



CLUB DE ROMA
CAPÍTULO ARGENTINO

ENERGÍAS SOSTENIBLES PARA EL AGRO

La importancia del clima

Biomasa

Biocombustibles

Biogás

Geotermia

Eólica

Solar Térmica

Solar Fotovoltaica

Hidráulica

Energía descentralizada

Para ser distribuida en el Parque
de la Energía - Expoagro 2011





CONSEJO DIRECTIVO

Dr. Alfredo Davèrède

Dr. Osvaldo Canziani

Lic. Silvia Zimmermann
del Castillo

Dr. Claudio Onetto

Dr. Ricardo Luis Lorenzetti

Emb. Jorge Hugo
Herrera Vegas

Emb. Ricardo Lagorio

Ing. Mario Wieggers

Lic. Juan José Llach

MIEMBROS DE HONOR

Dr. Carlos Pedro Blaquier

Dr. Cristiano Rattazzi

Dr. Alberto V. Lisdero

Dr. Jorge Muñoz

capituloargentino@clubderoma.org.ar
www.clubderoma.org.ar

COORDINACIÓN EDITORIAL

Lic. Gonzalo del Castillo

*Movimiento Agua y Juventud
Argentina*



Dr. Alfredo Davèrède

Presidente

Club de Roma – Capítulo Argentino

El agro, auténtico baluarte de la economía nacional, debe encarar su futuro de acuerdo con los paradigmas que derivan de los límites del crecimiento, observando los requerimientos que aseguren su sana durabilidad. Además del uso racional de los recursos naturales, el bienestar humano y la sostenibilidad de la economía, resulta insoslayable atender a la eficiencia energética que constituye, aún hoy, una materia pendiente.

Sirvan los auspicios del **Club de Roma** para esta publicación sobre energías renovables, como aliento para el uso de matrices energéticas mixtas y la evaluación de su uso, sin perjuicio de la función histórica de la agricultura: producir alimentos para la comunidad nacional y ampliar las fronteras de exportación de *commodities* como fuente genuina de ingresos para el desarrollo integral de Argentina.

Introducción

Después de la Segunda Guerra Mundial, el suministro de recursos y servicios para una población en crecimiento explosivo originó un consumo sustancial de agua, alimentos y energía. De allí en más, este desarrollo sin precedentes en la historia de la humanidad está alcanzando el límite de los recursos y servicios naturales y humanos.

La energía indispensable para mantener los ritmos de nuestra sociedad de consumo pasó de la energía de la biomasa a la utilización de combustibles fósiles. A pesar de ello, la biomasa continúa siendo importante en países en desarrollo. Lo sería más, si se la utilizara apropiadamente.

La contaminación atmosférica con los gases de combustión inició la exacerbación del efecto invernadero natural del planeta, modificando los fenómenos de la temperie y el clima. El proceso del cambio climático global ha mostrado ya las consecuencias graves de eventos extremos, aumento del nivel del mar, fusión de glaciares y casquetes polares, con el aumento de desastres ambientales, sociales y económicos, que afectan gravemente al desarrollo sostenible. Estos problemas habían sido considerados y puestos en evidencia en el *Informe sobre los límites del crecimiento*, publicado por el **Club de Roma**, en marzo de 1972.

La búsqueda de soluciones a los flagelos ambientales originados por las actividades humanas condujo, desde comienzos de la

segunda mitad del Siglo XX, a la búsqueda de soluciones a través de energías alternativas, esbozadas en esta publicación.

Habida cuenta del aumento continuo de las emisiones de gases de efecto invernadero que, en este siglo, llevarían la temperatura media sobre la Tierra a incrementos de entre 1,8°C a 4°C, se prevén graves repercusiones en la seguridad hídrica, alimentaria y física, de toda la población mundial. Por ello es necesaria y urgente la utilización de energías renovables.

Esta urgencia sin precedentes involucra a la Agricultura, tanto como productora de alimentos como consumidora de insumos tan importantes como agua, suelos y combustibles. Al respecto, graves crisis regionales, como la de alimentos, agua y petróleo, en la década de 1970, llevaron a la creación del Programa Mundial de Alimentos y las Conferencias Mundiales del Agua, asumidos por las Agencias Especializadas de las Naciones Unidas. En el caso del petróleo, los países productores de este insumo crearon la OPEP, como mecanismo de acción.

El aumento de los efectos de las actividades humanas en el calentamiento terrestre y en los eventos de la temperie y el clima, aceleró los estudios sobre sus causas y efectos, resultando evidente que las actividades humanas son causa inequívoca del cambio climático. Por ello es urgente reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

El sector agrícola-ganadero debe participar primordialmente, pues aporta emisiones, libera importantes cantidades de gases de GEI y, por deforestación, reduce la capacidad de secuestro de dióxido de carbono atmosférico. Las premoniciones del **Club de Roma**, confirmadas por la Ciencia, enfatizan el uso de tecnologías compatibles con una cooperación ambientalmente eficaz, para aumentar la producción, en un mundo hambreado.

El uso de energías renovables, armoniosamente coordinado con la producción alimentaria y con la utilización de la biomasa, de manera directa o indirecta (*léase generación de biocombustibles*), conjugado con el desarrollo de sistemas descentralizados de energía, sin duda renovables, será el valioso aporte de **ExpoAgro 2011**, para reducir los efectos del calentamiento terrestre.

La necesaria economía de agua, agroquímicos y áreas de cultivo, en un mundo más cálido, deberá conjugarse con estudios de costo/beneficio de la producción de biocombustibles, cuyo rendimiento energético es inferior al de un mismo volumen de combustibles fósiles.

Finalmente, ante las actuales limitaciones del crecimiento, el sector deberá planificar cuidadosamente su producción, racionando apropiadamente insumos y consumos, mediante tecnologías de punta, tal y como lo sugiere la *Declaración de Amsterdam* del **Club de Roma**. ■

Dr. Héctor Horacio Ciappesoni
Director
Servicio Meteorológico Nacional

Lo que dice el clima

Las energías renovables existen como consecuencia de la misma energía solar que da luz y vida sobre la Tierra. Las particularidades del planeta, su geografía y sus características ecosistémicas, geológicas y fisiográficas definen, conjuntamente con la temperie y el clima, la factibilidad de generación de una o varias de las clases que se describen en la presente publicación.

La capacidad de generar los tipos de energía que se describen depende de las características del entorno. En este contexto, su modificación, debido a procesos ambientales y humanos, es una razón trascendente para decidir la instalación y operación de los sistemas que permiten obtener energías limpias. El cambio ambiental global y el calentamiento terrestre, su componente más ubicua y asidua, así como la deforestación y la emisión de gases por las diversas actividades humanas, la urbanización e industrialización, la alteración del paisaje por actividades mineras y de carácter hidrográfico y marino, modifican las características de la atmósfera, los suelos, mares y océanos, incidiendo en la eficiencia de cualquiera de las tecnologías que nos ocupan.

Consecuentemente, la aplicación de las mismas deberá ser precedida por los estudios de factibilidad e impacto correspondientes, definitivamente asociados a las características y vulnerabilidad de los entornos a utilizar y sus proyecciones a futuro.

El estudio de la relación costo beneficio de cualquier emprendimiento de este tipo, así como su incidencia en el objetivo fundamental de la Agricultura –la Producción de Alimentos– en un mundo con más de mil millones de hambrientos y una tasa de mortalidad de encima de diez millones anuales, debería ser causa suficiente para definir, en cada caso, su factibilidad neta.

La ejecución de buena parte de las tareas mencionadas requiere, como es lógico suponer, de información básica y procesada de las variables ambientales que inciden directamente en la génesis de buena parte de las energías renovables que aquí se analizan.

El Servicio Meteorológico Nacional (SMN) es la institución científico-tecnológica que reúne, archiva y procesa toda la información geo-física básica de las energías dependientes de la radiación solar, los vientos y los volúmenes hídricos, así como de los eventos extremos que pueden producir efectos de intensidad tal, que afecten a la producción de energía (e.g. vientos muy fuertes, inundaciones y sequías, nubosidad densa).

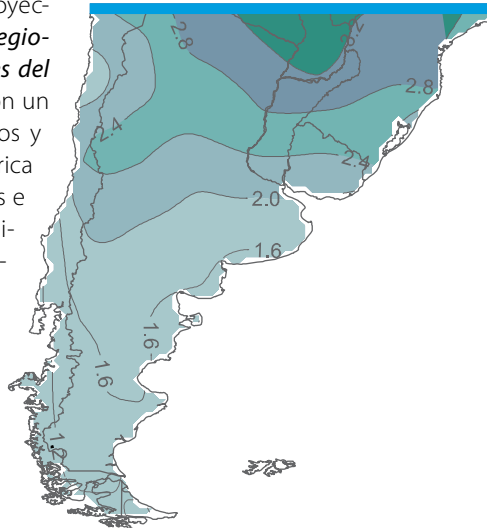
El climatólogo que realiza los estudios previos al diseño e instalación de un sistema de energía renovable, debe conocer el tipo, calidad y volumen de los datos disponibles, y realizar el diagnóstico de casos en los cuales esos datos pueden ser apli-

cables. El climatólogo debe también realizar una evaluación de los factores climáticos favorables o desfavorables para el desarrollo de las operaciones que se prevé realizar. Para eso, considera las siguientes cuestiones:

- Tipo de emprendimiento o actividad (negocios, energía, industria, agricultura, etc.)
- Naturaleza del problema: diseño, adopción de métodos y procedimientos, o si se centra en la determinación de "dónde" o "cuándo".
- Determinar si la información requerida por el usuario será de por sí suficiente para lograr la solución más adecuada y conveniente de un determinado problema operacional.
- Evaluación de las limitaciones críticas de carácter meteorológico y climático que pueden afectar el normal desarrollo de una operación o la concreción de un determinado emprendimiento.

Para facilitar el desarrollo de este tipo de proyectos, el SMN dispone del **Banco Nacional y Regional de Datos Meteorológicos y Ambientales del Servicio Meteorológico Nacional**, cuenta con un importante caudal de datos meteorológicos y ambientales, los que constituyen una muy rica y sólida base para la realización de estudios e investigaciones relacionados con la posibilidad de utilizar algunas de las principales variables meteorológicas y climáticas, para la generación de energías alternativas. ■

El SMN dispone del Banco Nacional y Regional de Datos Meteorológicos y Ambientales del Servicio Meteorológico Nacional, cuenta con un importante caudal de datos meteorológicos y ambientales, relacionados con la posibilidad de utilizar algunas de los principales variables meteorológicas y climáticas, para la generación de energías alternativas.



Ing. Francisco Borrazás
Director
Biofuego Consultora

Biomasa: energía con futuro

La biomasa es energía solar almacenada, que puede ser usada de día o de noche, hoy o dentro de meses. Puede ser de origen forestal (leña, podas, raleo, etc.) o residual (restos de aserraderos, cáscaras de maní, girasol, carozos de aceituna, etc.)

En los países desarrollados, la biomasa provee más de la mitad de las energías renovables. El país con mejor calidad de vida del mundo, Finlandia, cubre con biomasa forestal el 50% de las necesidades de calefacción de 5,3 millones de habitantes. En los países en desarrollo, la biomasa aporta el 38% de la energía total utilizada. En Brasil y Uruguay, un 30%. En la Argentina, sólo alrededor de un 5%.

Nuestro país posee una gran disponibilidad de biomasa apta para ser utilizada como energía. Según el informe Wisdom donde intervino el INTA y la FAO, 148 millones de toneladas de biomasa están disponibles para energía en forma sustentable. Este valor representa más de la mitad de la Oferta Interna de Energía Primaria del país. ¿Por qué entonces en la Argentina no se ha desarrollado a energía de la biomasa? Esto se debe principalmente a que la nafta, gasoil y gas están subvencionados, siendo sus precios sólo un 25% del valor regional promedio. Esto obviamente no se puede mantener indefinidamente, siendo, además, el principal obstáculo para la difusión del uso de energías renovables.

Las modernas tecnologías permiten el uso eficiente de la biomasa, tanto en las viviendas rurales para calefacción y agua caliente, como en la actividad agropecuaria: secado de granos y frutos, invernaderos, criaderos de animales, agroindustrias, etc.

Nuestro país posee una gran disponibilidad de biomasa apta para ser utilizada como energía. Según el informe Wisdom donde intervino el INTA y la FAO, 148 millones de toneladas de biomasa están disponibles para energía en forma sustentable.

En el uso de la biomasa como combustible, el rendimiento tanto en un fogón como en un hogar tradicional, no supera el 10%. Sin embargo, con nuevas técnicas de combustión secuencial, sistemas ciclónicos y vórtex ya se logran en nuestro país rendimientos de hasta un 80%. Para generar energía se utiliza leña, podas, chips, aserrín, cortezas, cáscaras de maní o de girasol, tung, arroz, carozos de aceituna, almendras, nueces, frutas, etc. Si bien se foresta para energía, muchos de estos combustibles biomásicos son residuos que habitualmente, o se queman a cielo abierto generando CO_2 , o se descomponen, generando, en ese caso, metano, gas de un efecto invernadero más de 20 veces superior al del CO_2 . Esto último sucede con la enorme cantidad de residuos que se generan en las industrias forestales y madereras, que se van pudriendo lentamente en los alrededores de los establecimientos. Otro ejemplo de tantos de desaprovechamiento energético, se manifiesta en la actividad frutícola, donde las podas, los raleos y el reemplazo de árboles generan grandes cantidades de biomasa, que muchas veces se queman al borde del camino, en vez de aprovechar su potencial energético.

Es evidente la importancia de la utilización de estos residuos biomásicos para el medio ambiente. Y, por supuesto, muy conveniente desde el punto de vista económico. ■

Claudio Molina
 Director Ejecutivo
 Asociación Argentina de
 Biocombustibles e Hidrógeno

Actualidad sobre biocombustibles

El año que finalizó fue el de la incorporación de los biocombustibles a la matriz energética argentina.

En el mercado interno de combustibles de transportes y por mandato de la Ley 26.093, DR 109/07, en enero de 2010, se puso en marcha el programa de corte de nafta con bioetanol, y en marzo, el programa de corte de gasoil con biodiesel.

En cuanto al mercado de generación eléctrica, sea a través del Programa GENREN –derivado de la Ley 26.190, DR 109/07 y normas complementarias- o sea a través de normas específicas de CAMMESA que fueron dictadas, se generaron condiciones favorables para utilizar biocombustibles y biomasa en general, en esta actividad. Existe la posibilidad concreta de utilizar biodiesel en las turbinas de generación eléctrica, toda vez que son varios los fabricantes de las mismas que están ensayando su uso y ya han anunciado la homologación de este biocombustible en varios de los modelos existentes y en uso en el país, en medio de un proceso que continúa y que tiene por objetivo lograr una homologación generalizada.

Terminamos el año con un uso agregado de biocombustibles en el mercado local de alrededor de 550.000 toneladas, cantidad que aumentará significativamente el año próximo, mientras que las exportaciones de biodiesel se ubicaron en 1,3 millones de toneladas.

La capacidad instalada para la producción de biodiesel es de 2,6 millones de toneladas anuales y crecerá más de 1 millón de toneladas en el transcurso de este año.

En cuanto a la producción de etanol, a la capacidad actual de producción del orden de 450.000 metros cúbicos anuales -357.000 tns. aproximadamente- se agregarán varias destilerías nuevas que procesarán cereales y otras materias primas, aumentando la capacidad de producción en 700.000 tns., al tiempo que se registrarán importantes inversiones en materia de mejoramiento de la eficiencia de los ingenios azucareros, la realización de obras de tratamiento de efluentes de las destilerías de etanol existentes, el aumento de la capacidad de deshidratado de etanol derivado de caña de azúcar, la instalación de una importante capacidad de ge-



neración y cogeneración eléctrica con bagazo y biomasa o biocombustibles en general, etc.

Se comienza a percibir en el mercado, un creciente interés de productores agropecuarios por participar como socios de varios proyectos de producción de biocombustibles, hecho que permitirá, de ocurrir una intervención masiva de los mismos, atomizar la oferta de biocombustibles en el país.

En este año, se prevé un aumento del contenido de biodiesel en el gasoil que se expende en el mercado local –corte que desde agosto pasado se ubica en un 7 %- al 10 % (producto denominado B10) y es probable que a partir de 2012, aumente el contenido de bioetanol en las naftas, con el crecimiento significativo que se producirá en la capacidad de producción de este último biocombustible.

El Gobierno ha convocado a los fabricantes de automotores, a las compañías petroleras y a los productores de biodiesel, para que a través de la realización de ensayos de performance ad hoc en motores, los fabricantes de automotores procedan a la homologación del uso de biodiesel en cortes con gasoil al 10 %. Esta cuestión es trascendente y su concreción consolidará el programa de uso de biodiesel. En el caso del bioetanol, hay más experiencia con usos en porcentajes mayores al 5 %, como por ejemplo, la de nuestro vecino Brasil –que corta las gasolinas con hasta un 25 % de bioetanol- o la de EE.UU. –donde recientemente la EPA autorizó el corte de gasolina con un 15 % de bioetanol, para vehículos modelo 2007 en adelante -.

Por el lado de las exportaciones de biocombustibles, a partir de este año, en la Unión Europea –que es el principal mercado para el biodiesel-,

entra en vigencia una normativa que establece la certificación de la sostenibilidad técnica, económica, ambiental y social de los biocombustibles que se usen dentro de los países comunitarios. El cumplimiento de los requisitos involucrados en estas disposiciones representa un importante desafío para los países exportadores como Argentina, pero más allá de la barrera que ello implica, nuestra industria está en condiciones de cumplirlos y profundizar los negocios de exportación que hoy realiza. En este sentido, se viene desarrollando un importante trabajo conjunto entre el sector público y el privado. Todos los esfuerzos realizados y a realizarse son muy oportunos, en atención a la importancia relativa de este mercado.

Se puede afirmar que los fundamentos de los mercados bioenergéticos son sólidos y en nuestro país estamos ante la posibilidad de convertir a las políticas en la materia, en políticas de Estado, facilitándose de esta manera que las mismas trasciendan a un Gobierno y se mantengan con reglas de juego estables a largo plazo. Tenemos que hacer un profundo estudio para optimizar la legislación vigente.

Sin lugar a dudas, y sin soslayar que recién estamos dando los primeros pasos en la materia y que hay cuestiones de diversa índole para perfeccionar, se han dado pasos muy importantes para afianzar la incorporación de biocombustibles a la matriz energética argentina, tanto desde el sector público como del privado, que nos permiten pensar en grande.

Por todo lo expuesto, es posible enfrentar el futuro con mucho optimismo y abrir paso a una fluida ola de nuevas e importantes inversiones que posicionarán a la industria de bioenergía, como una de las más importantes del país. ■

Téc. Ariel González
 Director de Proyectos y Programas
 de Energías Renovables
 TAHO

Biogás: la energía de los desechos

El biogás es el gas (mayoritariamente metano) que se produce mediante un proceso de fermentación anaeróbica. Éste es un proceso natural y forma parte del ciclo biológico. Así, no es de extrañarse de que los primeros conocimientos humanos sobre el biogás se dieran gracias al llamado “gas de los pantanos”, el cual surge de aguas estancadas y áreas pantanosas.

Hoy, en muchos países del mundo, el biogás se utiliza como fuente de energía limpia. La India, China y varios países de Europa han invertido en tecnologías de biogás, entendiendo que representan fuentes genuinas de generación de combustible esenciales para cubrir las demandas de sus comunidades. Sólo en Alemania, existen hoy casi 4000 biodigestores funcionando, de entre 500k KW hasta 6MW. Y son muchos los gobiernos locales en el mundo que han comenzado a cubrir altos porcentajes de la demanda energética necesaria para el alumbrado público, con la producción de biogás.

¿CÓMO SE PRODUCE EL BIOGÁS?

El biogás se genera sólo en ausencia de oxígeno: al descomponerse la materia orgánica, comienza un proceso de digestión anaeróbica, en el cual, colonias de bacterias y microorganismos cumplen funciones específicas: degradar y pulverizar la materia orgánica.

Al hidratarse la materia orgánica, comienza un proceso de fermentación (pre-fermentación, fermentación y post-fermentación). Cada paso cumple una etapa específica de la biodegradación.

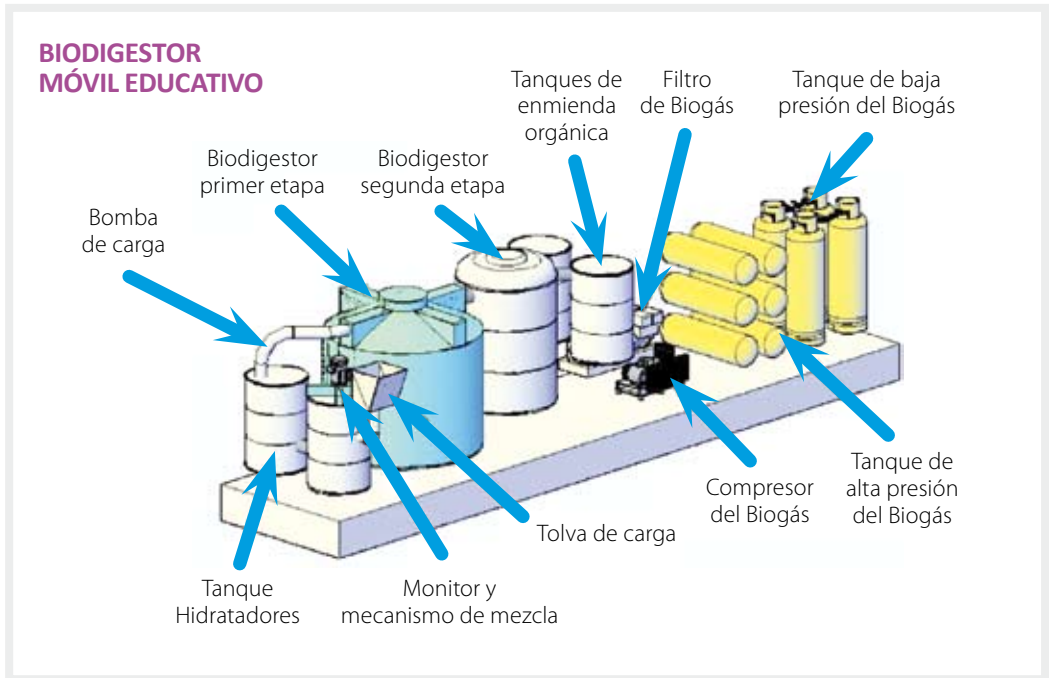
Todo este proceso se da dentro del denominado “biodigestor”. Existen incontables modelos dife-

rentes, vinculados todos a la infinita creatividad del ingenio humano.

La producción y utilización de los biodegradadores en medios rurales no se encuentran bien difundidas en la Argentina, perdiéndose todos los beneficios económicos y ambientales que tiene este tipo de tecnología, en un país que cuenta con inmejorables posibilidades, en términos de disponibilidad de “materia prima” para su aprovechamiento.

Como se mencionó, el proceso que hace posible la producción del biogás es relativamente sencillo. De esta manera, las pautas principales para que funcione correctamente un biodegradador son:

- 1.** Mantener una temperatura estable en la mezcla de la materia orgánica.
- 2.** Mantener la acidez y la alcalinidad estables dentro del biodigestor.
- 3.** El cuidado de operación de carga y la temperatura son cruciales para obtener mayores rendimientos.



En definitiva, todo proceso industrial y humano genera residuos, de una o otra forma. La naturaleza genera recursos para mantener el equilibrio. Los microorganismos de los biodigestores colaboran para establecer dicho equilibrio.

¿QUÉ PRODUCE UN BIODEGRADADOR O BIODIGESTOR?

Gas y enmienda orgánica. Con el gas producimos poder calorífico: con él cocinamos, nos calefactamos, etc. Ese mismo gas puede producir también energía eléctrica mediante su quema en un motor de combustión interna o turbina. La fuerza motriz causada por estas máquinas se conecta a un generador eléctrico, brindándonos energía en

forma descentralizada y permitiendo la autosuficiencia energética.

Por otra parte, con la enmienda orgánica o el fertilizante resultante (el "residuo" del biodigestor), podemos abonar nuestros campos para que crezcan mejor nuestras cosechas, reduciendo la necesidad de elementos químicos, cuidando de este modo la sostenibilidad de las tierras y el futuro de nuestra familia.

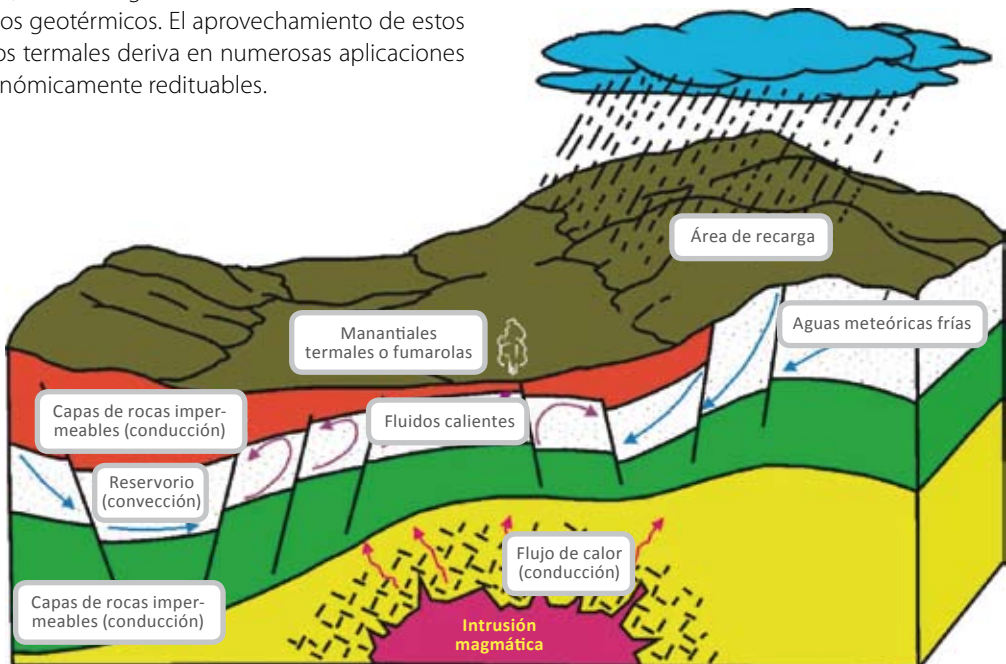
La biodigestión es sólo un proceso más de la naturaleza para filtrar y tratar residuos orgánicos sin afectar al medio ambiente, ayudando a conservar ese equilibrio ecológico tan necesario en estos tiempos, y augurándonos un futuro de autosuficiencia energética descentralizada y limpia. ■

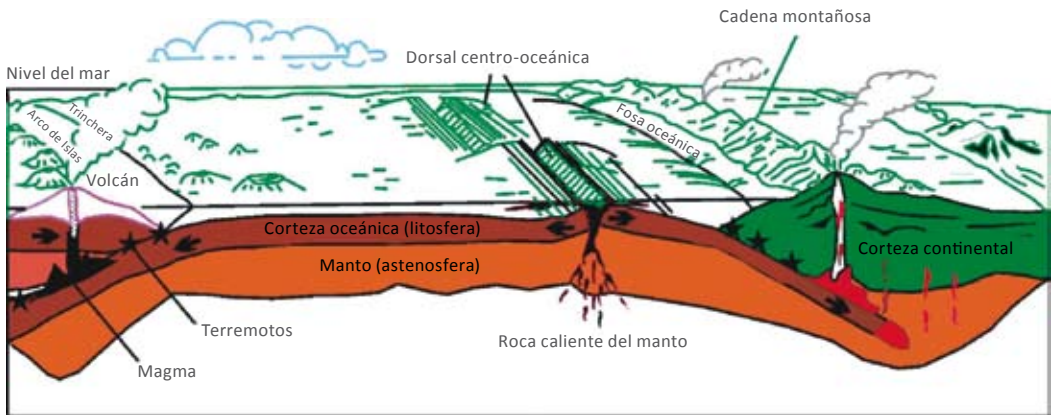
Lic. Abel H. Pesce
Jefe
Departamento de Geotermia
SEGEMAR

La geotermia y su importancia en el desarrollo económico

La Tierra no solo es capaz de producir energía de manera pasiva, a partir de los materiales fósiles acumulados a lo largo de millones de años, sino que también, produce energía de manera activa. Las formas más espectaculares son los sismos, los volcanes, las fumarolas, pero ellos no representan esencialmente todo el calor producido por el planeta. La parte más importante del calor producido por la Tierra es el que se origina en las profundidades del planeta y en los bordes de las placas y se transfiere, en forma conductiva, a través de las distintas capas rocosas. Esta propagación del calor puede avanzar hasta zonas de gran contenido hídrico y producir la consiguiente transferencia del calor a la masa de agua, dando origen a la conformación de reservorios geotérmicos. El aprovechamiento de estos flujos termales deriva en numerosas aplicaciones económicamente redituables.

La parte más importante del calor producido por la Tierra es el que se origina en las profundidades del planeta y en los bordes de las placas y se transfiere, en forma conductiva, a través de las distintas capas rocosas. Esta propagación del calor puede avanzar hasta zonas de gran contenido hídrico y producir la consiguiente transferencia del calor a la masa de agua, dando origen a la conformación de reservorios geotérmicos.





De la estructura de la Tierra se pueden reconocer dos clases de regiones de explotación de los recursos geotérmicos. La primera corresponde a regiones donde la corteza terrestre tiene un comportamiento estable como el que ofrecen las plataformas continentales. Estas zonas se asocian a la geotermia de baja temperatura que es la más importante porque afecta a zonas muy vastas y sus aplicaciones están vinculadas al uso directo del calor en múltiples emprendimientos económicos. Y son los más importantes para el agro y la industria. La segunda clase abarca las zonas activas ubicadas en los límites de placas y se relacionan con la geotermia de alta temperatura que se utiliza en la generación eléctrica.

En la Argentina, como en la mayoría de los países, el uso de la geotermia comenzó con la balneoterapia, que es como se sabe, el primer tipo de los usos directos del calor de la Tierra. Recién en la década del setenta, comienzan a estudiarse en una forma orgánica las áreas geotérmicas.

En la actualidad, se tiene cubierto con estudios de reconocimiento un 90% de las regiones del país

con posibilidades de yacimientos de alta temperatura y un 75% de las correspondientes a baja temperatura.

La geotermia ofrece una excelente posibilidad de desarrollo al agro y la industria mediante la realización de procesos de secado, deshidratación, invernaderos, criaderos, calefacción, etc.

Hoy existen ciento tres (103) emprendimientos con una capacidad instalada anual de 25,7 MWt, que utilizan los fluidos termales en uso directo. De los diversos usos la balneología es el tipo dominante con más de 81 establecimientos que utilizan fluidos termales, que se encuentran distribuidos en las distintas regiones del país.

Entre los proyectos de invernaderos, se destacan los de la cuenca termal Bahía Blanca – Pedro Luro. La utilización de invernáculos climatizados mediante fluidos geotérmicos, fundamentalmente en una zona de clima semidesértico (como Bahía Blanca) genera importantes beneficios económicos y permite una mayor competitividad al poder manejar: la modificación del patrón de uso del

suelo, tener acceso a otros mercados, aumento de rendimiento, disminución de costo de producción y gastos de estructura, disminución del porcentaje de pérdida de cosecha y aumento de la clasificación comercial del producto.



La geotermia ofrece una excelente posibilidad de desarrollo al agro y la industria mediante la realización de procesos de secado, deshidratación, invernaderos, criaderos, calefacción, etc.

Dentro de las aplicaciones de calefacción de viviendas, se destacan las de la cuenca termal Bahía Blanca – Pedro Luro y la del campo termal Domuyo (Neuquén). En este último, se utilizan los fluidos para la calefacción y provisión de agua caliente a un conjunto de seis cabañas emplazadas en una zona de la Cordillera. El agua se capta de una vertiente termal a 61° C y es transportada por diferencia de altura unos 150 metros hasta las cabañas con una pérdida promedio de 3° C. Se provee agua caliente a los sanitarios, a las piletas de cocina y a los calefactores. En los proyectos de

la cuenca termal de Bahía Blanca, se calefactan las viviendas por medio de loza radiante. Se utilizan fluidos termales con una temperatura de entradas del agua a la vivienda de 32° C. En la entrada del fluido termal a la casa, se coloca un intercambiador de calor fluido/agua destilada, debido a un débil contenido de carbonato de las aguas.



Con relación a las aplicaciones en acuicultura se destacan dos proyectos vinculados con la piscicultura, uno en la cuenca termal Bahía Blanca – Pedro Luro, donde se crían peces de colores y ranas. Otro se encuentra en el área termal Gan Gan en la provincia del Chubut, donde se emplean los fluidos termales para la cría de truchas. En este último, el área se encuentra en una zona de clima frío y ventoso donde se captan los fluidos termales y se los transporta hasta las piletas de cría y engorde. La climatización del agua en especies de clima frío produjo una disminución del tiempo de engorde, alcanzando los ejemplares un tamaño comercial en menor tiempo.

El recurso natural geotérmico se abre como una alternativa importante, generadora de desarrollo, que se proyecta como un agente dinamizador de las economías regionales debido a la multiplicidad de aplicaciones y a la disponibilidad de tecnologías para su aprovechamiento. ■

Dr. Ing. Erico Spinadel
 Presidente
 Asociación Argentina
 de Energía Eólica

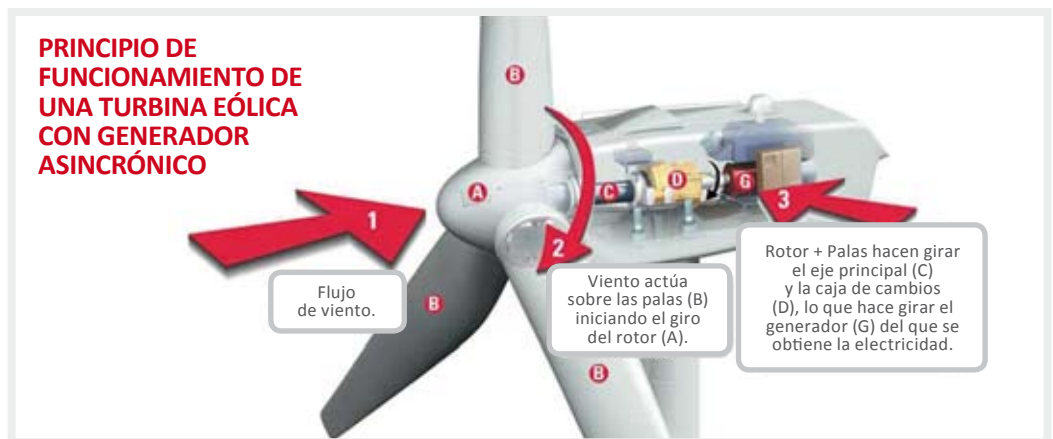
La respuesta está en el viento: energía eólica

La energía eólica es la energía cinética que poseen las masas de aire en movimiento presentes en nuestro planeta. Este movimiento se genera por el calentamiento no uniforme de la Tierra, debido a la radiación solar. Se estima que el 1-2 % de la radiación solar se transforma en energía eólica.

Para poder aprovechar la energía del viento, se utilizan los llamados aerogeneradores, a través de los cuales se transforma energía cinética en

energía eléctrica. Las turbinas eólicas están compuestas de manera general por los siguientes componentes: torre, que es la estructura donde se montan los componentes; góndola, donde se encuentra el generador eléctrico (entre muchos otros componentes) y el rotor al cual se acoplan 2 o 3 palas o álabes. En realidad, el generador se ubicará o no en la góndola dependiendo de la tecnología de generación eléctrica utilizada.

Proceso de transformación de energía: las palas de las turbinas acopladas al rotor transforman la energía cinética del aire en energía mecánica, gracias a su giro. Esto es posible debido al diseño aerodinámico de las palas dado que, al actuar el viento sobre ellas, se generan fuerzas que originan una cupla de rotación. Estas fuerzas son similares a lo que ocurre en las alas de los aviones, denominada allí fuerza de sustentación. El generador eléctrico, acoplado al rotor mediante un eje o directamente ubicado en este último (generadores asincrónicos o sincrónicos, respectivamente), se encarga de transformar la energía mecánica en energía eléctrica.



APLICACIONES POSIBLES

Se clasifica según la potencia de la turbina:

Alta potencia 600 - 6000 kW: forman las granjas eólicas (conjunto de turbinas eólicas) que generan e inyectan la energía eléctrica generada a la red. Actúan como plantas generadoras, al igual que las plantas de tecnologías conocidas (gas, carbón, nuclear, etc). A nivel mundial, ya hay casi 200.000 MW eólicos instalados, convirtiéndose así en la tecnología de generación a partir de fuentes renovables de mayor aplicación luego de la hidráulica.

Media potencia: 10 – 600 kW Turbinas conectadas a la red o en sistemas aislados conectadas a bancos de baterías para almacenar la energía eléctrica o bombas de agua.

Baja potencia: 0,5 – 10 kW

Las turbinas de baja y media potencia tienen un gran espectro de aplicaciones:

- Aplicaciones en el agro: pueden ser utilizadas para el bombeo de agua y acumulación en tanques para posterior riego, así como para la acumulación de energía en baterías permitiendo el desarrollo de áreas no explotadas o asegurando en mayor medida la disponibilidad del recurso hídrico. Es aún más competitiva en aquellos casos donde resulte oneroso extender líneas eléctricas.
- Generación distribuida: mediante legislación adecuada, usuarios finales pueden conectar turbinas eólicas a la red compensando el consumo de energía eléctrica, e inclusive llegar a vender parte de la energía generada, al igual que lo hacen las grandes granjas eólicas. Para ello, se requieren medidores de energía bidireccionales. Este concepto se conoce como net metering.
- Otras aplicaciones: turismo, mejora de imagen empresarial (como parte de políticas de RSE),

electrificación rural, antenas de telefonía celular, entre otros.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Ventajas

- No emite gases de efecto invernadero durante el proceso de generación de energía. Sí se emiten durante la fabricación de la turbina, pero la energía invertida en construirla se recupera en aproximadamente 3-5¹ meses y la vida útil de una turbina ronda los 20 años. Además, algunos componentes de las turbinas pueden ser reciclados, como las palas pueden ser hechas a partir de fibra de vidrio.
- Es independiente de los combustibles fósiles, factor clave para países importadores de los mismos, ya que disminuye el riesgo de volatilidad de precios y permite una mayor independencia energética.
- Creación de puestos de trabajo: mano de obra calificada, técnicos y profesionales de diversas especialidades.
- Tanto en alta como en baja potencia, puede resultar una inversión rentable y segura.

Desventajas

- Depende de un recurso variable para la generación, lo que limita la capacidad eólica posible de instalar.
- Requiere de un marco regulatorio adecuado para propiciar su desarrollo. Ejemplo: feed-in-tariffs que garantizan un precio de venta adecuado, en moneda constante, de la energía eléctrica generada, durante un período entre 15 y 20 años.
- Alta inversión inicial. ■

1. Fuente: BWEA-Asociación Británica de Energía Eólica.

Ing. Jorge Alberto Poppi
Ph. D.

Al calor del Sol: energía solar térmica

La energía solar térmica (EST) convierte la energía del sol en calor, transformándolo en agua caliente para uso residencial, rural e industrial. Del total de la energía renovable instalada en el mundo (eólica, fotovoltaica, geotérmica) el 56% de la potencia y el 26% de la energía utilizada es solar térmica. Sin embargo, en nuestro país este tipo de energía permanece casi desconocido.

En la Argentina, el sector residencial utiliza entre 25% y 30% del total de gas consumido. Y entre el 70% y 80% se dedica para calentar agua o para calefacción. Por lo tanto, el uso de colectores solares en las residencias privadas ayudaría a dismi-

nuir entre el 15% y el 20% del consumo total de gas. La efectividad de los colectores solares térmicos para este fin está internacionalmente probada. Hoy, Israel obtiene el 90% de su agua caliente residencial por energía solar, y en más de 50 países (Uruguay, recientemente) es obligatoria la instalación de colectores solares térmicos en nuevos edificios.

La constante amenaza de la contaminación ambiental, y el lógico y progresivo encarecimiento de los productos petrolíferos, según se van agotando en el transcurso del tiempo, provoca que en los últimos años se vaya produciendo un aumento notable de instalaciones de energía solar



LO IMPORTANTE A COMPRENDER DE LA ENERGÍA SOLAR TÉRMICA ES QUE:

- Es una tecnología sencilla, confiable y probada en todo el mundo.
- Es individual y distribuida.
- Se trata de una energía limpia y 100% renovable. Un dato fundamental a tener en cuenta es la llamada **“huella de carbono”**, que representa cuánto se contamina al fabricar un producto. De nada sirve difundir las energías limpias, si los dispositivos que se utilizan para obtener esta energía, al fabricarse contaminan más de lo que después ahorran. Los colectores solares térmicos tienen la menor huella de carbono de todos los demás productos renovables (versus, por ej., las células fotovoltaicas y los molinos eólicos con sus respectivas baterías, o el uso de agroquímicos y combustibles en los biocombustibles).
- No requiere mantenimiento posterior y no tiene NINGUNA desventaja económica, ecológica o técnica conocida hasta hoy, como ruido, baterías, sobrecalentamiento, o corta vida.
- Es la más barata por MW instalado (en el presente, es 10 veces más barata que la energía fotovoltaica y 5 más que la eólica).
- Es totalmente modular y escalable. Poniendo varios colectores en serie, puede usarse comercial e industrialmente. Una instalación solar térmica puede tener una potencia tan baja como 0,5 kW y llegar hasta 250 MW.
- Gracias a nuevas tecnologías, como la de tubos de vacío, puede instalarse EN CUALQUIER región del país.



térmica debido, por una parte, a la mayor sensibilidad social y política hacia temas medioambientales y, por otra, a la continua mejora y reducción de costes de los sistemas solares térmicos.

Sin grandes inversiones ni proyectos especiales, se podrían fácilmente instalar en nuestro país 1.000 MW POR AÑO durante los próximos 10 años, ahorrando así 10.000 MW (Atucha produce 350 MW), con una producción de 6.000TWh. Sirva como dato que, durante el presente año, el Sol arrojará sobre la Tierra cuatro mil veces más energía que la que vamos a consumir.

Es nuestro deber, para con nuestro país y con el planeta, informarnos sobre la existencia de la energía solar térmica, aprender cómo aprovecharla de forma racional, así como también educar e informar de sus ventajas e importancia, para corregir la indiferencia del público en general, de los medios de difusión y apoyar la política energética con respecto a un tema tan estratégico. ■

Dr. Osvaldo Canziani
Vicepresidente
Club de Roma - Capítulo Argentino

Energía Solar Fotovoltaica

La luz solar también puede ser convertida en electricidad mediante el uso de interceptores especiales de la energía solar, conocidos como “celdas fotovoltaicas” (CFV). Estas se basan en la habilidad de ciertos metales, soluciones químicas y, más recientemente, de materia orgánica para generar electricidad, cuando se exponen a la gama luminosa de la energía solar.

Desde los trabajos iniciales de laboratorio a la utilización de estos procesos fotoquímicos, el progreso tecnológico ha sido extraordinario. Desde 1975, la industria ha avanzado en la reducción de costos de producción, tal y como lo muestra el uso generalizado de paneles solares como elemento fundamental en la generación eléctrica en zonas aisladas y, particularmente, para el suministro de energía para equipos de medición y observación, como ocurre con los satélites artificiales en órbita terrestre o en trayectorias espaciales. Los desarrollos científico-tecnológicos más recientes muestran la viabilidad de utilizar materia orgánica para generar luz. La conjugación de estos esfuerzos con los de la industria muestran, de manera definitiva, mejoramientos importantes en la eficiencia de la conversión de la luz en electricidad. De ellos ya se benefician extensas regiones aisladas del mundo y, evidentemente, los desarrollos modernos de viviendas ecológicas energéticamente autosustentables. Las perspectivas de sistemas combinados para la generación de energía son auspiciosas.

Primera generación de CFV. Esta generación incluye celdas que utilizan obleas de silicón. La producción actual de CFV está dominada por un único cristal, insertado en módulos de estructura policristalina. Estas unidades, que representan aproximadamente el 90% del mercado actual,

ofrecen un factor de conversión teórica máxima de alrededor de 31% de eficiencia.

Los precios iniciales han sido marcadamente disminuidos con el aumento de la producción. Sin embargo, para hacer frente a los urgentes requerimientos de mitigación del calentamiento terrestre, esta tecnología debe ser expandida y activada. Ello involucra más investigación y desarrollo, para lograr obleas y módulos cada vez más delgados (menores que 100 micrones) y obtener una eficiencia operativa del orden del 25 al 30%.

Segunda generación. Las tecnologías de esta generación no requieren substratos de silicón y, posiblemente, pueden ser manufacturadas a costos significativamente menores. Las razones de esta reducción de costos incluyen el uso de menores cantidades de material, menor número de pasos en su producción, fabricación automática y diseños de integración monolítica de módulos.

Las eficiencias de conversión de estos productos altamente comerciales son menores que aquellas de la primera generación. Sin embargo, se observa un incremento importante de la eficiencia de conversión por el tratamiento mejorado de los nuevos elementos sensibles de las obleas.

Tercera generación. Estas tecnologías representan una innovación sustancial. De ellas podrían resultar un beneficio enorme acoplado, sin dudas, a riesgos muy grandes. Estas tecnologías se hacen con dos tipos de aproximación técnica, a saber:

El primer tipo involucra desarrollos que apuntan al logro de rangos de eficiencia muy eleva-



da, utilizando portadores de alta temperatura, la creación de pares de capacidad electrónica múltiple, y sistemas termofotónicos. Con ellos se buscan eficiencias máximas mayores al 31%, que es el objetivo de los sistemas de unión o conexión simple. Sin embargo, al presente, la investigación está en su fase inicial y la definición de su grado de factibilidad industrial, aún no ha sido alcanzada.

El objetivo del segundo tipo de esta tecnología “revolucionaria” consiste en módulos de muy bajos costos, que requieran materiales baratos para sus componentes activos y empaquetados, procesos realizables a temperatura ambiente y nivel de producción suficientemente alto.

En este grupo se encuentran los sistemas fotovoltaicos orgánicos (FVO), que presentarían un impacto tecnológico significativo, debido a que estas celdas solares presentan la posibilidad de ser producidas sin mayores costos. Los sistemas FVO abarcan celdas con anilinas nano-estructuradas: paquetes o haces de semiconductores orgánicos de moléculas simples; compuestos orgánicos-in-

orgánicos y compuestos orgánicos-orgánicos, así como celdas fotoelectroquímicas.

La investigación incluye otros varios conceptos físicos del nivel electrónico. Entre ellos, cabe destacar la tecnología orientada a aumentar la eficiencia de las CFV, denominada tecnología de “Concentración de la Potencia Solar” (CPS). Ella incluye sistemas de concentración parabólicos, torres de potencia, etc, para concentrar la energía solar sobre las CFVs. Este es el caso de la famosa torre de 115 metros de Sevilla (España), la cual recibe el reflejo del sol, en un punto en la cumbre de la torre, a través de 624 espejos móviles. Esta energía solar concentrada genera vapor de agua suficiente para hacer funcionar turbinas generadoras de electricidad.

Para el 2013, la torre de Sevilla producirá suficiente energía para abastecer a 180.000 hogares, lo que es igual a una reducción anual de 600.000 toneladas de CO₂.

Lógicamente, este tipo de desarrollo debe ser complementado con sistemas para depósito de reserva de energía. ■

Sergio Mogliati
Director
Revista Hydria

La energía del agua

La energía hidráulica es la más utilizada para generación de energía eléctrica a gran escala, a pesar de que sólo se aprovecha la cuarta parte del potencial hidráulico mundial. Si se utilizaran estos recursos en su totalidad, hoy podrían satisfacer completamente la demanda energética global. Por lo tanto, la energía hidráulica es una fuente de energía alternativa importante para sustituir a los combustibles fósiles.

Las ventajas de este tipo de energía son múltiples: no contamina el agua, no consume el agua que utiliza para generar electricidad, no produce residuos ni genera gases de efecto invernadero. Produce directamente energía mecánica en vez de calor y su rendimiento en la transformación energética es el más elevado de todas las tecnologías, llegando a superar el 90%.

Debe destacarse que la energía hidráulica puede obtenerse mediante equipos de muy diverso tamaño, adaptable para diversas condiciones naturales y requerimientos, y puede generar un



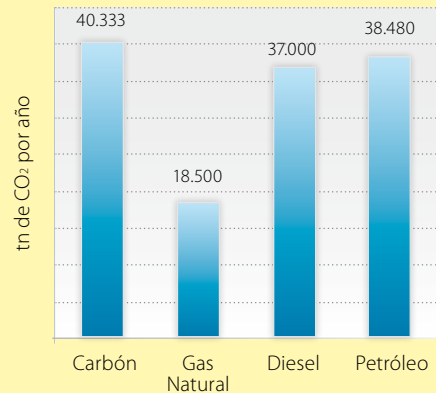
ENERGÍA LIMPIA

En Argentina, la energía hidráulica despacha una energía eléctrica media de 37.000 GW/h por año. El costo ambiental de esta cantidad de energía, si se produjera a partir de la combustión de combustibles fósiles, considerando solamente las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), sería como se muestra en la Figura.

Se debe considerar, además, lo que se evita en emisiones de otros compuestos, como óxido de azufre, óxido de nitrógeno y metales pesados, que son subproductos de la combustión.

EMISIONES DE CO₂ PARA PRODUCIR 37.000 GWH POR AÑO

Emisiones totales de CO₂ por año para cada tipo de combustible utilizado en la producción eléctrica en miles de tn.



Fuente: ORSEP, 2010.



conjunto de externalidades positivas. Es operable a muy bajos costos aunque, como contrapartida, requiere una inversión inicial importante, exigiendo, en casos de gran escala, planificación y proyectos especializados. Cuando las obras hidroeléctricas son adecuadamente diseñadas y operadas, pueden satisfacer otros usos del recurso hídrico, tales como el riego, el abastecimiento de agua potable e industrial, la navegación, el control de las crecidas y las actividades recreativas, estrechamente vinculadas con el turismo.

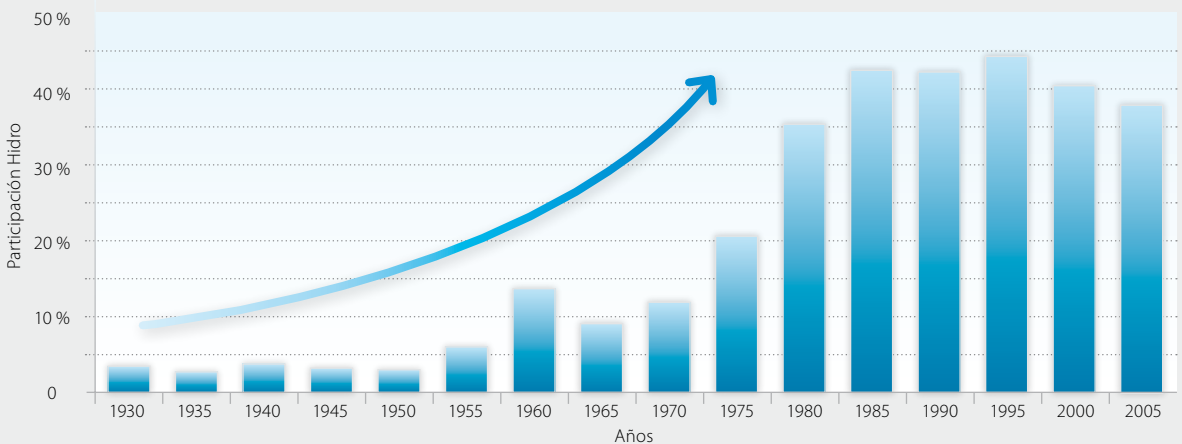
Debemos subrayar que, a pesar de las ventajas enumeradas, la ejecución de este tipo de proyectos energéticos debe abordarse poniendo especial atención en los impactos ambientales que genera. Esto significa que la viabilidad de cualquier proyecto hidroeléctrico debe superar satisfactoriamente una evaluación de impacto ambiental, así como

incluir un plan de gestión ambiental que incorpore un análisis a escala de cuenca para garantizar la funcionalidad y producción del ecosistema natural. La ocupación del valle preexistente por el agua embalsada, con la pérdida de tierras de cultivo y el desplazamiento de poblaciones constituye, junto con otros aspectos negativos, impactos cuya magnitud crece en consonancia con el tamaño de la presa.

Los aprovechamientos hidroeléctricos de escala mini o micro tienen importantes ventajas, y pueden estar distribuidos territorialmente, acercando la energía directamente al usuario. Pero deberíamos ser muy cuidadosos con la concepción y construcción de estas obras, pues las mayores fallas se producen en las de pequeña escala, muchas veces proyectadas y construidas con poca idoneidad y operadas con deficiente o nulo mantenimiento. ■

EVOLUCIÓN DE LA POTENCIA INSTALADA A TRAVÉS DE LAS DÉCADAS

Participación de la potencia de origen hídrico en el sistema eléctrico argentino.



Lic. Ramiro Fernández
Responsable Estrategia
Cambio Climático y Energía
para América Latina
Fundación AVINA

Energía descentralizada: una respuesta para el siglo XXI

Es inaceptable que un tercio de la humanidad aún hoy no tenga acceso a energía moderna, y que el 50% de la población utilice biomasa tradicional para cocinar sus alimentos, como declara el documento *Energía para un Futuro Sostenible*, elaborado en Abril del 2010 por mandato de Naciones Unidas, en el que se propone la ambiciosa meta de acceso universal a energía para el 2030.

En América Latina, son 30 millones de personas las que se encuentran en situación de "pobreza energética"; la gran mayoría habita en zonas rurales aisladas y sin posibilidad de acceso a los sistemas tradicionales de transmisión de energía. Para favorecer su acceso a servicios básicos de energía, deberemos desarrollar nuevas estrategias, aprovechando los avances tecnológicos que permitan que cada casa pueda calentar agua a través de un colector solar y se provea de energía eléctrica con un pequeño panel solar, un aerogenerador y/o una simple microturbina colocada en el arroyo de su chacra.

Este esquema presenta una oportunidad para integrar equidad, desarrollo económico y sostenibilidad ambiental, un modelo que muchos asocian con "una nueva economía verde e inclusiva".

En el mundo, India lidera las estrategias de descentralización y el desarrollo de programas de escala que generan nuevas oportunidades de acceso a energía. China, por su parte, está avanzando muy rápido en el desarrollo de tecnología y ha

incorporado, de forma masiva, prácticas simples como los colectores solares para calentar agua. A estos se los puede ver en las torres más sofisticadas de Shangai o en los pueblos rurales que siguen viviendo del arroz. Por otro lado, en virtud de un fuerte incentivo de la cooperación internacional, los programas de acceso a energía limpia y descentralizada también se están expandiendo en el continente africano. Al igual que en las inversiones en energías renovables de alto impacto, América Latina viene rezagada en el desarrollo de programas que le permitan a cada casa o cada individuo contar con la tecnología básica para proveerse de energía.

Los avances, por el momento, surgen de la sociedad civil, a través de instituciones como Solar Inti (www.solarinti.blogspot.com) o Ecoandina (www.ecoandina.org) en el norte argentino donde se aprovecha la energía solar para calentar el agua e incluso para cocinar. O como la iniciativa impulsada por la empresa social Tecnologías para la Vida (www.etvida.com.ar) en alianza con la Fundación AVINA y Solar Aid, por la cual, comercializando un kit económico, una familia aislada puede contar con la energía suficiente para cargar la batería del celular, conectar su radio y alimentar un farol de noche.

Pero la estrategia de descentralización de energía no es sólo un beneficio para los sectores más excluidos. Abre asimismo oportunidades para quienes están conectados a la red de energía, permitiendo a través de la implementación de



En un futuro cercano, todos seremos PROSUMIDORES de energía, y ello contribuirá no sólo a democratizar el acceso y la renta a partir de la energía, sino también a concientizar sobre la importancia de un consumo conciente y responsable de un servicio escaso e imprescindible.

medidores de doble vía, que cada ciudadano pueda generar su propia energía y vender el excedente a la red, como ya ocurre en Uruguay.

Favorecer la descentralización nos permitiría fortalecer la amplia red de Cooperativas Eléctricas que distribuyen energía a nivel local, desarrollando programas de generación, como lo hizo el Municipio de Comodoro Rivadavia hace ya casi 15 años con su propio parque eólico.

Permitámonos soñar un país en el cual todo productor agropecuario pueda combinar su producción con sistemas de generación de energía renovable que complementen sus ingresos. En un futuro cercano, todos seremos *PROSUMIDORES* de energía, y ello contribuirá no sólo a democratizar el acceso y la renta a partir de la energía, sino tam-

bién a concientizar sobre la importancia de un consumo conciente y responsable de un servicio escaso e imprescindible.

La Argentina se convirtió en granero del mundo, en buena medida por una estrategia de descentralización y autogeneración de energía renovable, como fueron los tradicionales molinos para extracción de agua que poblaron la pampa húmeda. Sin esa tecnología, simple y renovable, hubiera sido imposible alcanzar su nivel de producción. Ante una nueva revolución energética, hoy corresponde preguntarnos cuáles son las condiciones que debemos generar para que, una vez más, la Argentina se ubique a la vanguardia del desarrollo tecnológico, y pueda aprovechar su potencial de liderazgo en el desarrollo de la nueva economía verde e inclusiva. ■



Esta publicación ha sido coordinada
por **Movimiento Agua y Juventud**



www.aguayjuventud.org.ar

