



La energía hidroeléctrica se genera haciendo pasar una corriente de agua a través de una turbina. La electricidad generada por una caída de agua depende de la cantidad y de la velocidad del agua que pasa a través de la turbina, cuya eficiencia puede llegar al 90%. El aprovechamiento eléctrico del agua no produce un consumo físico de ésta, pero puede entrar en contradicción con otros usos agrícolas o de abastecimiento urbano, y sobre todo, las grandes centrales tienen un gran impacto ambiental. Las centrales hidroeléctricas en sí mismas no son contaminantes; sin embargo, su construcción produce numerosas alteraciones del territorio y de la fauna y flora: dificulta la migración de peces, la navegación fluvial y el transporte de elementos nutritivos aguas abajo, provoca una disminución del caudal del río, modifica el nivel de las capas freáticas, la composición del agua embalsada y el microclima, y origina el sumergimiento de tierras cultivables y el desplazamiento forzado de los habitantes de las zonas anegadas. En la mayoría de los casos es la forma más barata de producir electricidad, aunque los costes ambientales no han sido seriamente considerados.

El potencial eléctrico aún sin aprovechar es enorme. Apenas se utiliza el 17% del potencial a nivel mundial, con una gran disparidad según los países. Europa ya utiliza el 60% de su potencial técnicamente aprovechable. Los países del tercer mundo solamente utilizan del 8% de su potencial hidráulico. En España el potencial adicional técnicamente desarrollable podría duplicar la producción actual, alcanzando los 65 TWh anuales, aunque los costes ambientales y sociales serían desproporcionados.

Las mini centrales hidroeléctricas causan menos daños que los grandes proyectos, y podrían proporcionar electricidad a amplias zonas que carecen de ella.

El Plan de Fomento fija como objetivo 720 nuevos MW, hasta alcanzar los 2.230 MW. Entre 1998 y 2001 se han puesto en funcionamiento 95,4 MW, por lo que al ritmo actual no se alcanzará el objetivo, a causa sobre todo de las barreras administrativas y el impacto ambiental. En el año 2001 la potencia de las centrales hidráulicas con menos de 10 MW ascendió a 1.607,3 MW y la producción llegó a 4.825 GWh, y en la gran hidráulica la potencia fue de 16.399,3 MW y la producción fue de 39.014 GWh. Hay que recordar que el año 2001 fue excepcional, pues llovió mucho más de lo usual.

Energía eólica

La energía eólica es una variante de la energía solar, pues se deriva del calentamiento diferencial de la atmósfera y de las irregularidades de relieve de la superficie terrestre. Sólo una

pequeña fracción de la energía solar recibida por la Tierra se convierte en energía cinética del viento y sin embargo ésta alcanza cifras enormes, superiores en varias veces a todas las necesidades actuales de electricidad. La energía eólica podría proporcionar cinco veces más electricidad que el total consumido en todo el mundo, sin afectar a las zonas con mayor valor ambiental.

La potencia que se puede obtener con un generador eólico es proporcional al cubo de la velocidad del viento; al duplicarse la velocidad del viento la potencia se multiplica por ocho, y de ahí que la velocidad media del viento sea un factor determinante a la hora de analizar la posible viabilidad de un sistema eólico. La energía eólica es un recurso muy variable, tanto en el tiempo como en el lugar, pudiendo cambiar mucho en distancias muy reducidas. En general, las zonas costeras y las cumbres de las montañas son las más favorables y mejor dotadas para el aprovechamiento del viento con fines energéticos.

La conversión de la energía del viento en electricidad se realiza por medio de aerogeneradores, con tamaños que abarcan desde algunos vatios hasta los 5.000 kilovatios (5 MW). Los aerogeneradores se han desarrollado intensamente desde la crisis del petróleo en 1973, habiéndose construido desde entonces más de 150.000 máquinas. La capacidad instalada era de 40.000 MW en 2003, concentrada en Alemania, España, Estados Unidos y Dinamarca.

En 2004 ya es competitiva la producción de electricidad en los lugares donde la velocidad media del viento supera los 4 metros por segundo. Se espera que dentro de unos pocos años también las máquinas grandes instaladas en el mar lleguen a ser rentables. La energía eólica no contamina y su impacto ambiental es muy pequeño comparado con otras fuentes energéticas. De ahí la necesidad de acelerar su implantación en todas las localizaciones favorables, aunque procurando reducir las posibles repercusiones negativas, especialmente en las aves y en el paisaje, en algunas localizaciones.

El carbón, y posteriormente la electricidad, dieron al traste con el aprovechamiento del viento hasta la crisis energética de 1973, año en que suben vertiginosamente los precios del petróleo y se inicia el renacimiento de una fuente cuya aportación en las próximas décadas, puede llegar a cubrir el 20 por ciento de las necesidades mundiales de electricidad sin cambios en la gestión de la red de distribución.

En el año 2004 la potencia eólica en España superará los 7.000 MW. El precio del kWh en España era de 0,0628 euros en el sistema de precios fijo o de 0,066 del pool más incentivo (0,037 del llamado precio pool y 0,0289 de compensaciones), frente a los 0,09 de Alemania, y es uno de los más bajos de la Unión Europea, pero el sistema de apoyo al precio ha demostrado su eficacia en Alemania y en España. Desde 1996 a 2002 el precio de la tarifa eólica para los productores acogidos al Real Decreto 2366/94 ha bajado un 36,94%. Los costes de la eólica son ya competitivos con los de las energías convencionales: unos 900 euros el KW instalado.

En el año 2010 en España llegaremos a 20.000 MW, y en el año 2040 podemos llegar sin problemas a 100.000 MW, produciendo gran parte de la electricidad que consumimos, y también hidrógeno, pero para ello se deben superar ciertas dificultades para integrar la eólica en la red eléctrica, y superar la oposición irracional a los nuevos parques eólicos. Cada kWh eólico permitiría ahorrar un kilogramo de CO₂, entre otras sustancias contaminantes. La eólica es la manera más económica de reducir las emisiones contaminantes y avanzar hacia la sostenibilidad.

Energía geotérmica

El gradiente térmico resultante de las altas temperaturas del centro de la Tierra (superiores a los mil grados centígrados), genera una corriente de calor hacia la superficie, corriente que es la

fuerza de la energía geotérmica. El valor promedio del gradiente térmico es de 25 grados centígrados por cada kilómetro, siendo superior en algunas zonas sísmicas o volcánicas. Los flujos y gradientes térmicos anómalos alcanzan valores máximos en zonas que representan en torno a la décima parte de las tierras emergidas: costa del Pacífico en América, desde Alaska hasta Chile, occidente del Pacífico, desde Nueva Zelanda a Japón, el este de África y alrededor del Mediterráneo. El potencial geotérmico almacenado en los diez kilómetros exteriores de la corteza terrestre supera en 2.000 veces a las reservas mundiales de carbón.

La explotación comercial de la geotermia, al margen de los tradicionales usos termales, comenzó a finales del siglo XIX en Lardarello (Italia), con la producción de electricidad. Hoy son ya 22 los países que generan electricidad a partir de la geotermia, con una capacidad instalada de unos 8.000 MW, equivalente a ocho centrales nucleares de tamaño grande. Estados Unidos, Filipinas, México, Italia y Japón, en este orden, son los países con mayor producción geotérmica.

Actualmente, una profundidad de perforación de 3.000 metros constituye el máximo económicamente viable; otra de las limitaciones de la geotermia es que las aplicaciones de ésta, electricidad o calor para calefacciones e invernaderos, deben encontrarse en las proximidades del yacimiento en explotación. La geotermia puede llegar a causar algún deterioro al ambiente, aunque la reinyección del agua empleada en la generación de electricidad minimiza los posibles riesgos.

Los países con mayores recursos, en orden de importancia, son China, Estados Unidos, Canadá, Indonesia, Perú y México. El potencial geotérmico español es de 600 ktep anuales, según una estimación muy conservadora del Instituto Geominero de España. Para el año 2010 se pretende llegar a las 150 Ktep. Los usos serían calefacción, agua caliente sanitaria e invernaderos, no contemplándose la producción de electricidad.

BIOMASA

La utilización de la biomasa es tan antigua como el descubrimiento y el empleo del fuego para calentarse y preparar alimentos, utilizando la leña. Aún hoy, la biomasa es la principal fuente de energía para usos domésticos empleada por más de 2.000 millones de personas en el Tercer Mundo. Los empleos actuales son la combustión directa de la leña y los residuos agrícolas y la producción de alcohol como combustible para los automóviles en Brasil. Los recursos potenciales son ingentes, superando los 120.000 millones de toneladas anuales, recursos que en sus dos terceras partes corresponden a la producción de los bosques.

¿Es la biomasa una energía alternativa? A lo largo y ancho del planeta el consumo de leña está ocasionando una deforestación galopante. En el caso del Brasil se ha criticado el empleo de gran cantidad de tierras fértiles para producir alcohol que sustituya a la gasolina en los automóviles, cuando la mitad de la población de aquel país está subalimentada. Por otra parte, la combustión de la biomasa es contaminante.

En el caso de la incineración de basuras, la combustión emite contaminantes, algunos de ellos cancerígenos y disruptores hormonales, como las dioxinas. También es muy discutible el uso de tierras fértiles para producir energía en vez de alimentos, tal y como se está haciendo en Brasil, o el empleo de leña sin proceder a reforestar las superficies taladas.

En España actualmente el potencial energético de los residuos asciende a 26 Mtep, para una cantidad que en toneladas físicas supera los 180 millones: 15 millones de toneladas de Residuos Sólidos Urbanos con un potencial de 1,8 Mtep, 12 millones de toneladas de lodos de depuradoras, 14 millones de t de residuos industriales (2,5 Mtep), 17 Mt de residuos forestales (8,1 Mtep), 35 Mt de residuos agrícolas (12,1 Mtep), 30 Mt de mataderos y 65 Mt de residuos

ganaderos (1,3 Mtep). El reciclaje y la reutilización de los residuos permitirán mejorar el medio ambiente, ahorrando importantes cantidades de energía y de materias primas, a la vez que se trata de suprimir la generación de residuos tóxicos y de reducir los envases. La incineración no es deseable, y probablemente tampoco la producción de biocombustibles, dadas sus repercusiones sobre la diversidad biológica, los suelos y el ciclo hidrológico. A más largo plazo, el hidrógeno es una solución más sostenible que el etanol y el metanol.

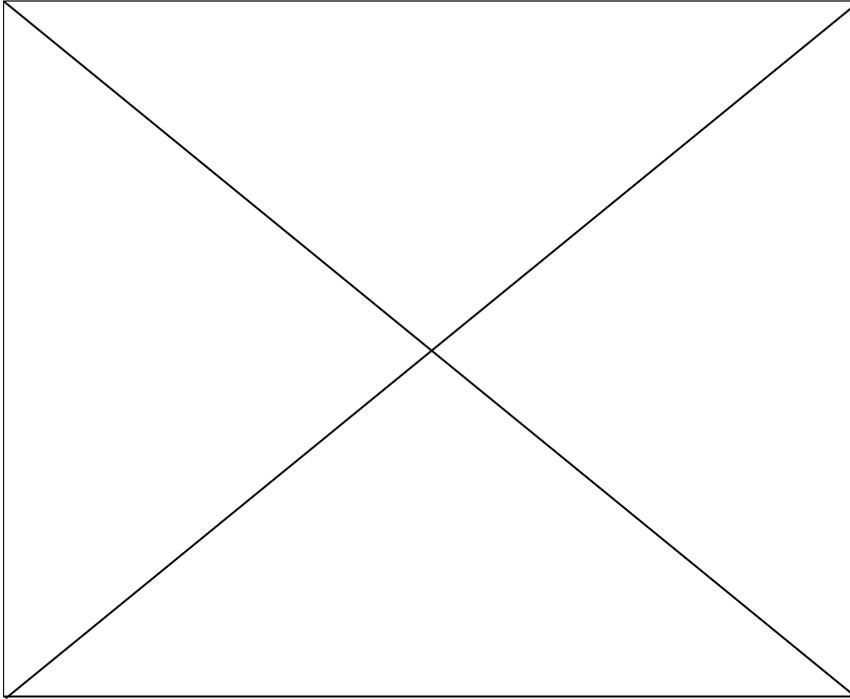
El Plan de Fomento de las Energías Renovables en España prevé que la biomasa llegue a 10.295 ktep. Hoy apenas llegamos a 3.600 ktep (incluyendo los biocarburantes y el biogás), con un incremento ínfimo respecto a años anteriores. Y las perspectivas no son mucho mejores. Con las políticas actuales, en el año 2010 difícilmente se superará el 50% de los objetivos del Plan (poco más de 5 Mtep), y tampoco se debería hacer mucho más. Los restos de madera, como sostiene ANFTA (Asociación Nacional de Fabricantes de Tableros), son demasiado valiosos para ser quemados, pues constituyen la materia prima base de la industria del tablero aglomerado y sólo debe quemarse como aprovechamiento último, y España es muy deficitaria en restos de madera (se importan más de 350.000 m³), y en madera en general (se importa más del 50%). Además el CO₂ se acumula en los tableros (cada metro cúbico de tablero aglomerado fija 648 kg de CO₂), mientras que la quema lo libera, se genera más empleo en las zonas rurales, más valor añadido y se producen muebles de madera al alcance de todos. El reciclaje debe tener prioridad frente al uso energético y los únicos residuos de madera que se deberían incinerar son las ramas finas de pino, los restos de matorral, las cortezas y el polvo de lijado.

Los costes de extracción y transporte de las operaciones de limpieza del monte para las plantas de biomasa son de 0,16 euros por kg, a los que hay que añadir los de almacén, cribado y astillado, secado, densificación y el coste del combustible auxiliar. Hoy las centrales termoelectricas de biomasa no son viables económicamente, y además esos residuos también son necesarios para el suelo (aporte de nutrientes, erosión).

La experiencia que se presenta se ha venido desarrollando en nuestra pequeña chacra ecológica de una hectárea, Bioagricultura Casa Blanca, ubicada en el valle del río Lurín, distrito de Pachacamac, a 35 km al sur de la ciudad de Lima, Perú. Cultivamos una amplia variedad de productos como yuca (mandioca), papa, camote (boniato), frijol, maíz, hortalizas, banano, fresa y diversas hierbas aromáticas. También criamos cuyes (cobayos) para consumo de carne y para el reciclaje de nutrientes para la chacra.

Hace más de diez años, en 1994, decidimos construir un biodigestor, modelo chino, con el fin de aprovechar mejor el estiércol producido por los cuyes de una granja que en aquella fecha contaba con una población de 600 animalitos. Hasta esa fecha, el estiércol del cuy era usado principalmente como abono orgánico, ya fuera de manera directa o mezclado con los rastrojos o residuos de cultivos para la preparación de compost, abono producido bajo condiciones aeróbicas.

Actualmente la población de cuyes fluctúa entre 900 y 1.000 unidades y nos produce aproximadamente tres toneladas métricas de estiércol al mes (36 toneladas por año). Es a partir de esta biomasa de origen animal producida en la chacra –a la cual se añade la biomasa vegetal (residuos de cosechas)– que se promueve el reciclaje. Mediante estos procesos podemos producir no solamente bioabonos, en forma líquida o sólida, sino también biogás.



El proceso que se realiza usando el biodigestor es en cierta forma una réplica de lo que ocurre en la naturaleza cuando la biomasa enterrada durante millones de años se descompone en condiciones anaeróbicas y produce un yacimiento considerable de gas natural o biogás.

El biodigestor de Bioagricultura Casa Blanca tiene una capacidad de diez metros cúbicos. La cámara central tiene tres orificios que están conectados: un orificio central que sólo se abre una vez al año, para la carga inicial y la descarga; un orificio lateral conectado a un tubo que va cerca del fondo de la cámara y que sirve para la alimentación periódica, y finalmente un tercer orificio conectado a una cámara lateral por donde sale el bioabono líquido o biol.

La carga inicial o carga de fondo con la que se alimenta cada año el biodigestor está constituida por un precompost que, en el caso de Bioagricultura Casa Blanca, es preparado a base de rastrojo de maíz y estiércol de cuy. Una tonelada de este precompost, que tiene de tres a cuatro semanas de preparación, y con una temperatura de entre 50 y 55° C, se introduce por la boca central y se mezcla con 200 litros de rumen o bazofia proveniente del estómago del ganado vacuno recién sacrificado; este material se obtiene de un matadero o camal de la zona, sólo una vez al año y, generalmente, de forma gratuita pues es considerado material de descarte. El rumen o basofia contiene una carga alta de microorganismos anaeróbicos responsables del proceso de fermentación y la producción de biogás, en particular de metano.

Luego se añade agua hasta completar un volumen de aproximadamente ocho metros cúbicos, dejando los dos metros cúbicos restantes para el almacenamiento del biogás en la parte superior de la cámara central del biodigestor. Inmediatamente, se procede a cerrar el orificio central con una tapa pesada sobre la cual incluso se colocan piedras para evitar que sea levantada por la presión del biogás producido.

Cada semana se alimenta el biodigestor con una mezcla de estiércol de cuy y agua, en proporción de 1:3, lo que nos permite contar con un volumen suficiente de gas para toda la semana.

Al cabo de un año de la alimentación inicial del biodigestor se hace la descarga, obteniéndose el bioabono sólido o biosol. En el modelo original, la descarga se realiza por el orificio central, lo que es muy incómodo y complicado. Para facilitar la descarga del biosol hemos efectuado una modificación al diseño original del biodigestor, que consiste en la construcción de una ventana lateral, que da a un ambiente contiguo al biodigestor, y está cerrada herméticamente con una tapa de hierro galvanizado, sujeta con pernos.

El biodigestor de Bioagricultura Casa Blanca viene funcionando eficientemente desde su construcción hace 10 años y gracias a la producción de biogás hemos podido ahorrar de manera significativa el costo de energía eléctrica de la casa.

Una vez que el biodigestor comienza a producir biogás (a los cinco o seis días en verano), esta energía puede ser utilizada como combustible en la cocina o para el alumbrado en forma directa, mediante lámparas de gas. Si se cuenta con un generador eléctrico que funciona con gasolina, previa modificación del carburador, se puede hacerlo funcionar con el biogás (metano) para producir electricidad.

Por otro lado, obtenemos de manera constante bioabono líquido o biof, que no sólo es un excelente abono orgánico para nuestros cultivos, sino que, por su contenido de fitohormonas, es un valioso activador del crecimiento y floración de las plantas, en particular de los frutales.

El tercer producto del biodigestor se obtiene anualmente al realizar la descarga, cuando se recolecta el bioabono sólido o biosol, el cual es un excelente abono para los cultivos.

Dado el creciente interés por los biodigestores, cada año, cuando vamos a descargar el biodigestor y volverlo a cargar, ofrecemos cursos con el lema «aprender haciendo», a través de los cuales los participantes pueden aprender de manera muy práctica cómo está construido un biodigestor, cómo funciona y cómo se descarga y se vuelve a cargar.

HIDRAULICA



Ana Iglesias.— Récord de descubrimientos de crudo en Brasil y México. Repsol y las demás petroleras, de parabienes. Y Telefónica, siempre de temporada, muestra números saludables y confirma inversiones como la de 400 millones de dólares para 2009 en Perú. Negocios de siempre en el continente que, para fortuna de los inversores, sigue ofreciendo nuevas oportunidades. Hablamos del potencial que representa la región en dos temas tan *queridos* para España como los de las energías renovables y la gestión del agua. A propósito, América Latina ha aceptado finalmente la oferta europea de una amplia cooperación en materia energética, así como en otros asuntos relacionados con la bendita crisis. Los participantes en la XIV Conferencia ministerial entre la Unión Europea y el Grupo de Río, que se celebró en Praga, acordaron (con algunas reservas del ALBA de Chávez) una declaración que promueve una cooperación de recetas europeas, tanto en lo energético como en las posibles salidas a la recesión mundial.

Estos fastos ministeriales tienen razones de peso detrás. Sin contar con los grandes emprendimientos de Endesa o los importantes hallazgos de yacimientos y la construcción de infraestructuras que tienen a los combustibles fósiles por protagonistas, todo un mundo de posibilidades se abre ante la sola mención de los términos energía hidráulica y renovables.

De las grandes hidroeléctricas depende más de la mitad del consumo de energía eléctrica de la región. Pero la capacidad instalada de tecnologías alternativas para la generación de electricidad es incipiente. Y en este terreno, lejos de la nuclear, hay un vasto campo por explorar, aunque algunos jeques atómicos se encaramen en tours promocionales por la zona (tal la gira americana

realizada hace un par de meses por el director general del Organismo Internacional de Energía Atómica, el egipcio Mohamed El Baradei).

Potencial hidráulico, eólico y solar

Un informe de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE) indicaba, el año pasado, que América Latina y el Caribe tienen un potencial de energía hidráulica equivalente a 194.000 millones de barriles de petróleo, pero que solo utilizan el 21 por ciento, incluso en los periodos en que el petróleo ha resultado definitivamente caro.

Brasil (con una potencia instalada de 160 millones de Kw y un crecimiento de la demanda del 5% anual), Perú y la pequeña Bolivia son los países sudamericanos con mayor potencial hidroeléctrico. Por poner apenas un ejemplo: el potencial de Bolivia alcanza los 200 millones de Kw, gracias a los desniveles andino-amazónicos y andino-platenses de su territorio, aunque esa cifra podría aumentar con inversiones en obras civiles de envergadura. De ese potencial, Bolivia, un país con grandes sectores de la población rural sin luz eléctrica y un reservorio energético para sus grandes vecinos, tiene sólo un millón de Kw instalados.

En cuanto a las renovables, el potencial de energías como la eólica y la solar en Latinoamérica es de 13.500 barriles equivalentes de petróleo (bep) y solo se aprovecha una quinta parte. Faltan tecnología e instalaciones, todo lo que un país como España podría proveer. De hecho, en España se ha escuchado hablar de la posibilidad de colocar la sobreproducción de placas solares en el renovado mercado norteamericano... ¿Y por qué no exportar al resto de América?

Antes de los ultimísimos descubrimientos de cuencas petrolíferas, se calculaba que las reservas de crudo de América Latina y el Caribe alcanzarían para algo más de 30 años; las de gas, incluso un par de años menos y las de carbón, esas sí, para más de 450 años. Pero la demanda energética latinoamericana y del Caribe crecerá más del 70% en la próxima década (a unos 8.000 bep) y de ahí la importancia de la diversificación de fuentes.

Los expertos sitúan en La Patagonia y el Istmo de Tehuantepec -esto es, el extremo norte y sur del subcontinente- dos de los sitios privilegiados que hay en el mundo para la generación de energía eólica. Ni hablar del potencial solar. Con las extensiones infinitas de América, la biomasa también hace soñar con la posibilidad de mover a costes mínimos su parque automotor. Mención y polémica aparte, Argentina y Brasil ya se proponen como los grandes exportadores de biodiesel.

El agua, ese tesoro

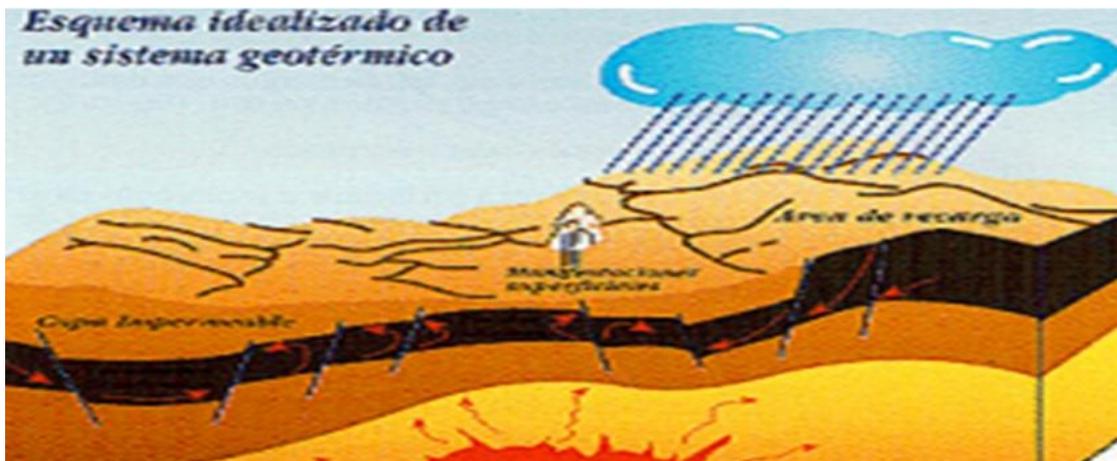
Tan significativo como el asunto energético resulta el de la gestión del agua en Latinoamérica, una de las regiones que más agua aporta al mundo. Según Naciones Unidas, Sudamérica concentra el 26% de los recursos hídricos globales frente a un 8% de la población mundial (en Asia, por caso, un 60% de la población se reparte el 36% del agua del mundo). Sin duda, la del territorio sudamericano es una gran riqueza hídrica en términos relativos.

Y, como en terreno energético, incluso más que en terreno energético, las necesidades de agua se acentuarán y habrá que estar preparados para la mejor gestión de los recursos existentes.

Por el momento, el Fondo Español de Agua y Saneamiento para América Latina y el Caribe, un fondo público que promueve AECID con la colaboración del BID, está dotado de 600 millones de euros. También la Corporación Andina de Fomento ha aprobado 90 millones de dólares destinados a la provisión de agua y la depuración.

A la luz de estos emprendimientos gubernamentales y en vista de lo que podrían representar los mercados de agua, algunos especialistas sugieren la creación de fondos mixtos para la inversión en servicios de agua potable y saneamiento en la propia región (hoy, más de 80 millones de personas carecen de agua potable y más de 100 millones padecen el déficit de saneamiento en América Latina). Algunos analistas van incluso más allá y apuntan la necesidad de empezar a estudiar las posibilidades de intercambio de derechos de agua y hasta de comercio entre diversas regiones del mundo.

GEOTERMICA



Debido al calor interior de la tierra que genera un gradiente de temperatura

Libros y estudios

- IDAE (1999). Plan de Fomento de las Energías Renovables en España. Madrid.
- Ministerio de Economía (2002). Planificación de las redes de transporte eléctrico y gasista 2002-2011. Madrid.
- ANFTA (Asociación Nacional de Fabricantes de Tableros) (2002). Restos de madera: demasiado valiosos para ser quemados. Madrid.
- Johansson, T. B. et al (1993): Renewable Energy, Island Press, Washington, D. Deudney y C. Flavin: "Renewable energy: The power to Choose", New York, Norton, 1983.
- Goldemberg et al.: Energy for a sustainable world, John Wiley and sons, New Delhi, 1988.
- Ogden, J.M. et Williams R. H.: Solar Hydrogen. Moving Beyond Fossil Fuels, World Resources Institute, Washington, 1989.
- Maycock, P.: Photovoltaic technology, performance, cost and market forecast.