotérmicos de alta entalpía en la República Argentina que se resumen a la izquierda de la Figura 21. Estudiaron en particular con: a) Nivel de factibilidad Copahue (Neuquén), b) Nivel Pre factibilidad (2a. Fase) Domuyo (Neuquén), Tuzgle (Salta-Jujuy), Bahía Blanca y Rio Valdez (Tierra del Fuego) y c) Nivel Pre factibilidad (1a. Fase) Valle del Cura (San Juan), El Ramal (Salta), Santa Teresita (Catamarca).

En el yacimiento de Copahue, único reservorio geotérmico estudiado con dos pozos realizados a 1.450 y 1.200 m de profundidad, habiéndose atravesado niveles fisurales que almacenan vapor a temperatura de 230°C, se instaló en 1988, con carácter demostrativo, la Central Eléctrica Geotérmica Copahue que operó hasta 1994, con una potencia nominal de 670 kW (ver Figura 21 derecha), la cual fue en ese momen-

to la única en América del sur.

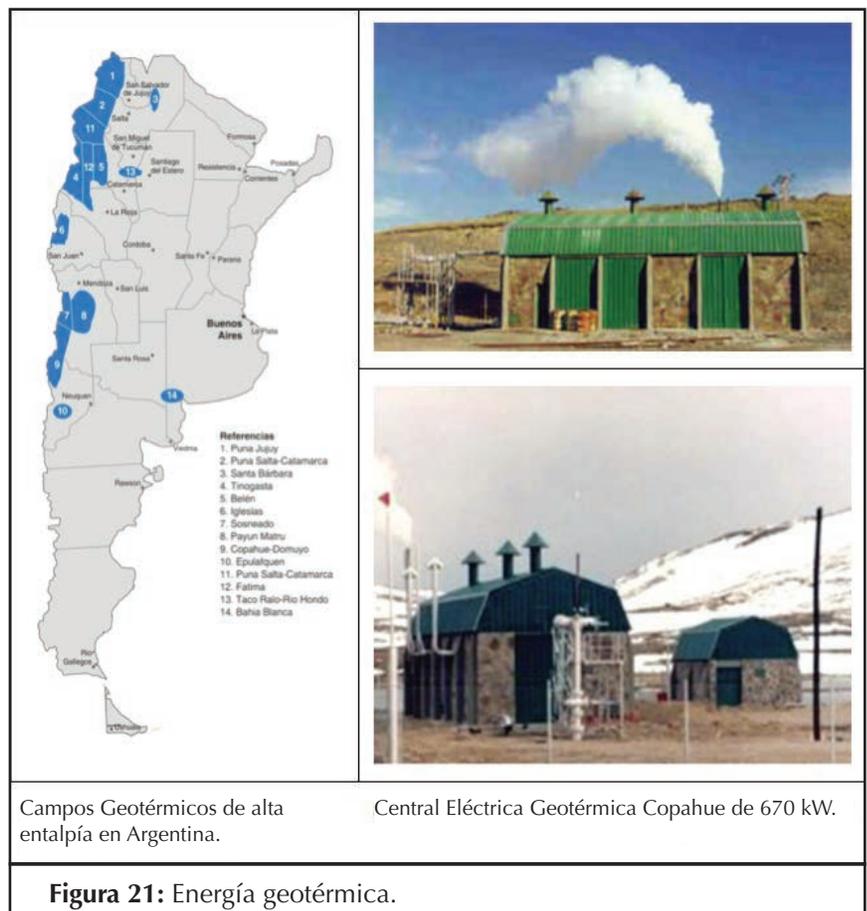
Durante 10 años de 1979 a 1989<sup>[11]</sup> se empleó la caña de azúcar para producir alcohol anhidro, que era mezclado en una proporción de 12% en volumen con la nafta y empleado como único combustible vendido para automotores en 12 provincias del norte argentino. Esto permitió enfrentar los precios internacionales de azúcar desfavorables. Este "Programa nacional de alconafta" se discontinuó en el país por aumento de los precios internacionales del azúcar y decisiones políticas que priorizaron la utilización del gas natural comprimido en el transporte.

En el año 1974, durante la crisis energética antes mencionada, se creó la Asociación Argentina de Energía Solar (ASADES). Fue formada por grupos de investigación y desarrollo iniciados en la temática de energía solar, distribuidos en dife-

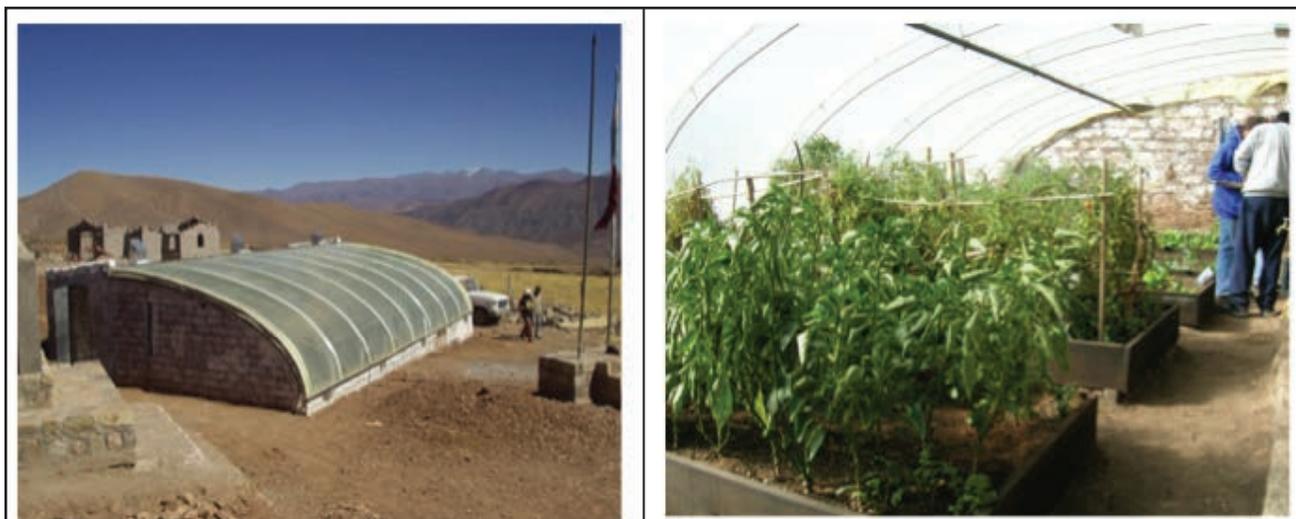
rentes lugares del país, a fin de unir fuerzas y coordinar las tareas que implementaban de adaptación de las distintas tecnologías de aprovechamiento de esta fuente de energía a las condiciones locales. Impusieron como norma realizar Reuniones anuales de Trabajo en diferentes ciudades o provincias donde existiera un conjunto de profesionales dedicados al tema. En el año 1997 amplió su campo de acción, tomando el nombre actual de Asociación Argentina de Energía Renovables y Ambiente. Su Reunión Anual Nº 40 se realizará en San Juan del 25 al 27 de Octubre de 2017.

#### 4.2 SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS DESARROLLADOS EN ARGENTINA

Los diferentes grupos de I&D de la Argentina dedicados al desarrollo de tecnologías de aprovechamiento de la energía solar han realizado aportes importantes, muchos de



**Figura 21:** Energía geotérmica.



**Figura 22:** Invernadero utilizado en alta montaña.

ellos a nivel de pequeñas producciones que se han difundido en diferentes provincias. Así mismo hay pequeñas empresas que producen algunos de estos equipos.

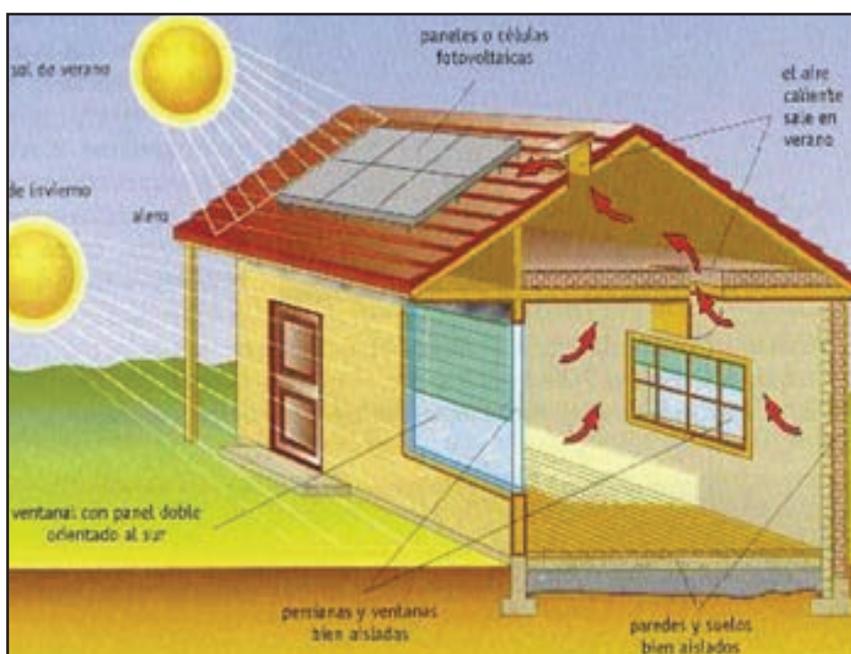
Solamente se mencionarán ejemplos, aclarando que la lista no es exhaustiva, quedando muchos desarrollos sin mencionar.

#### A. Invernaderos.

En las zonas altas de los valles y la Puna el invernadero es usado para la provisión de hortalizas para los habitantes en general y las escuelas en particular durante el invierno ya que las bajas temperaturas reinantes, que llegan a  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  o menos, no permiten el cultivo al aire libre, por lo que se han desarrollado invernaderos de altura (tipo Andino), con paredes de adobe, que le dan mejor resistencia constructiva y mejoran la acumulación de calor y techos de plástico curvado que soporta los vientos fuertes.

#### B. Edificios bioclimáticos.

Para el aprovechamiento bioclimático en los edificios, el sistema más simple **es orientar las aberturas del mismo** para permitir la entrada



**Figura 23:** Ejemplo de aprovechamiento simple.

directa del sol y así calentar las paredes y el piso, como se muestra en la Figura 23 .

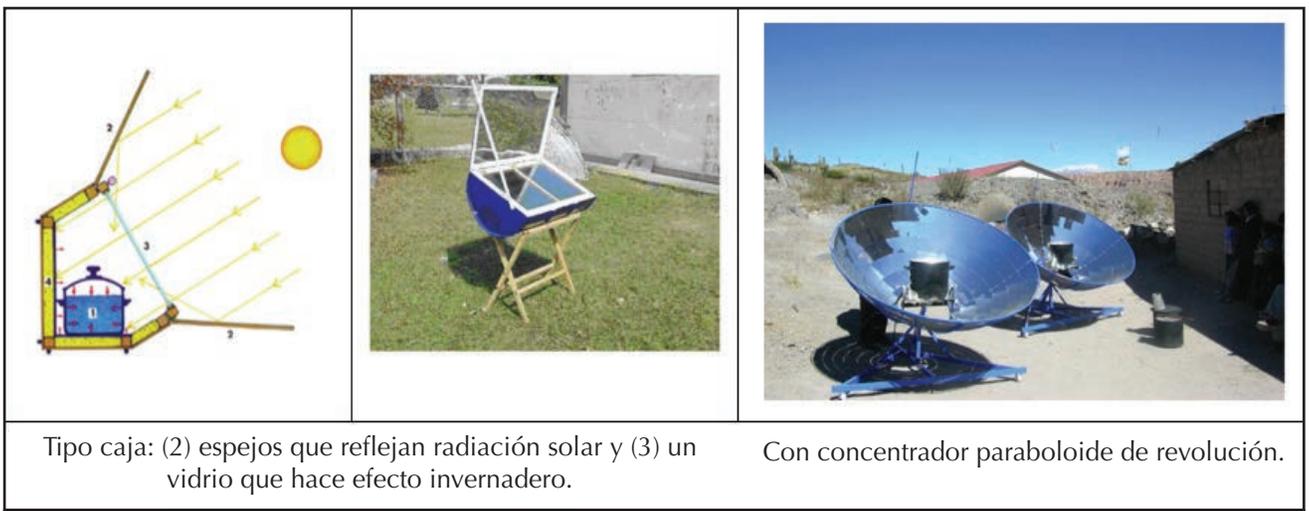
Un mayor aporte se consigue con los denominados Muro Trombe, como se muestra en la Figura 24. Hay numerosas de estas aplicaciones en Catamarca, La Pampa, Mendoza, Salta y Tucumán en un total de 28 edificios privados y públicos en zonas inhóspitas.

#### C. Cocinas solares.

Las cocinas solares son equipos que permiten cocinar alimentos usando el sol como fuente de energía. Actualmente se fomenta su uso en aquellas zonas de alta insolación con el fin de proteger el medio ambiente, mejorar el nivel de vida de los usuarios e ir sustituyendo a los combustibles convencionales cuyo costo aumenta y su disponibilidad decrece. Hay principalmente dos



**Figura 24:** Puesto Sanitario en Abdón Castro Tolay (Barrancas), Provincia de Jujuy. 3.500 msnm latitud: 23° Sur. El edificio incluye la vivienda para el agente sanitario y su familia y tiene un área cubierta de 120 m<sup>2</sup>.



Tipo caja: (2) espejos que reflejan radiación solar y (3) un vidrio que hace efecto invernadero.

Con concentrador paraboloide de revolución.

**Figura 25:** Cocinas solares.

tipos de tecnología, tipo caja (típicamente para uso familiar) y con concentración (típicamente para uso comunitario), como pueden verse en la Figura 25.

Estos tipos de cocinas fueron diseñadas y construidas por numerosos grupos y están en uso, principalmente las basadas en concentradores, en escuelas, entre otras, en provincias de Jujuy, Salta, Catamarca, Córdoba, Santa Fe.

**D. Calefones Solares para Agua Caliente.**

El agua caliente es un insumo

muy importante en viviendas, escuelas y edificios de servicio público teniendo en cuenta diversos usos como la higiene personal, la limpieza, el lavado, calefacción y otras necesidades básicas que impactan sobre la calidad de vida. Por ello el calentamiento de agua mediante energía solar, más allá de ser una alternativa ecológica, se ha convertido en una tecnología económicamente atractiva y competitiva en muchos países. Numerosos grupos de I&D y empresas argentinas han desarrollado estos equipos, desde modelos muy rudimentarios hasta aparatos sofisticados con tubo de vacío y heat pipe, como se pueden ver en

la Figura 26.

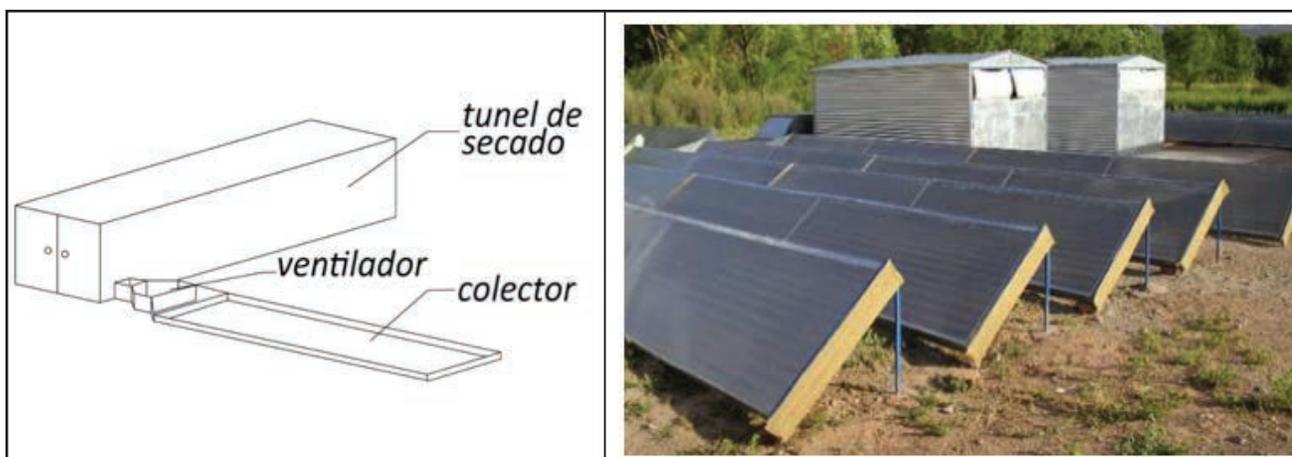
El Instituto Nacional de Tecnología Industrial – INTI, dispone de una Plataforma de Energía Solar Térmica para la evaluación de colectores solares para agua caliente sanitaria que se comercializan en el país para certificarlos.

**E. Secado solar de productos agropecuarios.**

Los secadores solares son dispositivos que permiten la evaporación y extracción del agua contenida en diferentes productos para su preservación por periodos prolongados.



**Figura 26:** Calefones Solares para Agua Caliente.



**Figura 27:** Secaderos solares.

Las dos partes más importantes son el sistema de calentamiento solar del aire y la cámara de secado, como puede verse en Figura 27

Hay producción artesanal de estos equipos que se comercializan en zonas de Chaco, Salta, San Luis, para secado de diversos productos

**F. Destiladores de agua.**

Los destiladores solares tipo invernadero permiten obtener agua pura a partir de aguas salinizadas. Consisten en una bandeja oscura donde se coloca el agua salada, con un techo de vidrio a dos aguas con poca pendiente. La radiación solar

se absorbe en dicha bandeja, calienta el agua y produce su evaporación quedando las sales concentradas en el fondo. El agua evaporada se condensa en la cubierta de vidrio por donde escurre y se recoge en canaletas que la llevan al exterior donde se colecta, como puede verse Figura 28. Existen diversos modelos

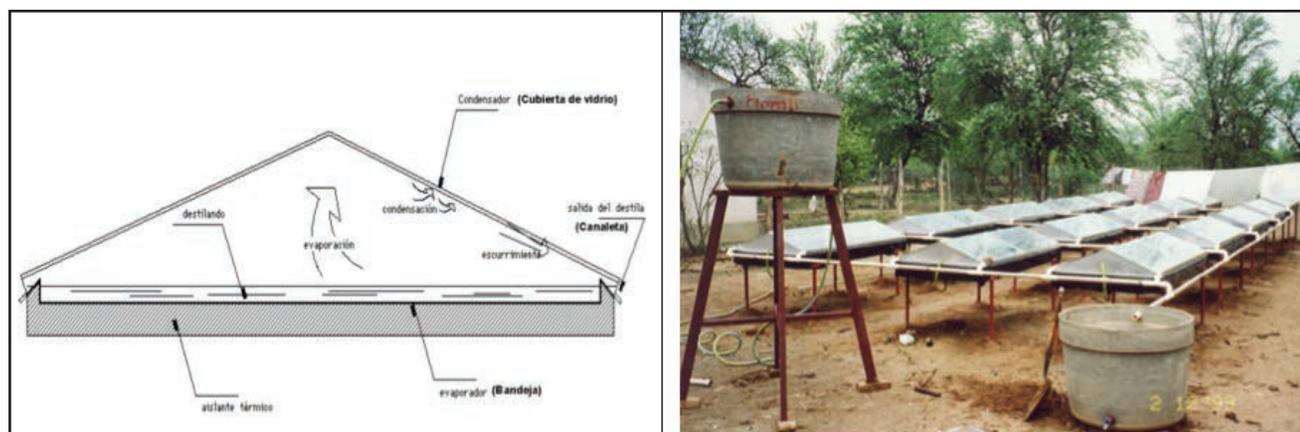


Figura 28: Destilador de agua.



Figura 29: Ejemplos de instalaciones fotovoltaicas en zonas cubiertas por PERMER.

y se emplean sobre todo en lugares donde el agua tiene alto contenido de arsénico.

#### 4.3 PROYECTO ENERGÍAS RENOVABLES EN MERCADOS RURALES. PERMER

Es un proyecto de alto contenido social, cuyo objetivo es atender al mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades rurales disper-

sas, contribuyendo al alivio de la pobreza en las mismas. Se desarrolló durante la década del 90 en la Secretaría de Energía, inaugurándose oficialmente en 1999 al concretarse un préstamo del Banco Mundial.

Tuvo como objetivo primario el abastecimiento de electricidad a hogares rurales, que se encuentran fuera del alcance de los centros de distribución de energía. Posterior-

mente se agregó el abastecimiento térmico en agua caliente, calefacción y cocción, fundamentalmente a las escuelas.

En la Figura 29 se muestran algunas instalaciones de sistemas fotovoltaicos tanto en casa particulares como en escuelas.

Se resumen los aportes recibidos en los denominados PERMER I y II.

➤ **PERMER I:** Préstamo del Banco Mundial de 30 MUSD

Una donación de 10 MUS\$ del Fondo Mundial del Medio Ambiente (GEF).

El proyecto está en operación desde Octubre de 1999 y finalizó en el año 2009.

➤ El BIRF otorgó una ampliación del préstamo por 50 MUSD permitiendo extender el PERMER I hasta el año 2011.

➤ **PERMER II:** En 2015 el Banco Mundial otorgó 200 MUSD para una segunda etapa del PERMER.

Cuenta además con Fondos Eléctricos u otros fondos Provinciales y

aportes de los concesionarios provinciales y de beneficiarios,

El desarrollo del PERMER I hasta el 2017 ha cubierto las siguientes aplicaciones

**Servicio eléctrico:**

**Con fotovoltaico**

- 25.071 viviendas
- 1.894 escuelas
- 361 otros servicios públicos
- 21 proyectos de miniredes

❖ Buenos Aires, Catamarca, Corrientes, Córdoba, Chaco, Entre Ríos, Jujuy, La Pampa, La Rioja, Mendoza, Misiones, Neuquén, Salta, San Juan, Santa Cruz, Sgo. del Estero, Río Negro, Tucumán

**Con eólico**

- 1.615 viviendas

❖ Chubut

**Servicio Térmico**

- 257 sistemas termosolares en escuelas y servicios públicos que se utilizan para la cocción de alimentos y para agua caliente sanitaria.

En la Tabla 2 se resumen el estado actual de la marcha del PERMER

**Tabla 2: Programa PERMER II.**

Provincia	Número de equipos	Wp
Catamarca	937 <sup>&amp;</sup>	121.810
Corrientes	700 <sup>*</sup>	140.000
Chaco	714 <sup>&amp;</sup>	92.820
Entre Ríos	480 <sup>&amp;</sup>	62.400
La Pampa	256 <sup>&amp;</sup>	33.280
Neuquén	681 <sup>*</sup>	136.200
Río Negro	1.769 <sup>*</sup>	353.800
Salta	2253 <sup>*</sup>	532.240
	628 <sup>&amp;</sup>	
San Juan	106 <sup>#</sup>	30.900
Santa Cruz	660 <sup>*</sup>	132.000
Tucumán	698 <sup>*</sup>	139.600
<b>TOTAL</b>	<b>9.882</b>	<b>1.775.050</b>

\* 200 Wp c/equipo  
 & 130 Wp c/equipo  
 # 300 Wp c/equipo

**Tabla 3: Programa GENREN. Resumen centrales licitadas, proyectos adjudicados y construidos (Ref <sup>[13]</sup>).**

Fuente	Licitada MW	Presentada MW	Proyectos Adjudicados	Potencia Adjudicada	Rango USD/MWh	Precio Adjudicado	Proyectos Construidos	Potencia Instalada MW
Eólica	500	1182	17	754	121-134	126,9	3	131
Térm Biocombustibles	150	155	4	110,4	258-297	287,6	-	-
RSU	120	-	-	-	-	-	-	-
Biomasa	100	53	-	-	-	-	-	-
PAH	60	10	5	10,6	150-180	162,4	1	1
Geotérmica	30	-	-	-	-	-	-	-
Solar térmica	25	-	-	-	-	-	-	-
Biogás	20	-	-	-	-	-	-	-
Solar Fotovoltaica	20	22	6	20	547-598	571,6	3	7
Total	1025	1422	32	895	-	7	139	-

PAH: Pequeños Aprovechamientos Hidroeléctricos. RSU=Residuos Sólidos Urbanos.

ll en diferentes provincias.

#### 4.4 PROGRAMA GENREN.

En el año 2009 se realizó una Licitación Pública Nacional e Internacional (programa GENREN) para la generación de electricidad en centrales de potencia conectadas a la red. El programa fue anunciado por la Secretaria de Energía de la Nación e implementado a través de ENARSA<sup>[12]</sup>. En la Tabla 3 se resumen las centrales licitadas por tipo de fuente, los proyectos adjudicados y los sistemas instalados. Del total de 895 MW adjudicados se concretaron 139 MW, debido fundamentalmente a problemas de financiación de las instalaciones.

#### 4.5 PLAN DE ENERGÍA RENOVABLES ARGENTINA 2016-2025. RENOVAR.

En 2016 el Ministerio de Energía y Minería realizó una convocatoria abierta nacional e internacional para la provisión de energía eléctrica a partir de fuentes renovables en el mercado eléctrico mayorista (MEM). En la Tabla 4 se resumen los proyectos adjudicados en las rondas 1 y 1,5 realizadas durante el año 2016.

Se han adjudicado 59 proyectos con una potencia total de 2.423.5MW, con costos promedio de 61,33 UDS por MWh para la primera Ronda y 53,98 USD por MWh para la segunda.

En el año 2017 se realizó un nuevo llamado por un total de 1.200 MW, que todavía está abierto para presentación de postulantes. La característica del mismo es que se ha regionalizado para los sistemas basados en energía solar (NOA y Cuyo) y eólica (Comahue, Patagonia y Buenos Aires).

Tabla 4: Ronda 1 y 1,5 Plan RenovAR.

Fuente	MW
<b>Ronda 1 - 29 proyectos</b>	<b>61,33 UDS/MWh</b>
Eólico	707,5
Solar	400
Biomasa	14,5
Hidro	11,4
Biogas	8,6
<i>SubTOTAL</i>	<i>1.142</i>
<b>Ronda 1,5 - 30 proyectos</b>	<b>53,98 UDS/MWh</b>
Eólico	765,4
Solar	516,2
<i>SubTOTAL</i>	<i>1.281,5</i>
<b>TOTAL 59 proyectos</b>	<b>2.423,5</b>

Tabla 5: Programa RenovAr-2017. Nuevo llamado por 1.200 MW.

Tecnología	Eólica	Solar Fotovoltaica	Biomasa	Biogás	Biogás de Relleno Sanitario	PAH
Potencia Requerida por Tecnología	550 MW	450 MW	100 MW	35 MW	15 MW	50 MW
Potencia Requerida por Región	Comahue 200 MW Patagonia 200 MW Buenos Aires 200 MW Resto Eólica 100 MW La sumatoria de Comahue, Patagonia y Buenos Aires no podrá superar los 450 MW	NOA 200 MW Cuyo 200 MW Resto 100 MW Solar La sumatoria de NOA y Cuyo no podrá superar los 350 MW	N/A		N/A	N/A

#### 4.6 SISTEMAS FOTOVOLTAICOS INSTALADOS A 2017.

En la Tabla 6 se resumen todas las instalaciones fotovoltaicas instaladas actualmente. Se considera en forma grupal las instalaciones PERMER, las rurales fuera de este pro-

grama y las pequeñas instalaciones en industria; en los sistemas conectados a la red se incluyen los sistemas aislados (<5 MW)<sup>[14]</sup>.

La Argentina tiene la mayor parte de su consumo eléctrico concentrado en los centros urbanos (el Área

Metropolitana Buenos Aires, por ejemplo, consumió en 2014 el 38% de la demanda eléctrica del país), junto con una gran extensión territorial. Dadas estas características, la utilización masiva de generación con fuentes renovables distribuidas en áreas urbanas y periurbanas contribuiría al uso eficiente de la energía al reducir las pérdidas por transporte. La idea es la posibilidad de que usuarios domiciliarios, ya sean residenciales, industriales o comerciales, tengan generadores en base a estas fuentes e inyecten energía limpia a la red. A través del concepto de redes inteligentes se puede así optimizar el funcionamiento del sistema eléctrico y el usuario final administrar y gestionar su consumo en forma racional.

En la Figura 30 se muestra como ejemplo algunas de las centrales fotovoltaicas conectadas a la red y en la Figura 31 algunos de los sistemas aislados instalados actualmente en operación.

Actualmente sólo se fabrican en Argentina paneles fotovoltaicos a partir de celdas importadas. Se conocen tres empresas que venden como producción propia paneles para usos energéticos.

- **SOLARTEC S.A.**
- **LV Energy.** San Luis
- **Ledlar Sapem,** La Rioja

Además el Laboratorio de Integración de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) produce paneles especiales para alimentar los satélites argentinos en base a celdas importadas de tres capas de

Fosforo de Galio e Indio, Arseniuro de Galio y Germanio; la misión satelital argentina Aquarius/SAC-D (2011-2015) llevó los paneles solares producidos por CNEA y la próxima misión SAOCOM tiene los paneles ya listos. Asimismo fabrica celdas de Si para uso como Solarímetros.

**Tabla 6: Sistemas fotovoltaicos totales instalados a 2017.**

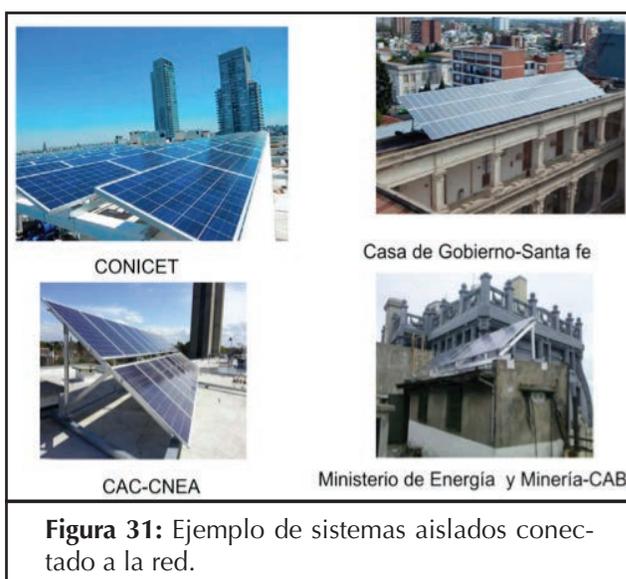
Instalaciones	Provincia	Potencia (MW)	Año
<b>Sistemas aislados</b>			
PERMER	Diversas	23,9	Desde 1999
Rural (sin PERMER)	Diversas		
Industrial	Diversas		
<b>Sistemas conectada a la red</b>			
Pequeñas (<0,5 MW)	Diversas	6	
San Juan I	San Juan (Ullum)	1,3	2011 (&)
Cañada Honda I	San Juan	2,2	2012 (*) (&)
Cañada Honda II	San Juan	3,4	2012 (*) (&)
La Chimbera I	San Juan	2,3	2013 (*) (&)
Terraza de Portezuelo	San Luis	1	2014
San Lorenzo	Santa Fe	1	
<b>SubTOTAL centrales</b>		<b>17,2</b>	
<b>TOTAL</b>		<b>41,1</b>	

(\*) Centrales adjudicadas en GENREN.  
 (&) Comercializa energía con CAMMESA.

Tabla elaborada por el autor.



**Figura 30:** Ejemplo de centrales fotovoltaicas.



**Figura 31:** Ejemplo de sistemas aislados conectado a la red.

La provincia de San Juan tiene en marcha una planta de integración vertical de fabricación de paneles fotovoltaicos partiendo desde silicio obtenido del cuarzo de la provincia; están programadas cuatro líneas de producción capaces de elaborar un total de 235 mil paneles solares por año de 300 W cada uno.

#### 4.7 SISTEMAS EÓLICOS INSTALADOS A 2017.

Durante la década del 90 se instalaron aerogeneradores de potencia principalmente por parte de Cooperativas como puntas de línea para elevar tensión e impulsado por la Ley 25.019/1998<sup>[15]</sup> (Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar) que remuneraba 0,015 \$/kWh por electricidad generada por sistemas eólicos, que en ese momento equivalía a pago en dólares. Al salirse de la convertibilidad en el año 2001 no se continuaron las instalaciones salvo algunos casos aislados. Del Programa GENREN, antes mencionado, se concretaron solo 3 centrales y algunas provincias instalaron centrales como parte de su programa de impulso de energías renovables. En la Tabla 7 se resumen las instalaciones eólicas realizadas, que en total presentan una potencia de 278 MW.

En la Figura 32 se muestran algunas de las centrales eólicas en operación.

#### 4.8 BIOENERGÍA.

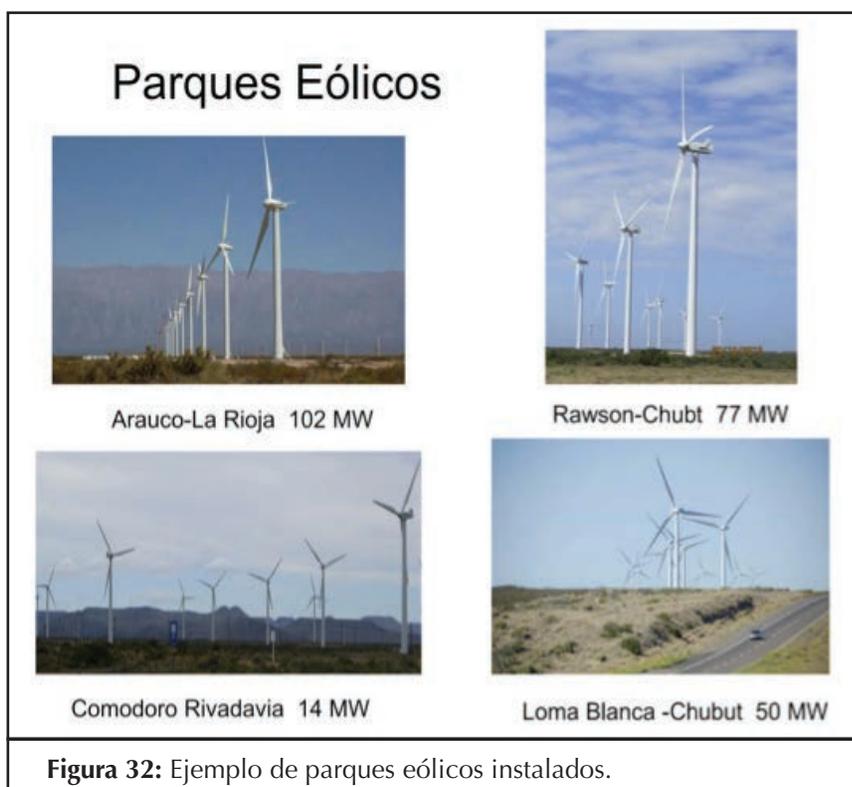
La ley 26.093 /2006 "Régimen de regulación y promoción para la producción y uso sustentables de biocombustibles" estableció la mezcla de Gasoil o diesel oil con "biodiesel" (por Resolución Nº 1125/2013 la mezcla actual es del 10 % [B10]) y mezcla de Nafta con "bioetanol" (por Decreto 543/16, la mezcla es del 12% [E12]).

**Tabla 7: Centrales eólicas instalados conectadas a la red.**

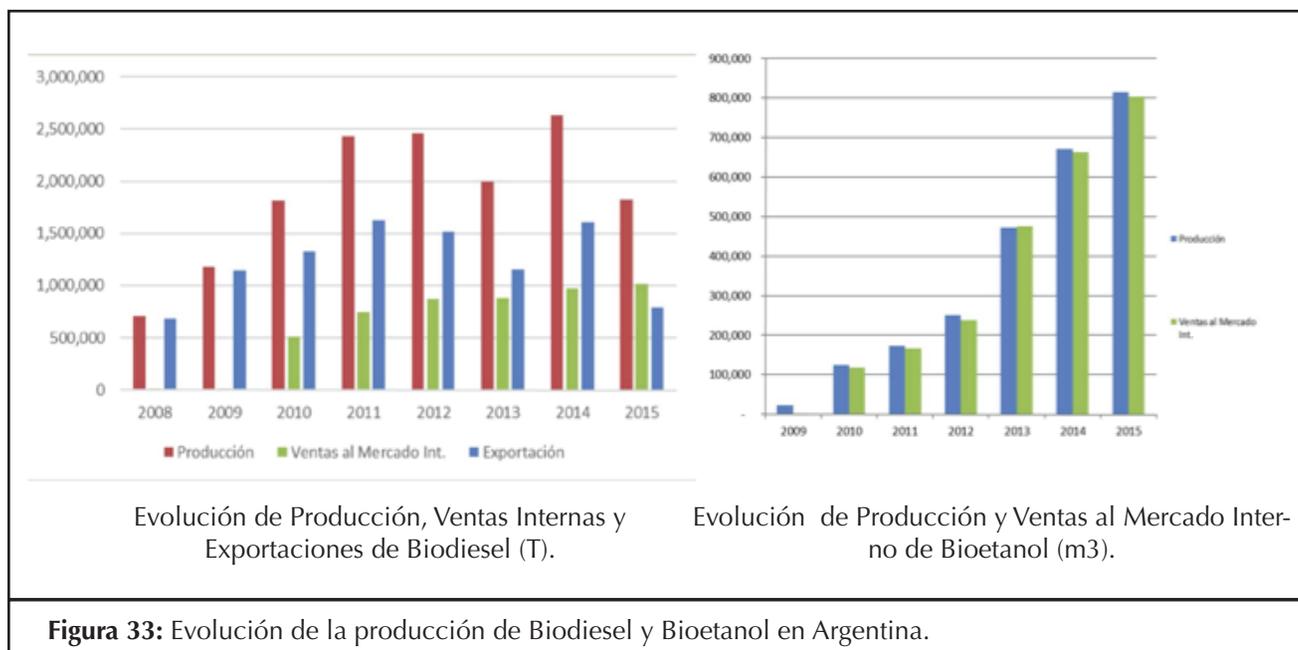
Provincia	Localidad	Puesta en servicio	Potencia total (MW)	Nº maquinas MW
Chubut	Comodoro Rivadavia	1994	0,50	2 x 0,25
	Rada Tilly	1996	0,40	1 x 0,4
	Comodoro Rivadavia	1997	6,00	8 x 0,75
	Comodoro Rivadavia	2001	10,60	16 x 0,66
	Comodoro Rivadavia	2011	3,00	2 x 1,5
	Diadema	2011	6,30	7 x 0,9
	Rawson I y II (#)	2011-2012	77,40	43 x 1,8
	Loma Blanca (#)	2013	51,00	17 x 3
Buenos Aires	Pehuen Co	1995	0,40	1 x 0,4
	Tandil	1995	0,80	2 x 0,4
	Mayor Buratovich	1997	1,20	2 x 0,6
	Darregueira	1997	0,75	1 x 0,75
	Punta Alta (bajo hondo)	1998	1,80	3 x 0,6
	Claromecó	1998	0,75	1 x 0,75
Santa cruz	Pico Truncado	2001	1,20	2 x 0,6
	Pico Truncado	2005	1,20	2 x 0,6
Neuquén	Cutral Co	1994	0,40	1 x 0,4
La Pampa	Gral. Acha	2002	1,80	2 x 0,9
San Juan	Mina Veladero	2008	2,00	1 X 2
La Rioja	Parque Arauco	2012-2017	102,40	24 x 2,1, 26 x 2
S del Estero	El Jume	2015	8,00	4 x 2
<b>TOTAL</b>			<b>277,86</b>	

(#) GENREN.

Tabla elaborada por el autor.



**Figura 32:** Ejemplo de parques eólicos instalados.



**Figura 33:** Evolución de la producción de Biodiesel y Bioetanol en Argentina.

**Tabla 8: Proyectos bioenergéticos identificados.**

Provincia	Cartera		Construcción		Operativo		Total	
	Nro.	MW	Nro.	MW	Nro.	MW	Nro.	MW
Misiones	8	85	2	5	10	112	20	202
Tucumán	4	93	2	70	4	11	10	174
Buenos Aires	13	48	0	0	11	91	24	138
Santa Fe	8	51	3	1	12	64	23	116
Corrientes	4	74	1	0	5	17	10	91
Entre Ríos	10	52	0	0	4	7	14	60
Córdoba	13	35	4	13	5	11	22	59
Jujuy	1	5	0	0	3	52	4	57
Chaco	3	47	0	0	2	5	5	52
Salta	0	0	0	0	1	40	1	40
Mendoza	2	35	0	0	0	0	2	35
San Luis	1	1	1	2	2	25	4	27
Neuquén	1	3	0	0	0	0	1	3
Formosa	1	2	0	0	1	0	2	2
La Pampa	3	1	0	0	3	1	6	2
Chubut	1	2	0	0	0	0	1	2
Catamarca	1	2	0	0	1	0	2	2
San Juan	0	0	1	1	1	1	2	1
Tierra del Fuego	2	1	0	0	0	0	2	1
Santiago del Estero	0	0	0	0	1	0	1	0
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>537</b>	<b>14</b>	<b>91</b>	<b>66</b>	<b>436</b>	<b>156</b>	<b>1064</b>

La producción nacional de ambos biocombustibles hasta el año 2015 se muestra en la Figura 33 producida por la Asociación Argentina de Biocombustible e Hidrógeno.

En 2016 y 2017 (estimado) hubo un crecimiento de la producción de Biodiesel y la de Bioetanol siguió aumentando.

En el año 2012 fue creado PRO-BIOMASA S.A., Proyecto para la promoción de la energía derivada de biomasa, que no incluye los biocombustibles, conformado por

- Ministerio de Energía y Minería
- Ministerio de Agroindustria
- Con la asistencia técnica y administrativa de la Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Actualmente tienen en marcha un estudio de "Análisis del balance de energía derivada de biomasa en Argentina", a través de WISDOM (siglas en inglés de Mapeo de Oferta y Demanda Integrada de Den-

drocombustibles - Woodfuels Integrated Supply/Demand Overview Mapping) desarrollada por FAO, con datos de campo relevados por las provincias.

Están realizando un Banco de Proyectos que tiene como objetivo dar a conocer la gran diversidad de proyectos bioenergéticos existentes en todo el país, y de esta forma, evidenciar el uso de la biomasa con fines energéticos y el gran potencial de esta fuente de energía. En la Tabla 8 se presentan de Ref<sup>[17]</sup>, por provincias, los proyectos identificados: 76 en cartera, 14 en construcción y 66 en operación.

#### 4.9 ASPECTOS LEGALES

A nivel nacional sólo se tienen tres leyes resumidas en la Tabla 9.

La Ley 27.191 cubre la generación de electricidad con fuentes renovables en sistemas conectados a redes y determina que para el corriente año se debería generar el 8% del total del país y para el año 2025 el 20 %. Evidentemente no se cumple actualmente con lo determinado por la ley; por ejemplo consi-

derando la generación del año 2015 que fue de 136.870 GWh<sup>[17]</sup>, el 8 % corresponde a 10.949,6 GWh y se generó en ese año 608 GWh con aporte solar más eólico<sup>[16]</sup> (que correspondió a 195 MW instalados). De concretarse todas las instalaciones adjudicadas en RenovAr (ver Tabla 4) y del nuevo llamado (ver Tabla 5) tendríamos instalados un total de 3.553,5 MW, y la electricidad generada a lo largo del año se aproximará a lo que fija la Ley.

En particular la ley 27.191 establece para los grandes usuarios del Mercado Eléctrico Mayorista y los Grandes demandantes, que sean clientes de los prestadores del Servicio Público de Distribución o de los Agentes distribuidores, con valores de potencia iguales o mayores a trescientos kilovatios (300 kW), deberán cumplir efectiva e individualmente con los objetivos porcentuales antes mencionados. Dichos usuarios representan aproximadamente el 30 % del total de la demanda.

La Ley 26.093 ya fue comentada anteriormente.

La ley 26.123 para el desarrollo

Tabla 9: Leyes nacionales vigentes.

<b><i>Electricidad</i></b> <b><i>Ley 27.191/2015</i></b> <b><i>Decreto 531/2016</i></b>	Fomento para el Uso de FRE destinada a la generación Eléctrica en centrales para el Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) o servicios públicos.
<b><i>Biomasa</i></b> <b><i>Ley 26.093 /2006</i></b> <b><i>Decreto 109/2007</i></b>	Régimen de Regulación y Promoción para la Producción y Uso Sustentables de Biocombustibles.
<b><i>Hidrogeno</i></b> <b><i>Ley 26.123/2006</i></b> <b><i>Sin Reglamentar</i></b>	Para el desarrollo de la tecnología, producción, uso y aplicaciones del Hidrogeno como combustible y vector de energía.

de la tecnología, producción, uso y aplicaciones del Hidrógeno como combustible y vector de energía todavía no fue reglamentada, aunque se trabajó en la misma durante el año 2014 en la Secretaría de Energía, pero nunca se publicó.

Tiene media sanción de la Cámara de Diputados de la Nación una ley de generación distribuida de electricidad y se espera que antes de fin de año sea aprobada por la Cámara de Senadores.

Hay desde hace varios años en la Cámara de Senadores de la Nación un proyecto de ley para generación de energía térmica a partir de energía solar.

Cabe mencionar que se requieren leyes específicas para el uso de energía geotérmica, dado que actualmente se aplican las leyes mineras, y hay todo un vacío respecto a las energías del mar.

Existen a nivel provincial leyes generales de apoyo a las energías renovables, así como algunas particulares para la generación distribuida de electricidad. En algunos Municipios se han sancionado leyes para el calentamiento de agua para uso sanitario a partir de energía solar.

#### **4.10 INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO, FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS Y EXTERNALIDADES AMBIENTALES Y SOCIALES.**

El accionar del Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación Productiva es fundamental para el aporte de tecnología nacional al proceso de modificación de la matriz energética. Se debe continuar con la política de complementar y coordinar esfuerzos entre sectores de ciencia y tecnología, públicos y privados, y sectores productivos, en particular las PyMEs, para que las

innovaciones energéticas y ambientales que se produzcan en este marco tengan una real inserción en las necesidades del país y se conviertan en un producto o servicio nuevo o mejorado en el mercado.

Esto debe ir acompañado de un programa integral de formación de recursos humanos especializados. Actualmente a nivel profesional hay varios posgrados a nivel Maestrías y Doctorado en energías renovables y otros donde el tema forma parte de las mismas, en varias Universidades del país, pero es necesario que se introduzca a nivel de grado la temática, en todas las diferentes carreras tanto técnicas como sociales. Asimismo es indispensable la formación a nivel técnico, tanto para la instalación de los sistemas como para el mantenimiento de los mismos, infraestructura humana indispensable para llevar adelante con éxito el programa que impone el cumplimiento de la ley 27.191 para los próximos 10 años.

Se debe trabajar en la internalización de las externalidades ambientales negativas relacionadas con la generación con combustible fósil, que en la práctica es equivalente a un subsidio a la oferta.

Asimismo se deben destacar las externalidades positivas desde el punto de vista social, de las energías renovables ya que conlleva a la creación de empleos calificados en la medida que se fabriquen en el país no sólo los sistemas sino también los diferentes componentes, así como los procesos de montaje y mantenimiento.

#### **■ REFERENCIAS**

1 [http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/170607\\_GSR\\_2017\\_Full\\_Report.pdf](http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2017/06/170607_GSR_2017_Full_Report.pdf)

2 <http://www.energia.gob.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>

3 [http://www.irena.org/REview/Review\\_Oct2016\\_1\\_ES\\_04.pdf](http://www.irena.org/REview/Review_Oct2016_1_ES_04.pdf)

4 REN 21 - GFR-Full-Report-2017.pdf

5 <https://www.iea.org/bookshop/708-Medium-Term-Renewable-Energy-Market-Report-2015>

6 [http://proyectoislarenovable.iter.es/wp-content/uploads/2014/05/17\\_Estudio\\_Impactos\\_MA\\_mix\\_electrico\\_APPA.pdf](http://proyectoislarenovable.iter.es/wp-content/uploads/2014/05/17_Estudio_Impactos_MA_mix_electrico_APPA.pdf)

7 The concentrating solar power-global market initiative. ESTIA (European Solar Thermal Industry Association), IEA SolarPACES Implementing Agreement. SEIA (U.S. Solar Energy Industries Association) Solar Thermal Power Division.

8 Se considera dentro del sector de Energías Renovables no Convencionales a las centrales hidráulicas con potencia igual o menor a 50 MW.

9 Ocean Energy. Technology readiness, patents, deployment status and outlook. International Renewable Energy Agency. August 2014. <http://www.irena.org/menu/index.aspx?mnu=Subcat&PriMenuID=36&CatID=141&SubcatID=445>.

10 Infoleg. Decreto 2.247/85. Buenos Aires: Información legislativa y documental. Ministerio de Economía, 2014.

11 "Perspectivas de los Biocombustibles en la Argentina y en Brasil", SAGPyA / IICA - Buenos Ai-

- res, Octubre de 2005.
- 12 ENARSA Energía Argentina S.A.
- 13 Tabla elaborada por la Cámara Argentina de Energías Renovables CADER. 2015.
- 14 Ambos datos fueron aportados por Ing. Alejandro Zitzer.
- 15 <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/50000-54999/53790/norma.htm>. Cabe acotar que en ese momento los costos de los sistemas solares eran muy elevados por lo que sólo se instalaron sistemas eólicos.
- 16 <http://www.bioeconomia.mincyt.gob.ar/presentaciones/2016/Miguel-Almada.pdf>
- 17 <http://portalweb.cammesa.com/documentos%20compartidos/informes/informe%20anual%202015.pdf>