

# MATRIZ ENERGÉTICA EN EL PERÚ Y ENERGÍAS RENOVABLES

## II. CONTRIBUCIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Alfredo Novoa Peña

## III. APROVECHAMIENTO DESCENTRALIZADO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA

Manfred Horn Mutschler

Av. Camino Real 456, Torre Real Of. 901 San Isidro  
Lima // Apartado 180955, Lima 18  
Teléfonos:(511) 4418494 / 4418454 / 4418422  
[www.fes.org.pe](http://www.fes.org.pe)







**Producción:** Fundación Friedrich Ebert

**Coordinador temático:** Oliver Marcelo

**Coordinador FES:** Raúl Tecco

**Edición y corrección de Estilo:** Carolina Herrera Pecart

**Diseño y diagramación:** Ananí Gonzales Huamaní

**Impresión:** Corporación Gráfica + Media S.A.C

**Depósito Legal N°:** 2010-03321

# CONTENIDO

## II. CONTRIBUCIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

### Resumen

### Temas específicos

1. Uso de las energías renovables para la generación eléctrica conectada a la red.....	7
2. Capacidad del sistema de generación, transmisión y distribución .....	11
3. Potencial, ventajas y desventajas de los biocombustibles en el país.....	14
4. Futura matriz energética incorporando fuentes renovables .....	16
5. Ciencia, ingeniería y tecnología .....	19
6. Desarrollo de empresas de bienes de capital y servicios nacionales en el sector de las energías renovables.....	20
7. Desafíos y tareas pendientes.....	20

## III. APROVECHAMIENTO DESCENTRALIZADO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA

Resumen

Temas específicos

1. La biomasa tradicional en la matriz energética actual .....	31
2. Uso de la energía solar térmica: urbano y rural .....	33
3. Arquitectura bioclimática: urbana y rural.....	34
4. Uso de energías renovables para la generación eléctrica aislada de la red.....	36
5. Subsidios existentes o necesarios para la electrificación rural .....	39
6. Uso de residuos sólidos y líquidos para la producción de energía .....	40

## II. CONTRIBUCIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Elaborado por: Alfredo Novoa Peña

*“Cuando soplan vientos de cambio, algunos levantan murallas y otros molinos de viento”*

### RESUMEN

El Perú necesita un Plan Nacional de Desarrollo a largo plazo. Somos un país sin rumbo claro y sin instituciones que piensen a largo plazo. Tenemos que cambiar el modelo nacional para crear valor, e ingresar en actividades económicas con alto contenido de conocimientos y retornos crecientes. La energía debe ser planeada por lustros y décadas. Las cifras e indicadores de la energía primaria, combustibles y electricidad son perturbadoramente pequeñas en relación con el tamaño y potencial del país. Nuestras políticas en las tres últimas décadas han sido muy poco sabias al no estimular inversiones significativas en nuevas hidroeléctricas. Los desarrollos en energías eólica, fotovoltaica, termo solar de alta temperatura o geotérmica, están en su infancia abriéndose paso contra viento y marea. En este siglo veremos el ocaso de la era del petróleo y el renacimiento de las energías renovables para salvar al planeta del calentamiento y cambio climático, nuestras principales amenazas. La ciudadanía planetaria es una nueva forma de vida y los peruanos estamos obligatoriamente envueltos en ella. Nuestro país es rico, bendito, complejo y frágil, mega biodiverso, con 84 zonas de vida del planeta tierra, le brinda a éste valiosos servicios ambientales a través de su Amazonía, su pulmón y aire acondicionado.

La integración de hombre, naturaleza, tecnología y energía, debe encaminarnos hacia un Perú que genere electricidad con menos carbono, particularmente en las grandes ciudades. Debemos ser extremadamente rigurosos y estar alertas en el manejo de nuestra Amazonía, masivamente lotizada para la explotación minera, forestal, gasífera, petrolera, carretera y/o hidroeléctrica. Tenemos recursos energéticos renovables –hidráulicos, eólicos, termo solares, fotovoltaicos, termo solares de alta temperatura, geotérmicos, biomasa– para este y el próximo siglo. Somos pequeños en gas natural y petróleo, pero tenemos posibilidades de explotar el uranio. Es indispensable usar sabiamente nuestros recursos de gas natural para, primero, crear riqueza en el Perú y evitar luego, que se siga quemando indiscriminadamente en ineficientes turbinas de ciclo simple.

# Contribución de las energías renovables

Los biocombustibles tienen en la biomasa y micro algas un potencial considerable. Debemos retornar a la educación cívica para construir un país con valores renovados, diferente, moderno, globalizado, consciente y respetuoso de su ambiente, en el que la Ciencia, Tecnología e Ingeniería sean el sustento de la creación de valor como sociedad.

Mirando al 2020, tendremos que construir una economía moderna, globalizada y eficiente, una fuerte capacidad científica y tecnológica en las universidades, un alto nivel cultural y educativo en la población y para eso esperamos una clase política sabia y honesta. Tenemos que involucrar a los jóvenes y niños en la creación de nuevos valores. Por ello debemos ser conscientes que la combinación de Ciencia, Ingeniería y Tecnología (CIT), tiene que ser materia de un plan científico y tecnológico de desarrollo sostenido a largo plazo y tendrá que ser la prioridad nacional.

Tenemos que diseñar una Fuerza Armada que recupere el sitio de institución tutelar de la Nación, lista para asegurar la paz e integridad nacional y protección de nuestro rico país. El Perú es un país con exceso de talento y una población emprendedora, acostumbrada a administrar escasez e incertidumbre, y lista para asumir riesgos. Haciendo un primer cálculo y estimado inteligente de las inversiones en nuevas fuentes de generación eléctrica para la década del 2010 - 2020, vemos que serán del orden de los US\$ 10,000 a 12,000 millones. El concepto que la electricidad más cara es la que no hay, es más válido que nunca hoy y en el futuro.

Es urgente reformar al Sector Energía y Minas, OSINERGMIN y el COES, y para esta nueva etapa de las energías renovables derrumbar prejuicios, aprender a manejarlas y estimularlas. Eficiencia y ahorro energético son conceptos y prácticas poco habituales en Perú. No hay realmente una política nacional de ahorro ni conciencia del uso productivo de la electricidad y los varios millones de peruanos sin luz en sus hogares, son una herida abierta inaceptable para los que tenemos el privilegio de tenerla, un desafío que debemos resolver en el próximo lustro. La energía es un derecho universal de los peruanos y en las próximas dos décadas debemos hacerla realidad para los marginados. La energía es el sustento de nuestro desarrollo económico y uno de los más grandes desafíos que enfrentamos en este siglo.

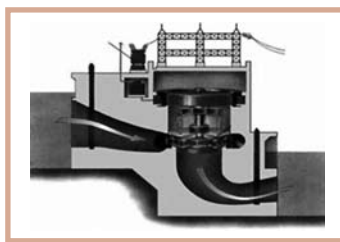
*“Para los niños del Perú y aquellos aún no nacidos, les digo que estoy haciendo lo mejor para hablar en su nombre y hereden un país que sea una verdadera morada del hombre”.*

## Temas específicos:

### 1. Uso de las energías renovables para la generación eléctrica conectada a la red

No es evidente que tengamos una vocación petrolera y nuestros recursos de gas natural son más bien pequeños comparándolos con los del contexto internacional. Es nuestra tarea entonces, planear su uso inteligente y previsor a través de inversiones, tecnología y conocimiento, para que se canalice primero al

mercado nacional, se agregue valor a nuestro gas natural y se obtengan productos que fomenten círculos virtuosos de generación de riqueza en forma sostenida. Es hora de plantear honestamente si quemar el gas natural a precios bajos en turbinas a ciclo simple, es conveniente para el Perú.



En este contexto, los recursos energéticos renovables son enormes y debemos ponerlos en uso para lograr nuestro desarrollo económico y elevar la calidad de vida, particularmente de aquellos peruanos marginados del progreso en las zonas rurales, aisladas y marginadas. Es moralmente condenable y éticamente inaceptable que en un país con nuestras características todavía existan pobres extremos, marginados de la electricidad, agua, acceso a una educación de calidad y viviendo en condiciones poco decorosas e incompatibles con la dignidad humana. Las horas e intensidad de la radiación solar, la velocidad y persistencia de los vientos y los torrentes de agua de nuestros ríos y lagunas, deben convertirse en electricidad, agua, educación y confort humano para los menos privilegiados ya que si no se les brinda estos elementales bienes y servicios, pocas serán las opciones de progreso en sus

vidas. Sin electricidad en sus casas no tendrán acceso a la radio, televisión, comunicaciones, y no podrán estudiar adecuadamente ni tener acceso al mundo exterior. Las energías renovables no convencionales son un mundo nuevo no solo en el Perú sino en muchos países. /1/

A continuación presentamos un listado resumido con el estimado del potencial de las energías renovables:

- Solar térmico: todo el territorio con radiaciones entre 5.0 y 6.5 Kwh/m<sup>2</sup>-día. Para hogares y poblados. Recurso ilimitado.
- Solar fotovoltaica: alta irradiación. Desiertos, ciudades, Andes y Amazonía. Para hogares y poblados. Los costos bajan rápidamente. Debemos iniciar su uso masivo con un marco legal positivo.



# Contribución de las energías renovables

- Solar de alta concentración: alta irradiación. Desiertos, Andes. Millones de Kw de potencial.
- Eólica: 20,000 MW en la costa y en los valles interandinos. Estamos iniciando y será importante.
- Geotérmica: en el sur, en zonas volcánicas.
- Mareomotriz: poca información y limitado potencial.
- Biogas: enorme, a partir de desechos líquidos y sólidos, y de la biomasa. Pequeña escala. Industrias.
- Bioetanol: a partir de la caña y micro algas. En la costa. Capacidad de 200,000 TM/año.
- Biodiesel: a partir de plantas oleaginosas, micro algas y celulosa. /2/ Capacidad de varios millones de TM. Tenemos poca agua dulce en la costa, pero desiertos y agua de mar.
- Biomasa: en todo el territorio. Enorme potencial.
- Hidráulico: Andes principalmente. En Amazonía, con grandes reservas e interrogantes por graves temas ambientales.
- Hidrógeno: a partir del H<sub>2</sub>O, usando energías renovables.
- Celdas de combustible: Hidrógeno.

Poseemos suficiente energía, potencial y recursos naturales –que duda cabe–, como para satisfacer nuestras demandas de crecimiento económico, en este siglo y en el próximo, las demandas futuras de electricidad y energía para la industria, transporte, ciudades, agricultura y minería. El sol, como fuente principal de energía primaria y de vida, lo tenemos abundante en nuestra costa, sierra y selva con largas horas de irradiación y altos niveles energéticos por metro cuadrado. Nuestros vientos están entre los

mejores del mundo, /3/ particularmente en la costa peruana en zonas aisladas, desérticas, frente al mar, con una frecuencia e intensidad que son la envidia de los europeos cuando descubren sus características. Se estima un potencial mínimo de 20,000 MW a lo largo de la costa.

El potencial hidroeléctrico de los Andes peruanos es considerable /4/ –del orden de los 45,000 MW– no solamente en emprendimientos del orden de los 100 - 300 MW sino en infinidad de micro centrales hidroeléctricas en localidades andinas aisladas. No podemos olvidar, cuando se planean las hidroeléctricas, que se debe de analizar los efectos potenciales del calentamiento global sobre nuestros Andes en su capacidad de generación eléctrica. Si bien el potencial hidroeléctrico en la cuenca amazónica es grande, no deja de causar una profunda preocupación y angustia, por el devastador impacto ambiental y humano que pueda ocasionar, y que trasciende a las comunidades nativas, pueblos e infraestructura de transporte y urbana existente. Solo se justifica un emprendimiento en la selva peruana cuando los impactos ambientales son mínimos y controlados y sus frutos son esencialmente solo para el Perú y nadie más. Sería ingenuo, antipatriota e irresponsable aceptar proyectos hidroeléctricos gigantescos en la selva peruana, de los que el principal beneficiario sea otro país –como el caso de Inambari–, a costa de inaceptables y letales impactos ambientales, económicos y sociales para nuestro territorio. No hay justificación alguna para aceptarlos.

Los recursos geotérmicos solo se explotan en baños termales y para brindar confort humano, pero todavía no se explota su capacidad de generar electricidad, este es un nuevo desafío para afrontar.

Las energías renovables pueden ser percibidas por los productores actuales de electricidad que utilizan combustibles fósiles, como una amenaza a sus actuales operaciones tradicionales, pues todo cambio o innovación mayor que afecte intereses económicos bien

# Contribución de las energías renovables

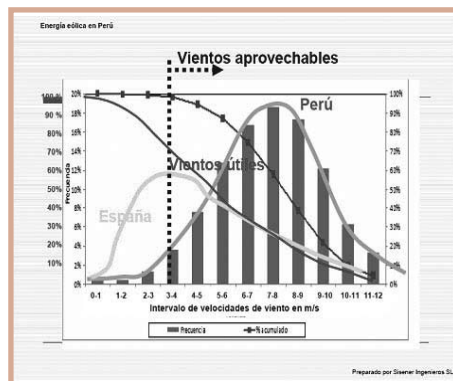
establecidos, muy rentables y convencionales, genera enormes resistencias y hasta animadversión contra las energías limpias. Somos testigos en los últimos años, de la resistencia activa y pasiva de algunas instituciones del Estado, así como de aquellos generadores que utilizan combustibles fósiles, al ingreso de la energía eólica y otras de naturaleza renovable no convencional. Hay un sabio proverbio oriental que dice: “*cuando soplan vientos de cambio, algunos levantan murallas y otros molinos de viento*”, frase que se aplica muy bien a lo que el Perú vive en estas épocas pioneras.

En realidad, lo descrito es una buena noticia y señal que avanzamos. Esto no es novedad y ha sucedido en muchos países, particularmente en Europa, y es una confirmación de estar encaminados en la dirección correcta y que nadie va a detener el avance de las nuevas energías en el Perú. En España, por ejemplo, la entidad promotora de la energía renovable hace seis años tuvo que contratar una empresa consultora para que opine sobre un informe negativo de la entidad estatal encargada de manejar el sistema interconectado, con el fin de explicar que el ingreso de la energía eólica no era como se había presentado y que existían soluciones técnicas viables que harían que el ingreso de esta energía no representara un elemento nocivo al sistema, sino que simplemente tocara manejar sus ciclos y el despacho de cargas en forma diferente. España es hoy día una potencia mundial en energía eólica.

El Perú tiene que pasar por esta curva de aprendizaje y el ente responsable del manejo del sistema interconectado tendrá que aceptar, aprender y despachar las energías eólicas y fotovoltaicas, dentro de un sistema que hasta ahora, está dominado por centrales

hidroeléctricas y centrales a gas. Tenemos que perder el miedo a las energías limpias y ver por ejemplo el caso descrito de España. Lejos de ver estas energías como amenaza deberían ser percibidas como una extraordinaria oportunidad de contar con mayor generación y transmisión descentralizada en un sistema actual que requiere de re-ingeniería mayor. Esto llegará de todas formas en el corto plazo. Un rápido análisis de las fortalezas energéticas del Perú, nos aconseja que debemos construir sobre ellas y en particular, sobre sus recursos renovables y durables.

El Perú no tiene vocación petrolera y sus reservas de gas son pequeñas, por eso debemos de ser prudentes y sabios en la aplicación de estos escasos, valiosos y agotables recursos. La empresa Shell, recientemente anunció que es posible que el petróleo se agote alrededor del año 2050 por una combinación de crecimiento natural de demanda, oferta decreciente, poca inversión y las presiones sobre los combustibles fósiles por sus efectos en el cambio climático y calentamiento global. Si añadimos a lo anterior, los contextos políticos y religiosos de aquellos países principales productores de petróleo –Venezuela, Irak, Irán, Argelia, Arabia Saudita–, vemos que son países no exentos de serios vaivenes políticos y tensiones regionales que causan volatilidad en los precios y pueden tener consecuencias graves en el funcionamiento de los países. La no muy lejana crisis de suministro de gas de Siberia hacia Europa occidental motivada por un conflicto con Ucrania, sólo confirma estos temores, pues pusieron a la comunidad europea en alerta roja ante la posibilidad de un corte del gas siberiano.



Preparado por Simer Ingenieros S.L.

La descentralización de las energías renovables en el Perú, es uno de los factores más resaltantes para

# Contribución de las energías renovables

una mejor administración. La energía eólica, por ejemplo, se puede instalar en forma importante en el norte: Lambayeque, Piura y Tumbes, Pacasmayo, Chimbote, y

en Ica y Nazca para el sur. Esto significa que se descongestionarían las principales líneas de transmisión de alta tensión que unen Lima con el norte y con el sur.

## Conclusiones y propuestas:

- ✓ Tenemos un considerable potencial –en este siglo y el próximo– para generar nuestra propia electricidad a partir de energías renovables: hidráulica en los Andes, eólica en la costa, solar térmica de alta temperatura en todo el territorio, solar fotovoltaica y solar térmica en la costa y sierra.
- ✓ Debemos reforzar nuestras instituciones responsables de las energías renovables –el Ministerio de Energía y Minas y OSINERGMIN, en particular–, y crear los estímulos necesarios para desarrollarlas, mayor concepto de carrera y educación continua a sus cuadros profesionales.
- ✓ Tenemos que desplegar los mejores esfuerzos para dialogar y llegar a mínimos consensos entre los actores interesados en el desarrollo de las energías limpias, incluso en aquellos que transitoriamente se oponen a su desarrollo. Ministerios, gremios, asociaciones, inversionistas, profesionales, todos deben participar en los diálogos. Diálogo es sinónimo de civilización, tolerancia e inteligencia.
- ✓ Los gobiernos regionales tienen que jugar un rol importante en este proceso, y utilizar las energías renovables para mejorar sus regiones y zonas de menores ingresos y menor índice de desarrollo humano.
- ✓ Tenemos que mejorar la legislación para el desarrollo de las energías renovables y evitar las subastas, que han fracasado en casi todos los países donde se ha tratado.
- ✓ Debemos establecer un sistema en el que las tarifas se definan en forma clara y transparente.
- ✓ Hay que formular el Plan Nacional de Energías Renovables para la próxima década.
- ✓ Vincular la industria, academia y ciencia con los mercados para desarrollar industrias peruanas de alta tecnología. Las universidades, alumnos e investigadores deben participar en esta nueva mega tendencia y edad de las energías renovables.
- ✓ El Perú debe llevar un planteamiento claro e inequívoco como Nación responsable ambientalmente, a los foros mundiales –Copenhague y regionales, OEA, UNASUR–, con planes de largo plazo para proteger nuestra Amazonía y biodiversidad.
- ✓ Tenemos que estar conscientes que el cambio climático y calentamiento global afectan a todas las actividades económicas de las naciones y trascienden fronteras.

## 2. Capacidad del sistema de generación, transmisión y distribución

No es un secreto que nuestro sistema eléctrico interconectado nacional es pequeño y vulnerable /5/ y que su reserva técnica está muy por debajo de los estándares internacionales. Este es un desafío y tarea pendiente para el COES. Las centrales fotovoltaicas podrían representar en el corto plazo, una solución viable para los más de 40,000 pequeños poblados que quedan por electrificar en nuestra sierra, donde llevar energía eléctrica con cables resulta sumamente oneroso. La tendencia del costo de inversión de las celdas fotovoltaicas es decreciente y ya se anuncia /6/ que pronto su costo puede llegar a US\$ 1 por vatio. Con estos valores, ya es factible instalar pequeños centros de generación fotovoltaica de cierto tamaño en zonas aisladas. Las centrales hidroeléctricas deben jugar ciertamente un rol importante y todos queremos que haya más, en particular en los Andes del norte, centro y sur, con ellas, podríamos asegurar el suministro de electricidad por muchas décadas dentro de una matriz balanceada. Las futuras centrales geotérmicas, particularmente en el sur del Perú, tienen que ser una prioridad para el Estado, para lograr su instalación y poner este recurso al servicio de la gran minería. Tenemos una ley y reglamento que nadie conoce ni aplica.

El sector eléctrico peruano cuenta con *413 centrales eléctricas*, con una potencia total de generación instalada de 7,158 MW, que durante el año 2008 generó 32,443 GWh (de los que el 94% corresponde al mercado eléctrico y el 6% para uso propio). El transporte de la electricidad generada se realiza a través

del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y las redes de los sistemas aislados (SSAA), las que en su conjunto disponen de 15,755 kilómetros de línea de transmisión a tensiones mayores de 30kV, ambas atienden a 4.6 millones de usuarios distribuidos en toda la República.

El crecimiento de la generación entre el 2007 y el 2008 fue de 8.4% y el incremento de la máxima demanda creció en 6%, la venta de energía a los mercados libres y regulados creció 9.1%. Del total de la energía eléctrica generada a nivel nacional, el 88.4% se destinó al consumo final nacional, el 10% fueron pérdidas y el 1.6% consumo propio.

El sector eléctrico peruano cuenta con *413 centrales eléctricas*, con una potencia total de generación instalada de *7,158 MW*, que durante el año 2008 generó *32,443 GWh*

La población del Perú al año 2008 alcanzaba los 29 millones de habitantes, ubicados en 25 regiones, que en su totalidad ocupan una extensión territorial de 1'285,136 kilómetros cuadrados. El promedio de consumo por habitante-año a nivel nacional fue de 1,001 Kw, consumo que aumentó 5.6% entre el 2007 y el 2008. De los 4.62 millones de usuarios, Lima alberga 1.69 millones y del total

de usuarios a nivel nacional el 89.7% se encuentra en el sector residencial, 9.5% en el comercial y el 0.8% en el sector industrial.

La potencia instalada estuvo representada en varias regiones: Lima 1,701.2 MW, Huancavelica 1,022.8 MW, Callao 568.1 MW, Arequipa 443 MW, Moquegua 440,7 MW, Junín 448.8 MW y Ancash 416,5 MW. La potencia efectiva total fue de 6,349 MW.

# Contribución de las energías renovables

Las ventas de energía se distribuyeron de la siguiente forma:

- 29% para la manufactura,
- 26% para la minería,
- 24% para residencial; y,
- 21% para la actividad comercial.

La industria eléctrica nacional contaba con 38 empresas encargadas de generar la energía para el mercado eléctrico, y 79 empresas auto productoras que operaban 413 centrales eléctricas, entre las cuales se encontraban: 163 centrales hidroeléctricas y 250 térmicas que generaban con gas natural, carbón, Diesel y residuales.

Las hidroeléctricas generan el 80% para el mercado eléctrico y 20% para uso propio, mientras que las centrales térmicas generan el 48% para el mercado eléctrico y 52% para uso propio. El 35% de las centrales interconectadas ha generado el 93% del total de la energía a nivel nacional, mientras el 65% de las centrales aisladas solo genera el 7% del total. La industria eléctrica que cuenta con una capacidad instalada de 7,158 MW tiene el 45% de origen hidráulico y 55% térmico.

La capacidad instalada del SEIN alcanzó 5,937 MW de los que el 52% es hidroeléctrico y 48% térmico. Las principales centrales hidroeléctricas son Mantaro con 798 MW, Restitución con 215 MW. La central térmica de Ventanilla tiene 524 MW, Chilca 1 con 372 MW y Santa Rosa con 281 MW. La potencia efectiva a nivel nacional alcanzó 6,349 MW en el 2008 y para el servicio del mercado eléctrico se puso a disposición 5,444 MW que representaron el 86% del total nacional.

La capacidad efectiva del SEIN fue de 5,356 MW de los que el 54% es hidroeléctrico y el 46% térmico. Entre las centrales de mayor potencia efectiva se encuentran la Central Térmica Ventanilla con 493 MW, la Central

Térmica Chilca 1 con 362 MW y la Central Térmica Ilo 1 con 266 MW.

La generación total de energía eléctrica fue de 19,040 GWh, toda de origen hidráulico, que representó el 59% del total generado y 13,402 GWh de origen térmico que representó el 41% del total. La energía eléctrica de origen térmico creció en 29% entre los años 2007 y 2008, mientras que la generación de origen hidráulico disminuyó en 3.1%. En suma, las participaciones por fuente en el mercado eléctrico fueron:

- 32% con gas natural,
- 61% con fuente hídrica,
- 4% con Diesel, y
- 3% con carbón.

La máxima demanda del SEIN en el 2008 alcanzó los 4,199 MW y aumentó 6% respecto al año 2007. El recurso hídrico para generar energía eléctrica estuvo localizado principalmente en la zona centro norte, en el Lago de Junín, y en la zona sur, en la Laguna Aricota. Los embalses de la zona centro norte del país alcanzaron un punto máximo de 815.9 millones de metros cúbicos y los embalses de la zona sur tuvieron un volumen máximo de 679.6 millones de metros cúbicos.

Los combustibles líquidos utilizados en las centrales térmicas fueron el Diesel 2 con 75.6 millones de galones, residual 6 con 40.5 millones de galones y residual 500 con 62.4 millones de galones, y el consumo de gas natural para generar energía fue de 2,470.7 millones de metros cúbicos, cifra que significó un 25.9% de incremento frente al 2007 y el 2008. Además, se utilizaron 1.1 millones de toneladas de bagazo, y 343.9 millones de toneladas de carbón.

A fines del año 2008 el SEIN registró 15,398 kilómetros de líneas de transmisión, de las cuales 16% son líneas principales y garantizadas son secundarias y complementarias. Estas líneas transportan energía

# Contribución de las energías renovables

eléctrica hacia el norte, centro y sur del país. La red de energía del Perú (REP S.A.) dispone de 4,342 kilómetros y las empresas que generan energía para uso propio disponen de 8.885 kilómetros de líneas en diversos niveles de tensión. Existen en el Perú 4'624,792 de usuarios finales, de los que 4'624,534 son clientes regulados y 258 clientes libres.

La energía eléctrica comercializada alcanzó los 26,964 GWh, el 60% de esta fue distribuida por 23 empresas distribuidoras y el 40% por 16 empresas generadoras habiendo crecido las ventas en 9% en el período 2007 - 2008. Las principales empresas distribuidoras fueron Luz del Sur, Edelnor, Edelsur, ElectroPerú, Edegel, Hidrandina, Termoselva, y Electro-noroeste entre otras.

Las ventas de energía eléctrica de las empresas generadoras y distribuidoras a sus clientes finales alcanzaron los US\$ 2,216 millones, cifra que representó un incremento del 21.1% con relación al año 2007. Las empresas generadoras tuvieron solo una participación del 32% de la facturación mientras que las distribuidoras alcanzaron el 68%. La facturación a través del SEIN alcanzó el 97% del total, y sus sectores de mayor consumo fueron el industrial, con el 42%, residencial 34%, comercial 20% y alumbrado público 4%.

El precio medio de la electricidad total del Perú durante el 2008 fue de 8.22 centavos \$/Kwh, siendo el precio medio total en el mercado regulado de 9.56 centavos \$/Kwh. El precio en baja tensión fue de 11.25 centavos \$/Kwh, 6.39 centavos \$/Kwh para media tensión y 5.69 centavos \$/Kwh para alta tensión. Para diciembre del 2008 la tarifa residencial - BT5 estaba

fijada en 11.42 centavos \$/Kwh. El precio medio total en el mercado libre fue de 6.64 centavos \$/Kwh y las empresas generadoras tuvieron un precio medio de 6.70 centavos \$/Kwh.

El total de trabajadores que desarrollaban actividades eléctricas alcanzó en diciembre del 2008, las 6,427 personas. De estas, el 35% en generación, 7% en transmisión y 58% en distribución. Los indicadores de la capacidad instalada y de producción de energía eléctrica por trabajador fueron de 2.93 MW/trabajador y 15.30 Gwh/trabajador respectivamente.

Las pérdidas de energía eléctrica alcanzaron el 10% de la energía bruta producida, y la baja tensión significó el 74% de todas estas. Las inversiones en el sector electricidad durante el 2008 alcanzaron los US\$ 862 millones,

un incremento del 37% sobre el 2007. De este monto, el sector privado invirtió US\$ 633.66 millones y US\$ 1,128.89 las empresas del sector estatal, además US\$ 99.49 millones por la Dirección General de Electrificación Rural. De este total, US\$ 702.68 millones corresponden a inversiones eléctricas y US\$ 59.87 millones a inversiones no eléctricas.

En generación se invirtieron US\$ 483.53 millones, en transmisión US\$ 43.10 millones y en distribución US\$ 235.92 millones. Durante el mismo año las empresas generadoras, transmisoras y distribuidoras tuvieron una facturación total de US\$ 3,547 millones de los que el 68% se destinó a la empresa privada y 32% para la empresa estatal, correspondiendo el 50% a las generadoras, 4% a las transmisoras y 46% a las distribuidoras.

**Las ventas de energía eléctrica de las empresas generadoras y distribuidoras a sus clientes finales alcanzaron los US\$ 2,216 millones, cifra que representó un incremento del 21.1% con relación al año 2007**

## Conclusiones y propuestas:

- ✓ El Sistema Eléctrico Interconectado Nacional es débil y necesita ser reforzado, modernizado y proyectado al 2020. El MEM y el COES deben tener una actitud proactiva de planeamiento y supervisión, además deben asegurar que las empresas inviertan para construir un futuro cimentado en las fortalezas del Perú.
- ✓ En la actualidad los futuros proyectos energéticos de ERNC tendrán que venir forzosamente, con los necesarios refuerzos en transmisión y distribución, al tener el país un sistema débil y con notorios retrasos en tecnología y capacidad.
- ✓ Tenemos que aceptar las ERNC como una realidad imparabile y necesaria para el Perú y el mundo. Tratar de frenarlas y ponerles obstáculos no solo es insensato, sino inútil.
- ✓ Existen mejores usos para nuestro escaso y agotable gas natural que la generación eléctrica en turbinas de ciclo simple.

## 3. Potencial, ventajas y desventajas de los biocombustibles en el país

El agua en el Perú está concentrada principalmente en la cuenca amazónica con el 97% del total /7/. La costa y la sierra tienen solo el 3% del agua dulce y este hecho demarca las posibilidades agrícolas y pecuarias de ambas. La costa peruana es un gigantesco desierto irrigado por 52 ríos que descienden de los Andes a lo largo de sus 3,500 kilómetros de litoral. Los espacios desérticos entre valle y valle son los que progresivamente, gracias a la tecnología y empuje de los peruanos, se han incorporado a la agricultura moderna, pues nuestros ingenieros agrónomos son muy competentes en el aprovechamiento del recurso hídrico y en la conquista de los desiertos.

Esta disponibilidad de tierra y agua en el territorio, configuran el potencial real para la producción de biocombustibles en el Perú. En la cuenca amazónica existen dos claras posibilidades para la producción de bio-

combustibles: la primera a partir de la caña de azúcar –para obtener bioetanol– y la palma aceitera y jatropha o piñón –para obtener biodiesel–, ambos cultivos idóneos para zonas tropicales, pues la caña requiere una gran cantidad de agua y tiene altos rendimientos, incluso la jatropha ya está siendo experimentada en la región San Martín con resultados promisorios. En la sierra, la única probabilidad sería la colza, apta para regiones templadas y frías, existe, sin embargo, el gran inconveniente de la predominancia de los minifundios, en consecuencia no es factible llevar a cabo cultivos extensivos.

En la costa, la caña de azúcar, cultivada en zonas donde hay abundante agua, sería la más propicia para la producción de bioetanol. Este cultivo ya se ha iniciado en la Región Piura con altos rendimientos. También está presente la probabilidad de cultivar la higue-

# Contribución de las energías renovables

rilla, que requiere poca agua, crece rápidamente y es venenosa, por lo tanto no compite con el consumo humano, como otras plantas oleaginosas; ya anteriormente se intentó su cultivo pero se abandonó por razones económicas. La jatropa o piñón es también un cultivo posible para la obtención del biodiesel pero habría que encontrar tierras lo suficientemente económicas para justificar la inversión y la espera de tres años para que madure y se inicie la producción.

Las micro algas –plantas microscópicas elementales– se presentan como una salida de gran potencial para la producción masiva de aceites en el Perú y finalmente el biodiesel, así como de una valiosa biomasa. Estas no compiten con la alimentación humana, pueden usar agua de mar, se cultivan masivamente en desiertos y tienen grandes rendimientos. Hay más de 100,000 cepas diferentes de micro algas en el mundo y el Perú tiene un considerable stock de ellas. Su rendimiento puede alcanzar muchas veces el de las plantas terrestres.

Comparemos unos cuantos datos de los rendimientos en litros por Hectárea-año:

Especie	Litros producidos por hectárea
Soja (Glicine max)	420
Arroz (Oriza sativa)	770
Tung (Aleurites fordii)	880
Girasol (Helianthus annuus)	890
Maní (Arachis hipogaea)	990
Colza (Brassica napus)	1,100
Ricino/higuerilla (Ricinus communis)	1,320
Jatropha/piñón (Jatropha curcas)	1,590
Aguacate, palta (Persea americana)	2,460
Coco (Cocos nucifera)	2,510
Cocotero (Acrocomia aculeata)	4,200
Palma (Elaeis guineensis)	5,550
<b>Micro algas</b>	<b>58,000/137,000*</b>

\* La cifra varia de acuerdo a la especie de alga.

## Conclusiones y propuestas:

- ✓ No somos productores de aceites y grasas vegetales. Importamos casi toda la demanda nacional de soja desde Bolivia y Argentina, para el consumo humano. Nuestro potencial está en la caña de azúcar para bioetanol, en la jatropa o piñón, en la higuerilla y en las micro algas para biodiesel. La palma aceitera usada para el consumo humano, será siempre controversial cuando se destine para biodiesel.
- ✓ Tenemos que andar un buen trecho para abastecer la demanda local, hasta lograr gran-

des producciones nacionales de bioetanol y biodiesel, ya que las micro algas vendrán el 2010/2011 y los campos de caña para bioetanol en el 2011.

- ✓ Debemos, como política nacional de Estado, priorizar la seguridad alimentaria de los peruanos antes que los biocombustibles, usando plantas que no compitan con esta, como es el caso de la jatropa, la higuerilla y las micro algas. La región amazónica y sus comunidades



# Contribución de las energías renovables

deben ser la prioridad nacional por su importancia planetaria.

- ✓ Hay que explorar seriamente el uso de la salicornia —que usa agua de mar— para la producción de aceite en los desiertos peruanos.
- ✓ La biomasa tiene enorme potencial para la producción de gas metano a pequeña y mediana escala en las zonas urbanas y rurales. Los biodi-

gestores han alcanzado un alto nivel de eficacia y pueden ser construidos en pequeña escala.

- ✓ Los esfuerzos del Ministerio de Agricultura en este campo son muy importantes y deben ser complementados por el sector privado. Las investigaciones que se hagan para el desarrollo de los biocombustibles tienen que ser compartidos para que se generen inversiones a largo plazo en biocombustibles de segunda y tercera generación.

## 4. Futura matriz energética incorporando fuentes renovables

La producción de electricidad de origen hidráulico ha evolucionado recientemente en forma lineal mientras que la producción de electricidad a base de gas natural ha crecido exponencialmente. /8/ Los precios bajos, en términos internacionales, que se cobran por el gas a los generadores eléctricos, han sido un irresistible incentivo para aumentar su capacidad instalada a base de turbinas a gas de ciclo simple. Las tarifas eléctricas en valores constantes en US\$/Kwh han disminuido y es probable que sean una causa principal de la debilidad del sector. La evolución del consumo de electricidad en kW hora per cápita/año ha sido positiva y está del orden de los 1,000 en el 2008, cifra muy baja

para un país con el potencial económico del Perú. La tendencia en los últimos años ha sido exponencial y se espera que continúe con este tipo de crecimiento en el futuro. La producción de electricidad es todavía baja a pesar del permanente crecimiento económico de los últimos años y la incursión rápida de las centrales térmicas.

Una mirada al 2020 con el auxilio de las técnicas estadísticas de proyección, análisis de las tendencias, imaginación y eligiendo aquellas con el mayor coeficiente de correlación posible, nos arroja los siguientes posibles rangos de valores de lo que puede ser un escenario de la electricidad en el Perú en el 2020: /8/

# Contribución de las energías renovables

- Potencia Instalada en MW: 13,900 - 15,500
- Máxima demanda en MW: 8,000 - 9,000
- Producción electricidad en GWh/año: 53,000 - 55,000
- Consumo anual en KWh/cap-año: 1,500 - 1,700
- Ingresos mercado eléctrico. US\$ Mio/año: 4,700 - 5,900
- Precio promedio de electricidad US\$/KWh: 0.10 - 0.12
- Potencia instalada eólica MW: 1,800 - 2000
- Potencia instalada de fotovoltaica en MW: 200 - 300
- Potencia instalada de solar alta temp. en MW: 400 - 600
- Potencia instalada de hidroeléctrica en MW: 7,000 - 7,500
- Potencia instalada a gas natural en MW: 5,000 - 5,500

Este escenario posible puede ser modificado si todos los grandes proyectos mineros e industriales se llevan a cabo. Actualmente existen cerca de US\$ 30,000 millones de inversión posible en gran minería, los que ciertamente van a requerir considerables cantidades de energía. Cada gran proyecto minero requiere en promedio entre 100 y 300 MW de capacidad instalada con factores de planta muy altos e índices de confiabilidad por encima del 95%. Estas cifras posibles al 2020 significan una serie de cambios fundamentales y formulación de nuevas políticas en el futuro próximo en nuestra política energética, además de un liderazgo claro de los dirigentes políticos y empresariales, una nítida visión de futuro y una previsión oportuna de las futuras demandas y necesidades de inversión en energía, pues sin todos estos requerimientos no hay dirección ni decisiones.

Tenemos que aprender de los errores de las últimas décadas –que incluye el que en un momento determinado, se haya prohibido la instalación de hidroeléctricas– y en forma concertada, transparente y profesional, arribar a consensos de metas e inversión por alcanzar en generación, transmisión y distribución según el tipo de tecnologías de generación, con el objetivo final de utilizar al máximo las energías renovables y minimizar

o eliminar progresivamente las de origen térmico o tenerlas de reserva en el SEIN.

Las inversiones estimadas para la década 2010 - 2020, en nuevas y modernas instalaciones para la generación de electricidad –eólica, fotovoltaica, hidroeléctrica en los Andes principalmente, solar térmica de alta concentración, térmica a gas natural con ciclo combinado–, para alcanzar los valores e índices eléctricos antes mencionados, serán del orden de los US\$ 10 a 12 mil millones.

Estas inversiones serán esencialmente privadas y el Estado peruano –representado por el Ministerio de Energía y Minas, Congreso de la República, Ministerio del Ambiente y Ministerio de Economía y Finanzas– debe hacer un esfuerzo concertado para crear un contexto favorable a la inversión, levantar barreras y obstáculos, asegurar tarifas competitivas, cuidar el ambiente, establecer reglas de juego transparentes y duraderas y cambiar progresivamente la matriz energética. Estos temas deben ser abordados con sabiduría, valentía, y ser abiertamente debatidos, sin sucumbir a presiones de corto plazo de aquellos que defienden sus intereses privados y no los del Perú, a costa de seguir consumiendo recursos agotables, limi-

# Contribución de las energías renovables

tados, valiosos y otorgados a un precio por debajo del mercado internacional y que contaminan permanentemente el ambiente.

La futura matriz energética del Perú debe ser principalmente a base de ERNC y las centrales de gas natu-

ral como el respaldo y la seguridad del sistema. *Estimo que para el 2020, las hidroeléctricas grandes tendrán una participación del orden de los 50 - 55% de la generación, las ERNC del orden de los 30 - 40% y las térmicas la diferencia. Lo ideal es trabajar para alcanzar el 100% entre las hidráulicas y las ERNC.*

## Conclusiones y propuestas:

- ✓ La futura matriz energética del Perú dependerá de la visión, coraje y voluntad política de sus líderes políticos y empresariales, pues tomará varios lustros cambiarla hacia una con mayoría absoluta de las energías renovables en las que las centrales de gas serán el apoyo a las hidráulicas, eólicas, termo solares y fotovoltaicas.
- ✓ Tenemos que estar conscientes que el gas natural en el Perú es escaso y agotable. Seguir quemándolo para generar electricidad, sin mayor reflexión y con precios bajos, no solo es insensato e irresponsable, sino un verdadero atentado contra el futuro energético y petroquímico del país. Es igualmente relevante que se cuantifique y divulgue la emisión de gases nocivos al aire, producto de la combustión de los millones de pies cúbicos que se queman en las turbinas de gas en la ciudad de Lima.
- ✓ Los escenarios energéticos del futuro deben caminar hacia un Perú con menos carbono y al progresivo uso masivo de nuestras fuentes limpias y sostenibles, ya que los peruanos debemos ser actores activos en la mitigación del calentamiento global y el cambio climático.
- ✓ Los políticos de ahora y el futuro tienen una enorme responsabilidad frente al país en el tema energético. Comprensión conceptual de los temas centrales, información factual, proyecciones y escenarios, costos reales, externalidades, recursos agotables y renovables, son algunos de los puntos que deben dominar para opinar inteligentemente sobre este vital tema del desarrollo económico.

## 5. Ciencia, Ingeniería y Tecnología

La *Ciencia, Ingeniería y Tecnología (CIT)* deben jugar un rol crucial en el cambio de la matriz energética y en el desarrollo de empresas de alta tecnología para que brinden soluciones y produzcan bienes de capital consistentes con las exigencias de las nuevas plantas de generación de electricidad, utilización eficiente del sol y el viento, aprovechamiento de la geotermia y mejora del transporte a través del uso de vehículos poco o nada contaminantes en nuestras ciudades y regiones.

Tenemos que investigar sobre los conceptos, diseños, prototipos, plantas piloto; pilas de combustible de hidrógeno, celdas fotovoltaicas, concentradores solares de alta temperatura, sistemas de intercambio y almacenamiento de calor eficientes, diseño y construcción de aerogeneradores de pequeña y gran talla, desarrollo de instalaciones de producción de aceite

a base de micro algas marinas, aprovechamiento de masas ricas en celulosa para la producción de etanol, cultivo de los desiertos con agua de mar utilizando plantas como la *Salicornia*, aprovechamiento de las zonas desérticas peruanas para la generación de electricidad a través de concentradores parabólicos de alta temperatura y la instalación de parques eólicos que utilicen las ventajas naturales de los vientos de nuestra costa. En este sentido, el Perú no puede darse el lujo de no hacer investigación, desarrollo e innovación científica y tecnológica. Nuestros ingenieros y científicos son tan competentes como los de otras latitudes y lo que esperan son oportunidades y estímulos del sector público y privado. Lo central es que tenemos que incorporar la *Ciencia, Ingeniería y Tecnología* como una variable relevante y vital para el desarrollo de las energías renovables en el Perú.

### Conclusiones y propuestas:

- ✓ Partiendo de la hipótesis que el Perú es un país con exceso de talento, es indispensable que avancemos hacia un país de *Ciencia, Ingeniería y Tecnología*, como los tres pilares de nuestro desarrollo. En realidad, no tenemos opción si queremos ser un país del primer mundo en las próximas dos décadas.
- ✓ Debemos evolucionar y trabajar hacia el logro de la “República Educada del Perú” en la que cada niño, joven, adulto y mayor, tengan acceso en cada rincón del territorio, a una educación y cultura de calidad, y puedan desarrollar a su vez, pasión y aprecio por la ciencia e investigación.
- ✓ Podemos encaminarnos hacia un Perú como Nación de logros y del primer mundo en la próxima década, si nos quitamos los complejos y actitudes negativas, y podamos así, sentirnos orgullosos de pertenecer a este gran país.
- ✓ La *Ciencia, Ingeniería y Tecnología* son los motores del siglo XXI del desarrollo económico y deben ser prioridad nacional.
- ✓ En un mundo integrado y global, busquemos la cooperación con aquellos países que estén genuinamente interesados en el desarrollo científico del Perú.

## 6. Desarrollo de empresas de bienes de capital y servicios nacionales en el sector de las energías renovables

Las empresas de alta tecnología se desarrollarán desde el momento en que se establezcan en forma sostenida las energías renovables en el Perú: eólicas, fotovoltaicas, solar térmicas e hidráulicas. El sustento de estas dependerá de muchos factores, entre ellos principalmente, el precio que se paga por la electricidad, pues las subastas para administrarla, no son el método más idóneo para lograr un contexto estable que estimule la creación de nuevas industrias, y ya han fracasado en muchos países, particularmente en Europa.

Aspiramos que en los próximos meses se delinee y definan las políticas de promoción y estímulo de las energías renovables, y que el Estado otorgue la verdadera prioridad a esta nueva mega tendencia universal.

Queda claro además, que el factor más importante para la promoción de las energías renovables es la tarifa, pues esta debe estimular la inversión de riesgo y a largo plazo en generación, transmisión y distribución. El resto de medidas, depreciación acelerada, bajos aranceles aduaneros, financiamiento y estudios, entre otros, son solo complementarias a la tarifa.

## 7. Desafíos y tareas pendientes

Necesitamos formular con urgencia un *plan nacional de desarrollo a largo plazo*, en el cual, diseñemos la sociedad que quisiéramos lograr, donde el ser humano sea el centro de atención de los esfuerzos del Estado y la sociedad civil, de tal forma que, la calidad de las actividades económicas que desarrollen los peruanos del futuro, sea con el *mayor contenido posible de conocimientos*, y donde la *Ciencia, Tecnología e Ingeniería* sean el sustento de la creación del valor y la riqueza.

El plan nacional de desarrollo al que nos referimos, es algo elemental y una necesidad impostergable para la Nación peruana. Si bien en los últimos años el Perú atravesó por un período de prosperidad y crecimiento, también es

cierto que si no sabemos hacia dónde vamos, es muy difícil alcanzar un desarrollo económico acelerado y sostenible y de círculos virtuosos. Para esto es preciso cambiar a fondo el modelo nacional –*business model*

de país–, de cómo creamos valor ahora en la sociedad peruana –que está basada esencialmente en la explotación de recursos naturales–, y cómo evolucionamos hacia un modelo donde el conocimiento sea el sustento del progreso y ayude a levantar la calidad de nuestras actividades económicas, permitiéndonos ingresar en la esfera de los retornos crecientes. Albert Einstein decía “*que loco es quién espera resultados diferentes,*

*pero sigue haciendo lo mismo*”. Si queremos cambiar, tenemos que hacer las cosas de forma diferente.

Desde la construcción de las centrales hidroeléctricas Mantaro y Restitución, no se ha construido otras obras hidroeléctricas de la misma envergadura

# Contribución de las energías renovables

En este contexto la energía carece también de un plan a largo plazo. Desde la construcción de las centrales hidroeléctricas Mantaro y Restitución, no se ha construido otras obras hidroeléctricas de la misma envergadura, y en los últimos años hemos sido testigos de una explosión de centrales termoeléctricas de ciclo simple, la mayoría a gas natural que se vende a bajo precio a los generadores. La participación e influencia del Ministerio de Energía y Minas (MEM), debe ser fortalecida sustantivamente, pensando en el bienestar nacional a largo plazo y por encima de los intereses coyunturales y cabildos de las empresas privadas. Es preocupante que quienes tienen la obligación de formular las políticas nacionales energéticas de hidrocarburos y mineras a largo plazo, estén influenciados por las empresas mismas. Nunca hay que perder el buen sentido de las proporciones y los estimados inteligentes en las labores de planeamiento.

Estamos convencidos que el Ministerio de Energía y Minas debería de ser una institución más fuerte, profesional, firme y no sujeta a los vaivenes coyunturales y presiones de las empresas. El caso del gas de Camisea /9/ –reservas reales y ficticias, precios internos y de exportación, mercado nacional, exportación, prioridades–, es una clara prueba de este hecho, y el debate continuará por un buen tiempo en la agenda de los asuntos nacionales, con alta prioridad.

Gracias a un pequeño grupo de valientes e informados peruanos, /10/ es que se ha podido mejorar algunos hechos y corregir distorsiones del escenario del gas natural, aunque todavía existen temas inconclusos y serios por resolver. Todo esto se ha emprendido a pesar del MEM, y no gracias a su dirigencia actual. Estudiando las cifras del sector eléctrico peruano y

los desbalances que existen entre generación, transmisión y distribución llegamos a la inequívoca conclusión que el sistema eléctrico peruano es débil y necesita una reingeniería total. Su baja reserva técnica en generación, los desbalances y déficits en los sistemas y transmisión, además de la precariedad y antigüedad de algunas centrales de generación son un verdadero problema y desafío que debemos resolver.

**El Ministerio de Energía y Minas debería de ser una institución más fuerte, profesional, firme y no sujeta a los vaivenes coyunturales y presiones de las empresas**

Es inexcusable que el sector Energía y Minas, en varios lustros de existencia, no haya podido elaborar un plan coherente, concertado y durable de desarrollo energético a largo plazo y que un país como el nuestro, tan rico en estos recursos, se encuentre en una situación de fragilidad, peligro y marginalidad. Un paso importante para dar es que nuestras instituciones públicas vinculadas al sector energía –Ministerio de Energía y Minas, Ministerio del Ambiente, Comité de Operación Económica del Sistema, OSINERGMIN, Fondo Nacional del Ambiente, entre otros– sean evaluadas a fondo y reformuladas con el objetivo de modernizarlas y buscar que evolucionen hacia una generación de electricidad con fuentes limpias, minimizando el uso del carbono, y que las energías renovables sean revalorizadas y puestas en su contexto real, además de formular sus estrategias con una visión de largo plazo, revisando y actualizando los paradigmas actuales.

Crear la *Dirección General de Energías Renovables* en el Ministerio de Energía y Minas es una reforma indispensable, al más corto plazo. Actualmente todo se hace a través de la Dirección General de Electricidad. Los actores e inversionistas interesados en el desarrollo de las energías renovables en el Perú no tienen por ahora, un interlocutor válido, competente y profesional en el sector, que sigue operando con cánones de generación tradicional y más recientemente con una

# Contribución de las energías renovables

fuerte presencia e influencia de los generadores térmicos, situación que debe ser cambiada. El COES por su lado, y hasta la fecha, ha sido indiferente y desconfiado para incursionar en las energías renovables —eólica, fotovoltaica y geotérmica en particular—, es evidente que no tiene la experiencia para introducirlos dentro del sistema eléctrico interconectado nacional, a pesar de tener en su planta profesional gente competente con capacidad de aprender.

Un reciente informe del COES —realizado por consultores argentinos—, sobre la máxima capacidad de generación eólica que puede ser conectada en el 2012 al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), es una prueba de las limitaciones e inexperiencias descritas. APEGER ha elaborado un informe comentando el primero mencionado (de los argentinos) y demostrado sus serias limitaciones y omisiones. Pese a todos estos problemas estamos seguros que los profesionales del COES evolucionarán positivamente por su calidad e integridad.

El Ministerio del Ambiente tiene, sin duda alguna, que asumir un mayor liderazgo, determinación, coraje e influencia en la formulación de políticas que fomenten las energías renovables en el Perú. Naturaleza, ser humano, tecnología y energía son cuatro elementos íntimamente vinculados e interdependientes y prueba fehaciente de las interdependencias entre el sector Energía y Minas y Ambiente.

El rol del OSINERGMIN, particularmente en la formulación de las tarifas de electricidad, debe ser revisado a profundidad ya que estas —bajas y poco estimulantes en su gran mayoría—, han sido durante

los últimos años, una de las principales causas, sino la principal, para disuadir la inversión en proyectos hidroeléctricos, favoreciendo a las termoeléctricas de ciclo simple.

El fracaso casi total de la subasta organizada por Proinversión por encargo del MEM para 500 MW hidroeléctricos, solo se explica por las tarifas absurdamente bajas que ahuyentaron la inversión. OSINERGMIN debe autoevaluarse y reinventarse, además de aceptar sus responsabilidades y a las energías renovables no convencionales como un hecho irreversible que ya llegó al Perú. Por otro lado, y en el corto plazo, le toca

formular y anunciar las tarifas para la energía eólica, fotovoltaica y geotérmica, que serán el factor fundamental para que la inversión de capitales privados nacionales y extranjeros se decida. Sin tarifas decentes, no hay inversión.

La subasta de 500 MW convocada por el Ministerio de Energía y Minas para las energías renovables no convencionales (ERNC) va a ser la prueba de fuego de la actitud de OSINERGMIN y la voluntad política del Gobierno de impulsar vigorosamente o frustrar el rol de ellas y canalizar inversiones del orden de los US\$ 1,000 millones para aumentar la capacidad de

generación de electricidad de origen limpio y repotenciar el sistema eléctrico interconectado nacional. Este nuevo bloque de generación descentralizada por capitales privados ayudará a descongestionar las líneas de transmisión principales, ya que una buena parte de ellas se ubicaría en el norte del Perú, entre Lambayeque, Piura y Tumbes. Todos esperamos que sea un éxito en la medida que el MEM actúe con transparencia y sabiduría.

**La subasta de 500 MW convocada por el Ministerio de Energía y Minas para las energías renovables no convencionales (ERNC) va a ser la prueba de fuego de la actitud de OSINERGMIN y la voluntad política del Gobierno de impulsar vigorosamente o frustrar el rol de ellas**

# Contribución de las energías renovables

La formulación del Plan de energías renovables, prescrita por ley, es otra tarea pendiente que nos concierne a todos (Ministerio de Energía y Minas, Ministerio del Ambiente, sector privado, etc.). En este contexto, es indispensable que los responsables de aquellas entidades acepten, como una mega tendencia inexorable y planetaria que el Perú debe evolucionar rápidamente hacia una sociedad con menos carbono en la que todos somos actores y responsables para mitigar las causas del cambio climático y el calentamiento global.

Alemania, Estados Unidos, España, Francia, Dinamarca, Gran Bretaña, Australia, Brasil, Chile, Costa Rica, Argentina no pueden estar tan equivocados al fomentar vigorosamente sus energías renovables no convencionales entre las que destacan la eólica, la fotovoltaica y la termo solar de alta concentración. El Perú en tanto, ocupa el poco estimulante último lugar en Latino América por capacidad instalada en generación eólica, /11/ a pesar de contar con un potencial a lo largo de su costa de 20,000 MW. Por ello, es nuestra obligación informar estos hechos a la sociedad

peruana y promover activamente las inversiones privadas en este sector, apoyarlas, eliminar obstáculos a la inversión e iniciativa privada y lograr que la matriz energética del futuro sea un balance razonable entre las diversas fuentes y tecnologías.



La *eficiencia y ahorro energéticos* de nuestros procesos industriales y el uso productivo de la ener-

gía necesitan ser mejorados sustantivamente. No hay una clara percepción entre peruanos de la existencia de políticas, tecnologías y herramientas para lograrlo. Para aquellos privilegiados que gozamos del confort y seguridad de un suministro de electricidad permanente, tomamos a menudo esto como un hecho, sin valorarlo en su cabalidad y brindamos poca atención al ahorro, evitando consumos innecesarios, pues utilizamos equipos domésticos en forma inadecuada y no pensamos en la productividad energética de cada uno de los usos de la electricidad. Con frecuencia olvidamos que existen varios millones de peruanos que no tienen electricidad ni agua permanente en sus casas y que el Estado despliega enormes esfuerzos para llevar estos servicios a recónditas regiones. Aún en zonas rurales e incluso urbanas, donde la electricidad llegó, observamos que no se le usa para otros fines más productivos y en la creación de valor, perdiendo oportunidades de iniciar pequeñas industrias.

Tenemos que establecer políticas para el uso eficiente y productivo de la electricidad en particular y de la energía en general. Es inexcusable que en nuestra sierra todavía se mueran niños y ancianos por el frío intenso en las épocas de invierno, cuando tienen un sol radiante todo el año, con el que podrían calentar el agua, cocinar y calentar sus ambientes domésticos y en algunas zonas instalar pequeños aerogeneradores contruidos localmente. El foco de atención del gobierno nacional, los gobiernos regionales y municipios, tendría que centrarse en planear y lograr que aquellos millones de peruanos marginados de la electricidad, deben gozarla usando todos los medios naturales posibles: energía solar –para calentar agua potable, cocinar, calentar hogares, generar electricidad–, energía eólica –para generar electricidad, bombear agua–, energía hidráulica –para generar electricidad, irrigar– y agua potable. Todos estos recursos los tenemos en abundancia y listos para ser usados.



## Conclusiones y propuestas:

- ✓ Necesitamos un Plan Nacional de Desarrollo durable así como un Plan de Desarrollo de la Energía. Nunca hay buen viento para la nave que no tiene rumbo, decía Séneca.
- ✓ La energías renovables –hidráulica, eólica, fotovoltaica y termo solar– serán el sustento de la generación eléctrica en las próximas décadas, en el Perú.
- ✓ Las tarifas para compensar la generación, transmisión y distribución de electricidad son el más importante factor singular de estímulo y crecimiento de la inversión a largo plazo y de riesgo en energía. Los métodos que aplica OSINERGMIN para sus formulaciones deben ser cambiados y reformulados radicalmente.
- ✓ Se debe crear la Dirección General de Energías Renovables en el MEM con profesionales competentes en el campo.
- ✓ Ahorro y eficiencia energética son indispensables como parte de las políticas de Estado del sector energía.
- ✓ El COES debe aceptar y aprender a manejar la energía eólica, fotovoltaica y termo solar como una mega tendencia que ya está llegando al Perú.
- ✓ Es nuestra tarea poner en servicio nuestro potencial eólico, foto voltaico y termo solar en la generación de grandes bloques en electricidad.
- ✓ Es nuestra obligación introducir las Namas para definir las medidas que el Perú va a adoptar para mitigar el cambio climático y el calentamiento global.

## BIBLIOGRAFÍA

- /1/ Academia Nacional de Ciencias y Cámara de Comercio de Lima. Presentaciones del ingeniero Alfredo Novoa Peña, presidente de APEGER en diversas conferencias sobre energía renovable.
- /2/ Documentos sobre biocombustibles. Ecoenergías del Perú, Piura, Perú.
- /3/ Norwind. Documentos técnicos internos.
- /4/ Documento: Perú... país sin energía eléctrica?. Ricardo Desmaison Elespuru, entre otros. Documentos de diversa índole y fuentes.
- /5/ Informe de APEGER al COES. 12 de octubre del 2009.
- /6/ The quest for the US\$ 1 module, Bryan Li, CFO, Yingli Solar, China. Revista Recharge del 18 de septiembre del 2009. Pág. 18.
- /7/ AMAT Y LEÓN, Carlos. El Perú nuestro de cada día, Universidad del Pacífico, marzo 2006. Página 35.
- /8/ Proyecciones elaboradas por el Ingeniero Alfredo Novoa Peña con el objeto de encontrar las mejores correlaciones entre las cifras más relevantes de la electricidad en Perú, buscando el más alto coeficiente de correlación (R al cuadrado) posible que coincida con el mejor ajuste estadístico posible (lineal, exponencial, logarítmico, polinómica).
- /9/ Revista Poder 360. Edición del 14 de setiembre del 2009.
- /10/ Declaraciones públicas del Ingeniero Carlos Herrera Descalzi, Decano Nacional del Colegio de Ingenieros del Perú, en diversos medios sobre la problemática del gas natural en Perú.
- /11/ Asociación Latino Americana de Energía Eólica. [www.lawea.org](http://www.lawea.org)

**NOTA:** Los gráficos e imágenes han sido obtenidos de Internet no sujetos a derechos de propiedad intelectual desde coordenadas del Perú, USA y España.



# III. APROVECHAMIENTO DESCENTRALIZADO DE FUENTES RENOVABLES DE ENERGÍA

Elaborado por: Manfred Horn Mutschler

## RESUMEN

### Marco referencial

El desarrollo y el bienestar de una sociedad humana están estrechamente vinculados con la disponibilidad y el uso de energía. Por esto, países en desarrollo como el Perú, requieren aumentar ambas sustancialmente si quieren salir del subdesarrollo.

El enorme desarrollo durante el siglo XX en gran parte del mundo estaba acompañado por un consumo creciente de energías fósiles, especialmente de petróleo. Sin embargo, esta fuente de energía, disponible en gran cantidad, fácil de almacenar, de transportar y de transformar en otras energías secundarias útiles (calor, electricidad, energía mecánica, etc.) es agotable, su uso genera cambios climáticos desastrosos y muchos países no disponen de reservas naturales, resultando en tensiones geopolíticas, además del aumento creciente y volátil de su costo. Esta problemática, común a muchos países, lleva a una búsqueda para diversificar las fuentes de energía y, principalmente, encontrar fuentes renovables y a un costo mínimo.

Para impulsar el desarrollo energético se requiere una política coherente a largo plazo. Muchos países la han diseñado o están en proceso de hacerlo, además muchas organizaciones multinacionales e internacionales están estudiando el problema y elaborando propuestas para llegar a un desarrollo con fuentes de energía sustentable y ambientalmente aceptable.

Como ejemplo, en la región resulta interesante estudiar la política energética de Chile, expuesta en el documento “Política energética: Nuevos lineamientos; transformando la crisis energética en una oportunidad”, publicado en el 2008 por el Gobierno de ese país, /1/ que prioriza el desarrollo de las energías renovables.

Como organización regional multinacional cabe mencionar a OLADE, que ha generado muchos estudios y datos estadísticos del sector energético para los países latinoamericanos /2/ y como organizaciones internacionales a la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA), a la Sociedad Internacional de Energía Solar (ISES), y el Consejo Interacadémico (IAC).

IRENA, un organismo intergubernamental, es de reciente creación y es previsible que vaya a jugar un rol importante en la promoción mundial del uso de energías renovables, /3/ el Perú es uno de los 138 países signatarios y es de esperar que pronto ratifique su participación. Por otro lado, ISES e IAC son organismos internacionales independientes de los gobiernos que han realizado diversos estudios importantes sobre el rol de las energías renovables en el desarrollo de los países. En particular, ISES ha publicado “white papers” sobre las energías renovables en los países en desarrollo (<http://whitepaper.ises.org>) y la IAC, que agrupa las academias de ciencias de los diferentes países del mundo, ha publicado en 2007 un estudio “Lighting the way; Toward a sustainable energy future”. /4/ Este trabajo, realizado por las academias de ciencias de Brasil y de China y elaborado por un amplio equipo de expertos y coordinado por el profesor José Goldenberg de Brasil y el profesor Steven Chu de EE.UU. (Premio Nóbel de Física y actual Secretario de Energía de ese país), presenta una excelente visión del problema energético.

Considerando la importancia de este amplio estudio del IAC, citamos aquí sus principales conclusiones:

- Satisfacer las necesidades básicas energéticas de la gente más pobre de este planeta es un imperativo moral y social, lo que puede y debe lograrse junto con los objetivos de sostenibilidad.
- Se debe realizar esfuerzos concertados para mejorar la eficiencia energética y reducir la demanda de carbono en la economía mundial.
- Las tecnologías de captura y de secuestro del dióxido de carbono de combustibles fósiles, particularmente del carbono, pueden jugar un rol importante en el manejo de la emisión global de dióxido de carbono.
- La competencia para el suministro de petróleo y de gas natural tiene el potencial de transformarse en tensiones geopolíticas y vulnerabilidad económica para muchas naciones en las próximas décadas.
- Como fuente de baja emisión de carbono, la energía nuclear puede continuar haciendo una contribución significativa en el balance energético mundial, pero solamente si se resuelven las preocupaciones en relación a costo de capital, seguridad y proliferación de armas.
- Las energías renovables en sus diversas formas representan oportunidades inmensas para el progreso e innovación tecnológicos.

- Los biocombustibles prometen mucho al atacar simultáneamente preocupaciones por el cambio climático y por la seguridad energética.
- El desarrollo de tecnologías económicas de almacenamiento de energía, nuevos transportadores de energía y una mejorada infraestructura de transmisión podría reducir significativamente los costos y ampliar la contribución de una gama de opciones de suministro energético.
- La comunidad de ciencia y tecnología, junto con el público en general, juegan un rol crítico para encontrar soluciones energéticas sostenibles, y debe ser involucrada eficazmente.

Para cada una de las nueve conclusiones, el estudio incluye también una serie de recomendaciones y acciones requeridas. Así, por ejemplo, para la conclusión sobre el rol de las energías renovables, indica:

## Recomendaciones para energías renovables

- Implementar políticas que garanticen que los beneficios ambientales de las energías renovables, en comparación con las energías no renovables, sean sistemáticamente reconocidos en el mercado.
- Proveer subsidios y otras formas de apoyo público para la introducción temprana de las energías renovables. Los subsidios deben ser dirigidos hacia tecnologías prometedoras pero todavía no comerciales y deben disminuirse con el tiempo.
- Explorar mecanismos alternativos de políticas para fomentar tecnologías de energías renovables, tales como estándares para renovables, y “subastas inversas” (en las que los desarrolladores de energías renovables compiten por recursos públicos limitados sobre la base de un subsidio mínimo que requieren por cada kWh).
- Invertir en investigación y desarrollo de más tecnologías de transformación, como celdas solares de películas delgadas o de proceso de fabricación continuo.
- Realizar investigaciones sostenidas para evaluar y mitigar cualquier efecto ambiental negativo asociado con el uso masivo de tecnologías de energías renovables.

## Acciones requeridas para energías renovables

- Los gobiernos deben facilitar en forma sostenible el uso de fuentes de energías renovables a través de una política y subsidios adecuados. Un paso mayor en esta dirección es la dación de señales claras de precios para evitar la emisión de gases de efecto invernadero.
- Los gobiernos deben también promover la investigación y desarrollo en tecnologías de energías renovables asignando significativamente más recursos públicos.
- El sector privado, ayudado con subsidios públicos, debe buscar oportunidades empresariales en el creciente mercado de energías renovables.
- La comunidad de ciencia y tecnología debe dar más atención para superar las barreras tecnológicas y de costo que actualmente limitan la contribución de las energías renovables.

# Fuentes renovables de energía

- Las organizaciones no gubernamentales pueden asistir en promover el uso de las energías renovables en países en desarrollo.
- Los medios de comunicación pueden jugar un rol esencial para que el público en general sea consciente de los temas relacionados con las energías renovables.
- El centro de toda política energética futura debe ser (a) la eficiencia energética, desde la generación de la energía hasta su uso final, y (b) el desarrollo y la implementación de recursos de energías renovables y de baja emisión de carbono.
- La planificación de tecnologías de energías renovables tiene que ser una parte esencial de las estrategias de desarrollo en todos los países de la región.
- Se requiere urgentemente un programa riguroso de formación de capacidades focalizado en energía, dirigido a todos los niveles de educación, desde la escuela primaria hasta ciencia e ingeniería profesional; este programa debería iniciarse inmediatamente.
- Es esencial involucrar a los ciudadanos de cada país en esta transición. Es urgente y necesario un programa de información y de creación de conciencia.
- Agencias multilaterales tales como la OEA, el BID y el Banco Mundial, deben intensificar su participación en las políticas energéticas, tecnologías y aplicaciones. (Fuente: Estudio del IAC)

Sin duda estas conclusiones, recomendaciones y acciones requeridas son también válidas para el Perú, pues, hasta el momento, en el campo de las energías renovables y del uso eficiente de las energías no existe un programa de uso y promoción general, sino actividades puntuales, tal como lo indica el “Estudio sobre la situación actual de las energías renovables del país y su perspectiva de desarrollo en el mercado energético nacional”, /5/ realizado en 2007 por el CER - UNI para el FONAM.

## Temas específicos

Dentro del marco referencial indicado anteriormente, se enfocará a continuación, los siguientes temas, todos de importancia para desarrollar una política energética, y por ende, para el desarrollo global en el Perú:

- La biomasa tradicional en la matriz energética actual.
- Uso de la energía solar térmica: urbano y rural.
- Arquitectura bioclimática: urbano y rural.
- Uso de energías renovables para la generación eléctrica aislada de la red.
- Subsidios existentes o necesarios para la electrificación rural.
- Uso de residuos sólidos y líquidos para la producción de energía.

## 1. La biomasa tradicional en la matriz energética actual

La biomasa en el Perú es usada de forma tradicional y se limita casi al empleo como combustible para cocinas en áreas rurales. Estas zonas principalmente usan leña y en menor escala bosta y yareta, y al ser un uso mayormente no comercial, no existen datos precisos que permitan cuantificarlo, por lo que se depende de estimaciones basadas en encuestas. Así, se estima que un 20% del consumo energético total del país (energía primaria) corresponde al rubro citado, un porcentaje muy alto, similar al uso de la hidroenergía para generar electricidad. Sin embargo, los organismos públicos le prestan muy poca atención a esta fuente energética, desinterés explicable por su carácter no comercial.

La cocción de alimentos en áreas rurales utiliza fogones rudimentarios abiertos (“fogón de 3 piedras”), en un ambiente (“cocina”) separado de la casa-habitación, con el humo de combustión filtrándose por aberturas en el techo. Este uso ineficiente de la leña contribuye significativamente a la deforestación de amplias regiones especialmente en la sierra. La misma problemática se observa en muchos países en vías de desarrollo y si no como solución, por lo menos para mitigar el problema, se han desarrollado diversas formas de “cocinas mejoradas”, adaptándose en cada caso a la idiosincrasia de cada región.

En el caso de las regiones andinas las “cocinas mejoradas” son de adobe y de autoconstrucción, tal como los modelos que la ONG CECADE, en Cusco, ha desarrollado y está diseminando. /6/ Existen modelos pequeños con una hornilla, con dos hornillas, con horno (para hacer pan, etc.) y modelos “semiindustriales”, para centros comunales, colegios, etc. Similares experiencias han adquirido otros grupos, en particular de las universidades UNC, en Cajamarca, PUCP, en Lima y UNJBG, en Tacna.

Ahora bien, completamente desvinculado de esta experiencia de muchos años, el Gobierno ha iniciado recientemente un programa de diseminación de “cocinas mejoradas”, a cargo de SENCICO, una entidad del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, responsable por decreto supremo, de la evaluación y certificación de estas, y que para cumplir la función ha implementado en sus instalaciones en Lima, un programa oficial de “certificación” de cocinas mejoradas. Cabe indicar que SENCICO no ha tenido ninguna actividad previa en este campo, y en el documento institucional oficial que describe el procedimiento para obtener una “certificación” para una cocina mejorada no menciona ninguna norma como antecedente, sea de carácter nacional o internacional (tampoco menciona a INDECOPI, la institución nacional para dar normas).



## Conclusiones y propuesta:

- ✓ El uso de cocinas mejoradas aumenta significativamente la eficiencia del uso de la leña en la cocción de alimentos, reduciendo así su demanda, y consecuentemente, reduciendo la deforestación. Por otro lado, estas cocinas mejoradas, que son de autoconstrucción y que usan mayormente materiales del lugar (salvo el tubo de lata de hierro galvanizado para el tiro de los gases de combustión), mejoran la salubridad y, en zonas alto andinas con temporadas muy frías pueden ser usadas como calefacción para la casa si están ubicadas dentro de ella. Y al ser de autoconstrucción, para lograr su uso masivo se requiere de programas también masivos que den a conocer sus beneficios, además de capacitar a la población rural andina en su construcción.



- ✓ Se propone ampliar en forma agresiva los programas existentes de diseminación de “cocinas mejoradas” e involucrar en estos programas a las organizaciones que tienen experiencia en este campo y que están activas en zonas rurales. Interesante sería involucrar como en la promoción de las energías renovables en general, a los colegios e institutos tecnológicos en regiones rurales. Lograr el uso generalizado de estas cocinas en áreas rurales que usan leña para la cocción, contribuiría significativamente a reducir el problema de deforestación de las zonas andinas, mejorar la salubridad de la población rural involucrada y mejorar sus condiciones de hábitat.

- ✓ En menor escala, las cocinas solares, sean de tipo concentrado (ver foto) o de tipo caja, pueden contribuir a reducir el uso de leña. La experiencia ha demostrado que su diseminación masiva es complicada porque requiere cambiar algunas costumbres de los pobladores. Pero existen varios grupos universitarios y asociaciones civiles en el Perú que han trabajado años con cocinas solares y han demostrado sus posibilidades desde un punto de vista técnico, por lo que conviene también promover su uso.



## 2. Uso de la energía solar térmica: urbano y rural

El Perú es un país privilegiado en relación a la disponibilidad de energía solar; pues en casi todo el país es alta y muy constante durante todo el año, con valores típicos de promedios mensuales de 4 - 6 kWh / m<sup>2</sup> día, y con fluctuaciones menores de  $\pm$  20% durante todo el año. Por otro lado, una gran parte de la energía que se requiere es el calor a temperaturas relativamente bajas, muchas veces menos de 30 - 50 °C encima de la temperatura ambiental, y se puede obtener con tecnologías simples de la energía solar, sin embargo, todavía se usa muy poco en el Perú.



Secador solar de orégano en Tarata, (Tacna).

En las zonas urbanas podemos detectar algún uso limitado de la energía solar en las “termas solares” para calentar agua. En Arequipa existe una tradición de más de 50 años y actualmente se estima que hay más de 30,000 termas solares, la gran mayoría fabricada localmente (existen alrededor de 20 pequeñas empresas/ talleres). En otras zonas del país el uso de termas solares es todavía muy reducido: existen algunas en hoteles ubicados en Puno, en Cusco, etc., poquísimas frente al gran potencial y la gran demanda de calen-

tadores de agua, que hoy en día son de gas licuado o eléctricos, principalmente.

En las zonas rurales el uso de la energía solar térmica se limita prácticamente al secado tradicional de productos agrícolas, exponiéndolos sobre la tierra o en una losa de cemento o similar, directamente al sol. El secado de diversos productos agrícolas y alimenticios como método de conservación tiene gran demanda, sin embargo, este secado solar tradicional presenta una serie de inconvenientes, y el uso de secadores solares tecnificados puede reducirlos, en particular al aminorar mermas y aumentar la calidad del producto. Sin embargo su uso es todavía muy limitado.

Diferentes proyectos pilotos han demostrado la viabilidad técnica y económica de los secadores solares, y entre estos el principal fue el de la cooperación técnica alemana, realizado por las universidades UNI, UNALM, UNSAAC (Cusco), UNJGB (Tacna) y UNASAM (Huaraz). /7/ Este proyecto demostró que muchos productos agrícolas se pueden secar técnicamente y con ventaja. Cabe mencionar que muchos secadores solares son de tipo artesanal y de autoconstrucción.

### Conclusiones y propuesta

- ✓ Tenemos un gran potencial para aumentar significativamente el uso de la energía solar térmica en zonas urbanas y rurales. Faltan campañas de información por parte del Estado (educación), pero también sería conveniente dar incentivos tributarios para la adquisición de termas y secadores solares, tal como ocurre en muchos países.
- ✓ El uso de termas solares puede ser promovido a través de los programas gubernamentales de fomento de la construcción de casas (“Techo propio”, etc.), incluyéndolo en los reglamentos de construcción, tal como ocurre en otros países.

## 3. Arquitectura bioclimática: urbana y rural

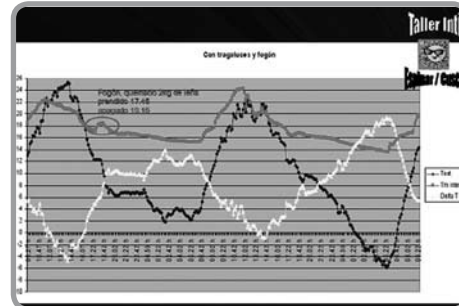
En muchas regiones del Perú, en especial en toda la sierra, existen condiciones ideales para una arquitectura bioclimática, tanto en zonas urbanas como rurales. La sierra mantiene temperaturas ambientales nocturnas por debajo de las que son apropiadas para casas o edificios, particularmente en los meses de invierno. Pero resulta que justo en estos meses hay más horas de sol y para obtener condiciones de confort dentro de una casa o edificio en los Andes, en términos generales, solamente hay que captar la energía solar durante el día (“ganancia directa”) y almacenarla en las paredes y piso de la casa. Esto, junto con un aislamiento térmico apropiado en el suelo, paredes y ventanas, garantiza en la mayoría de los casos temperaturas de confort durante todo el año, requiriendo solamente en casos extremos una calefacción complementaria.

A pesar de la necesidad de calentar las casas en la sierra y de disponer de la energía solar para satisfacer esta demanda, muy poco se ha hecho en este campo. Parece, en general, que (especialmente) los arquitectos peruanos no están muy interesados en el tema.

Un caso particularmente importante de esta energía se materializa para las casas rurales alto andinas en el sur de país, que en el invierno soportan temperaturas muy bajas, resultando cada año muchos niños enfermos e inclusive muertos. Para mitigar esta desventaja, cada temporada se realizan campañas de colectas de ropa y frazadas para la gente necesitada. Sin embargo, lo correcto sería apoyarlos en mejorar sus casas para evitar las bajas temperaturas dentro de ellas, lo que se puede lograr con relativamente pocos recursos, como se demuestra en varios proyectos pilotos muy interesantes.

Podemos mencionar como ejemplo, el proyecto de los Misioneros de Belén - Immensee, que han construido y evaluado casas andinas en la zona de Espi-

nar, en el departamento de Cusco, a 4,000 msnm. Los resultados están bien documentados y disponibles en su página web.



El gráfico muestra como la temperatura más baja dentro de la casa es de 14 °C (a las 6 a.m.), mientras la temperatura exterior es - 6 °C.



Esta casa usa una “cocina mejorada” para, como efecto complementario a la cocción de alimentos, contribuir al calentamiento interior

Otro ejemplo, es el ejecutado por el CER - UNI en San Francisco de Raymina, provincia de Vilcashuamán, departamento de Ayacucho, a 3,700 msnm, dentro

del marco de un proyecto financiado por FYNCT. /9/ En este caso los datos meteorológicos y las temperaturas dentro de una casa campesina fueron medidos sistemáticamente, después se introdujeron mejoras constructivas, diseñando y construyendo una nueva casa, a la que también se le adosó un invernadero de plástico.

El invernadero es una forma muy apropiada de captar y almacenar energía solar, pues en las latitudes tropicales (en las que está incluido el Perú), no funcionan bien las “paredes de Trombe”, muy útiles en latitudes mayores para ganar calor solar. En el invernadero se pueden cultivar hortalizas que no crecen al aire libre en esta región, contribuyendo así a mejorar la dieta de la población beneficiada. En resumen, los resultados de este estudio indican claramente que se puede tener una casa campesina en zonas altoandinas, muy similar a las existentes y con costos adicionales reducidos, pero que proporciona condiciones de confort térmico, si es bien diseñada y usa la energía solar.

Sin recurrir a estas experiencias exitosas u otras, el Gobierno ha iniciado un programa grande de construcción de “muros de Trombe”, a cargo de SENCICO. Los muros Trombe (popularizados por el ingeniero francés Trombé hace 50 años) pueden contribuir a calentar las casas aprovechando la energía solar, pero fueron desarrollados para hacerlo en latitudes mayores, en las que el sol siempre está en la misma dirección (por ejemplo, en el hemisferio norte), pero en el Perú, país ubicado dentro del trópico, el sol está por épocas en el norte y por épocas en el sur, y la utilidad de los muros se hace dudosa.



## Conclusiones y propuesta

- ✓ Sería muy recomendable realizar una evaluación técnica y económica de los proyectos pilotos existentes y a la luz de estas experiencias iniciar un programa masivo de disseminación de construcciones bioclimáticas en zonas alto andinas, esto vale también para cobertizos para animales (ovejas, alpacas, etc.). No es tolerable que cada año sigan muriendo los niños en Puno por ejemplo, como consecuencia del friaje, teniendo a mano la energía del sol.

## 4. Uso de energías renovables para la generación eléctrica aislada de la red

El Perú es uno de los países latinoamericanos con menor índice de electrificación: alrededor de 7 millones de peruanos, 25% de toda la población, no tiene electricidad en su casa, la mayoría vive en zonas rurales muy apartadas de las redes eléctricas existentes, y en localidades muy dispersas. Esto a pesar que desde varios años, este gobierno y los anteriores, trabajaron programas agresivos de electrificación rural vía extensión de la red eléctrica. El costo de conectar una familia rural a la red supera hoy en muchos casos, los US\$ 1,800, costo superior al costo de un "Sistema Fotovoltaico Domiciliario", SFD (en inglés "solar home system", consiste típicamente en un panel fotovoltaico con una potencia de 50 - 70 W, una batería de 12 V, 100 Ah, y un regulador de carga para proteger la batería de sobrecargas y descargas demasiado profundas).

La única forma económicamente viable de suministrar electricidad para muchas regiones, es utilizando la generación local basada en energías renovables, preferiblemente hidráulica o eólica, de existir estos recursos en la zona, pero en la mayoría de casos la única solución son los paneles fotovoltaicos. El Plan Maestro de Electrificación con Energías Renovables elaborado en 2008 por un proyecto JICA /12/ reconoce esta situación, y considera que 280,000 hogares deben ser electrificados con SFD's básicos. Un SFD tiene mayormente lámparas fluorescentes de 12 VDC y algunos equipos de telecomunicaciones. Sin embargo hay que anotar que en algunos países, como por ejemplo el Brasil, se ha generalizado la inclusión de un inversor de 220 V, 60 Hz, para usar equipos eléctricos domésticos y paneles fotovoltaicos de mayor potencia, de 200 W o más.

En este contexto, existe hoy en día una oferta en sistemas fotovoltaicos que es tecnológicamente madura, con vidas útiles para paneles solares de 25

años. Después de algunos años en los que la demanda era mayor que la oferta, empujando los precios hacia arriba, actualmente contamos con una creciente oferta en paneles fotovoltaicos, especialmente los de película delgada. Como resultado, los costos están disminuyendo significativamente (la empresa "First Solar", de EE.UU., reporta que el costo de fabricación de sus paneles de InCdS es menor de 1\$/W).

Frente a esta situación, el principal problema para diseminar masivamente los sistemas fotovoltaicos es, de un lado, la financiación, y, de otro la gestión y organización. El costo anualizado de un pequeño SFD es actualmente menor que el gasto que un campesino sin servicio eléctrico hace anualmente para iluminar su casa y/o mantenerse comunicado (velas, pilas para radio, etc.). El tema es que el SFD tiene poco costo de operación y mantenimiento, pero un costo significativo de inversión inicial, y para adquirirlo se requiere de financiamiento (microcrédito por ejemplo).

En el Perú, a diferencia de otros países de la región, todavía existen pocas instalaciones FV. Los primeros proyectos se dieron en Puno hace 20 años, por la cooperación alemana. /11/ Después del proyecto del CER-UNI en Taquile, el más significativo es el proyecto GEF, de reciente implementación, que ha instalado 4.500 SFD, en varias regiones de la selva. Aparte podemos mencionar algunas actividades de instituciones privadas, entre las que merece especial atención el proyecto financiado por la ONG Española "Ayuda en Acción", que ha instalado más de 1,000 SFD en Chota y Bambarén, en el departamento de Cajamarca.

Creemos importante, junto a los datos presentados, resaltar dos proyectos en particular, pues presentan dos modelos de gestión diferente: /12/ /13/

## Fuentes renovables de energía

- Proyecto del CER-UNI. En este primer caso, los SFD fueron vendidos a los usuarios en Taquile y las islas de los Uros (ver foto), con un plan de financiamiento de 3 años (además de estar parcialmente subvencionados), y al ser los beneficiados los propietarios finales de los equipos, son además responsables por su mantenimiento. Evaluaciones posteriores de este proyecto, que instaló entre 1996 y 1999 un total de 421 SFD, demostraron que prácticamente la totalidad sigue en operación. /12/



- Proyecto GEF. /13/ Para este proyecto el MEM optó por gestionar la “cesión en uso”, así el usuario paga una cuota para la instalación y después debe pagar una mensualidad, que cubre, por lo menos, los costos de reposición de los equipos, en especial de la batería. Los SFD siguen perteneciendo a ADINELSA (la empresa estatal que administra los proyectos de electrificación que requieren subsidio), que es también responsable del mantenimiento. Considerando que estos sistemas tienen menos de dos años de instalación (ver ejemplo en foto), todavía no se cuenta con datos para eva-

luar si este sistema de gestión es sostenible, por lo menos para financiar los costos de operación y mantenimiento, o cuanto de apoyo económico permanente del Estado requiere.



Por otro lado, en el marco del proyecto GEF, el MEM ha implementado una serie de acciones complementarias, que contribuyen significativamente al éxito de cualquier proyecto futuro de electrificación rural FV: se ha elaborado un atlas solar del Perú (publicado en la página web del MEM), se han elaborado normas y especificaciones técnicas de los SFD y de sus componentes, y se ha apoyado la formación de laboratorios para verificar sus especificaciones técnicas, incluyendo un laboratorio de fotometría (único en el Perú), que permite la medición del flujo luminoso de lámparas. Considerando el alto costo de la electricidad FV, todos los equipos que la usan deben de tener la máxima eficiencia posible: Siendo la iluminación la principal aplicación del SFD, se requiere lámparas eficientes, es decir que produzcan el mayor flujo luminoso (medido en lumen) por cada Watt de potencia consumido (fluorescentes o LED's).

## Conclusiones y propuesta

- ✓ Tomando las condiciones tecnológicas y meteorológicas que existen en el Perú, y la experiencia de los proyectos pilotos descritos, se puede, y debe llegar a diseminar de forma masiva a corto y mediano plazo el uso de energías renovables para la generación eléctrica aislada de la red. Para lograr esto algunos problemas que debemos enfocar son: la forma de organizar un adecuado servicio y la operación de mantenimiento de los SFD, en particular definir el sistema de gestión más apropiado, realizar actividades de capacitación a nivel de usuario final y técnicos locales, y, finalmente, y en forma decisiva, definir el nivel de incentivos requerido para lograr una electrificación rural sostenible. (ver siguiente punto). Otro tema pendiente es apoyar la formación de organizaciones que otorguen microcréditos a los campesinos. Muchos pueden adquirir su propio SFD, si obtienen una financiación adecuada.

### 5. Subsidios existentes o necesarios para la electrificación rural

Como en todos los países, en el Perú el costo de los proyectos tradicionales de electrificación rural con extensión de la red es asumido mayormente por el Estado, es decir son subvencionados casi en su totalidad, pero este costo es cada vez más alto por la creciente dispersión de las casas rurales sin electricidad. En muchos lugares rurales conectar una casa a la red eléctrica ya tiene un costo superior a US\$ 1.800, y el campesino beneficiado consume después en promedio 10 - 30 kWh/mes, un pago que eventualmente no alcanza para cubrir los costos mínimos de mantenimiento, menos la amortización de la inversión inicial.

Por otro lado, si un campesino peruano quiere adquirir un pequeño SFD, no solamente no recibe

ningún subsidio, sino que tiene que pagar todos los impuestos y aranceles por los equipos importados, y muy pocos están en condiciones de asumir este costo, prefiriendo gastar permanentemente para iluminación y telecomunicaciones, es decir a largo plazo invierten más de lo que costaría un SFD, pues no cuentan con un financiamiento y estímulo adecuado. Sin duda esto es una inconsistencia que debe ser superada.

La introducción de las ER es apoyada por los estados, sea por razones ecológicas (en países industrializados) o por razones de equidad. El lema “toda persona tiene derecho de tener electricidad en su casa”, está implementado en muchos países, incluso México lo contempla en su constitución.

#### Conclusiones y propuesta

- ✓ El Estado debe definir a corto plazo el grado de apoyo requerido y la forma de aplicarlo a nivel local, regional y nacional, para lograr que a mediano plazo (10 años) toda persona tenga electricidad en su casa.
- ✓ Aparte de la electrificación de las casas campesinas, se requiere a corto plazo, dotar a todas las escuelas rurales, postas de salud y centros comunales con este servicio. En este caso es sin duda la tarea del Estado suministrar y mantenerlo. También se debe estudiar la implementación de talleres comunales para fines productivos. El gran reto es propiciar actividades que generan riqueza localmente. Solamente así se puede mitigar la migración del campo a las zonas marginales de las ciudades, con todo su efecto social negativo.
- ✓ Al evaluar el costo de una electrificación rural –y en muchos lugares la solución más económica es la fotovoltaica– se debe incluir el costo oculto ocasionado por la migración de la población rural, muchas veces a zonas urbanas marginales, entre otros costos para el Estado. Recordemos que: “La energía más cara es la energía que uno no tiene”.



## 6 Uso de residuos sólidos y líquidos para la producción de energía

En la mayoría de poblados del Perú, los residuos sólidos y líquidos son tratados en forma completamente inadecuada, contribuyendo significativamente al deterioro del medio ambiente. Aunque cabe resaltar los trabajos de por ejemplo, la ONG Organización para el Desarrollo Sostenible (ODS) ([www.ods.org.pe](http://www.ods.org.pe)) que contribuye a la mejora de los rellenos sanitarios, así como los ensayos y usos puntuales de generación

de biogás, realizados por varias instituciones (trabajos pioneros por ITINTEC, biodigestores en granjas de pollos, planta piloto del CER-UNI, etc.)

Por otro lado, existen en otros países muchos ejemplos de un uso racional de los residuos urbanos y rurales, inclusive para producir energía, sea vía combustión o digestión anaeróbica (generación de biogás).

### Conclusiones y propuesta:

- ✓ Sin duda, el manejo de los residuos urbanos y rurales, en especial su uso para generar energía, es un reto en el Perú. Se espera que el nuevo Ministerio del Ambiente promueva su tratamiento en forma ambientalmente responsable, incluyendo su uso para generar energía.

## Conclusiones y propuestas generales

- ✓ El Perú es uno de los países con menor consumo de energía per cápita a nivel mundial, y en electrificación está en América del Sur, en el penúltimo lugar, requiriendo, por lo tanto, un esfuerzo muy grande para cambiar esta situación.
- ✓ El Perú dispone de un potencial muy grande de energías renovables, en particular de energía solar, con promedios mensuales altos, de 5 kWh/m<sup>2</sup> día o más, durante todo el año y en casi todo su territorio.
- ✓ A pesar de que no existe una evaluación actualizada del potencial hidroeléctrico del país, se puede afirmar, sin posibilidad de equivocarse, que este potencial es muy alto comparado con su aprovechamiento actual y también comparado con la demanda de energía eléctrica, por lo que no parece ni racional ni ambientalmente responsable usar gas natural, un recurso agotable y contaminante, para producir electricidad o pensar en centrales termonucleares, pues estas existen sólo en los países que no disponen de hidroenergía.
- ✓ Existen, y desde hace mucho tiempo, amplias experiencias locales en el uso de las energías renovables, especialmente entre grupos universitarios (UNJBG en Tacna, UNSA en Arequipa, UNI, PUCP y UNALM en Lima), pero también en organizaciones privadas y ONGs (ITDG ([www.itdg.org.pe](http://www.itdg.org.pe)), CECADE y Taller-Inti en Cusco). La Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) ha desarrollado desde 1980 un “Programa de Segunda Especialización Profesional en Energía Solar” que forma profesionales que conocen bien las posibilidades, y las limitaciones del uso de las energías renovables. La mayoría está asociada en la “Asociación Peruana de Energía Solar y del Ambiente”. APES (fundada en 1981, [www.perusolar.org](http://www.perusolar.org)) que a su vez, forma parte de la Sociedad Internacional de Energía Solar (“ISES - Perú”), organización que realiza anualmente los “Simposios Peruanos de Energía Solar”, para presentar los avances tecnológicos en el mundo y los trabajos realizados en este campo en el Perú.
- ✓ A pesar de entender que el desarrollo no se puede alcanzar sin educación y sin ciencia y tecnología, el Gobierno presta muy poco o ningún apoyo a las universidades, tampoco aprovecha la experiencia de los grupos universitarios existentes. Un ejemplo los recientes proyectos descritos del Gobierno para diseminar los muros Trombe, con el objeto de calentar las casas rurales altoandinas con energía solar, y las cocinas mejoradas, que fueron implementados sin aprovechar la experiencia existente, encargando ambos a SENCICO, institución estatal sin experiencia en el campo, que sólo obtuvo resultados dudosos.
- ✓ Mientras, en la India, por ejemplo, existe un Ministerio de Energías Renovables y en el Ecuador un Ministerio de Electricidad y Energías Renovables, en el Perú no hay un organismo gubernamental que promueva y coordine el uso de las energías renovables. Para ilustrar la situación: es difícil encontrar en la página web del Ministerio de Energía y Minas actividades relacionadas con energías renovables (la información está “escondida” en la Dirección General de Electrificación Rural). Las metas de uso de energías renovables que son publicadas por el Gobierno y se repiten año por año, sin concretarse.

## Fuentes renovables de energía

- ✓ Con base a lo expresado aquí y recogiendo la experiencia internacional, tal como está indicado en el “Marco referencial” de este documento, sería recomendable:
  - Promover en gran escala la innovación, investigación, desarrollo tecnológico y diseminación de tecnologías y modelos de gestión y administración en el campo del aprovechamiento de las energías renovables y del uso racional de la energía, a través de concursos públicos, transparentes y abiertos para todos. Ejemplos, pero muy limitados, son el programa FInCyT (con fondos del BID), o el reciente concurso de la asociación civil GVEP. El desarrollo sostenible del Perú solamente es posible si existe un potencial humano que pueda realizar el desarrollo científico y tecnológico localmente.
  - Crear una institución nacional, sea como organismo autónomo, o dentro de un ministerio existente (por ejemplo, Medio Ambiente o Energía y Minas) o por crearse (Ministerio de Energías Renovables o Ministerio de Ciencia y Tecnología), que coordine y promueva todas las actividades en energías renovables, con capacidad de convocar a todas las instituciones involucradas para así potenciar la experiencia y conocimientos existentes.
  - Promover el acercamiento entre Gobierno, organizaciones civiles, universidades y empresas, aprovechando al máximo la potencialidad y experiencia de cada uno de estos grupos de la sociedad peruana.

## BIBLIOGRAFÍA

- /1/ Comisión Nacional de Energía del Gobierno de Chile. 2008. Política Energética: Nuevos Lineamientos; Transformando la crisis energética en una oportunidad.
- /2/ OLADE, 2006, Informe de estadísticas energéticas (en [www.olade.org](http://www.olade.org))
- /3/ International Renewable Energy Agency – IRENA. 2009, Statute of the International Renewable Energy Agency (IRENA) ([www.irena.org](http://www.irena.org))
- /4/ InterAcademy Council. 2007, Lighting the way; Toward a sustainable energy future ([www.interacademycouncil.net](http://www.interacademycouncil.net))
- /5/ FONAM, 2007, Estudio sobre la situación actual de las energías renovables del país y su perspectiva de desarrollo en el mercado energético nacional (estudio realizado por el CER-UNI)
- /6/ CECADE: “Centro de Capacitación para el Desarrollo”, en Yaurisque, Paruro, Cusco, [www.cuscosolar.org](http://www.cuscosolar.org)
- /7/ CER- UNI, 1991; “Teoría y práctica del secado solar”. La experiencia de un proyecto de la cooperación técnica peruana - alemana.
- /8/ Ré, Luciano, Misiones de Belen Immensee, “Construcción y análisis de una vivienda solar activa, adecuada al medio rural de la sierra peruana”, en [www.taller-inti.org](http://www.taller-inti.org)
- /9/ R. Espinoza et al, 2009; Resultado experimental de confort térmico en una vivienda altoandina del Perú; XVI Simposio Peruana de Energía Solar, 2- 6.11.09, Tacna.
- /10/ Ministerio de Energía y Minas, 2008, Estudio del Plan Maestro de Electrificación Rural con Energía Renovable en la República del Perú (estudio realizado por la Agencia de Cooperación Internacional de Japón)
- /11/ M. Horn, 2001, Experiencias de electrificación fotovoltaica en el Perú; en <http://fc.uni.edu.pe/mhorn>
- /12/ M. Egido et al; 2004, Field evaluation of a PV rural electrification project in Titicaca Lake island; 19th European photovoltaic Solar Energy Conference, Paris; reproducido en <http://fc.uni.edu.pe/mhorn>
- /13/ I. Salazar, 2009; “Proyecto GEF de 4600 sistemas domiciliarios en Perú”; en [www.elecsolrural.org](http://www.elecsolrural.org)

