

UNIVERSIDAD DEL PAÍS VASCO

TESIS

eman ta zabal zazu

**“LA IMPORTANCIA DEL MARCO NORMATIVO
PARA IMPULSAR EL DESARROLLO DE
ENERGIAS RENOVABLES EN EL PERÚ”**

Alumna: María del Rosario Quiroz Ramírez

universidad
del país vasco

euskal herriko
unibertsitatea

- Agosto 2011 -

**Dedicado a mis padres y hermanos por ser
el pilar que me sostiene y el motor que
me da fuerzas para seguir adelante.**

**“LA IMPORTANCIA DEL MARCO NORMATIVO PARA IMPULSAR EL
DESARROLLO DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL PERÚ”**

<i>Introducción</i> _____	6
<i>Siglas y Abreviaturas</i> _____	8

**CAPITULO I
ALCANCES GENERALES SOBRE LA ENERGÍA**

1. Definición de Energía _____	9
2. Fuentes de energía no renovables: Los combustibles fósiles _____	10
A. El Carbón _____	11
• Tipos de Carbón: _____	13
• Aplicaciones del carbón: _____	13
• Efecto contaminante del carbón: _____	14
B. El Petróleo _____	15
• Productos derivados del petróleo _____	16
• Principales productores de petróleo _____	16
C. El Gas Natural _____	17
• Características Principales _____	18
• Aplicaciones del gas natural _____	19
• Efectos del gas natural en el medio ambiente _____	20
D. La Energía Nuclear _____	21
• Aplicaciones del uranio _____	22
E. Consecuencias ambientales del uso de combustibles fósiles _____	23
E.1. El Cambio Climático _____	25
3. Energías Renovables _____	31
A. Evolución Histórica _____	31
B. Fuentes de Energía Renovables _____	34
B.1 Energía Solar _____	35
B.2 Biomasa _____	40
B.3 Energía Eólica _____	46
B.4 Energía Hidráulica _____	50
B.5 Energía Mareomotriz _____	52

B.6 Energía Geotérmica	53
------------------------	----

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ENERGÉTICA DEL PERÚ

1. Generalidades	57
A. “Reservas de Energías:	59
B. Producción de Energías Primarias:	60
C. Consumo de Energía:	62
D. Crecimiento del Inventario Energético:	63
E. Balance Nacional de Energía 2009	64

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL PERÚ: SITUACIÓN NORMATIVA NACIONAL

1. Antecedentes	78
2. Normas relacionadas con la promoción de Energías Renovables	83
A. Normas Generales	83
A.1 Constitución Política del Perú (1993):	83
A.2 Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, de 13 de octubre de 2005:	92
B. Normas relacionadas con la promoción de Energías Renovables	96
B.1 Decreto Legislativo N° 1002 y su reglamento, el Decreto Supremo N° 012-2011-EM	97
B.2 Decreto Legislativo N° 1058: Promoción de la inversión en la actividad de generación eléctrica con recursos hídricos y con otros recursos renovables.	99
B.3 Decreto de Urgencia 019-2008: El Muro Trombe	99
B.4 Decreto Supremo N° 056-2009-EM	103
B.5 Ley N° 26848 y su reglamento, el Decreto Supremo N° 019-2010-EM	104
3. Proyectos de Energías Renovables	105
A. Electrificación Rural	105
B. Subasta de Energías Renovables	108
C. Otros Proyectos	114

EURO-SOLAR _____	115
El proyecto Villa Solar de Taquile _____	117
Soluciones Prácticas _____	119

CAPITULO IV

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA PARA POTENCIAR EL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES _____	121
--	-----

CONCLUSIONES _____	130
---------------------------	-----

ANEXOS _____	134
---------------------	-----

1. Entrevista _____	134
----------------------------	-----

2. Estadísticas _____	139
------------------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA _____	142
---------------------------	-----

INTRODUCCIÓN

Desde hace miles de años el ser humano aprovecha los recursos naturales para proporcionarse energía de diversas formas. Hay vestigios que en la antigüedad se utilizaron las energías renovables como la eólica, para velas de navegación, así como también la energía fósil no renovables, como es el caso de los Asirios y Babilónicos que usaban el petróleo para pegar ladrillos y piedras.

Pero se llegó a un punto en la historia (sobre todo después de la Revolución Industrial) que resultó más conveniente explotar las energías fósiles por poseer un alto contenido calorífico, entre otros beneficios. Es así que, hoy en día la mayor parte del abastecimiento de energía mundial proviene de este tipo de energía.

Por otro lado, no cabe duda que el desarrollo energético es sinónimo de prosperidad tanto económica como tecnológica. Por esa razón, se ha explotado a gran escala los recursos naturales para generar energía que resultaron más rentables para la industria como el carbón, el petróleo y el gas natural. Lamentablemente, estos *combustibles fósiles no renovables* han sido explotados de tal manera que, en la actualidad se presenta un déficit energético grave, ocasionando que a nivel mundial se atraviese por una grave crisis energética.

Además, hay otro factor muy importante al que solo hace algunos años hemos dado la importancia debida, el “**factor ambiental**”. En estos momentos nos encontramos en alerta roja respecto a las cifras de contaminación ambiental, teniendo graves consecuencias sobre los ecosistemas, el clima de la Tierra, y poniendo en peligro de extinción a diversas especies. También, han aparecido fenómenos ambientales como la lluvia ácida y el cambio climático (como resultado de gases que producen el efecto invernadero, entre ellos los gases contaminantes emitidos por la quema de combustible fósil).

Al tomar conciencia de nuestra responsabilidad por la protección y conservación del medio que nos rodea, teniendo en cuenta que es el que nos proporciona todo lo necesario para vivir (como el aire que respiramos, los alimentos que consumimos), es de suma urgencia que iniciemos las acciones necesarias para revertir las graves consecuencias de la contaminación producidas por el desarrollo desenfrenado que ha tenido la sociedad moderna sin reparar en el daño (en algunos casos irreversibles) que ocasiona al medio ambiente.

En ese sentido, en las últimas décadas los gobiernos del mundo han declarado, a través de convenios internacionales, la urgente necesidad de desarrollar políticas energéticas que respeten el medio ambiente, promoviendo el desarrollo de energías renovables, las cuales son más limpias en comparación con las energías fósiles.

Por lo expuesto, el presente trabajo de investigación, tiene por objetivo dar a conocer la importancia de promover el desarrollo de energías renovables (como la solar, eólica, mareomotriz, hidráulica, y geotérmica), a través de políticas estatales, contando con adecuado marco normativo y la colaboración de la comunidad internacional.

Para lograr un mejor entendimiento, la primera parte de este trabajo trata de las fuentes de energía fósiles, así como las consecuencias ambientales de su uso, y también se hace referencia general acerca de las fuentes de energía renovables.

Asimismo, en la segunda parte de la tesina se expondrá el marco normativo del Perú, respecto de las normas que promueven el uso y desarrollo de energías renovables en el país. También, se describirán algunos proyectos de energías renovables llevados a cabo por el Gobierno y por el sector privado (en gran parte con intervención de capital extranjero).

Finalmente, me he permitido expresar algunas consideraciones a tener en cuenta para lograr un marco legal adecuado que promueva el desarrollo de energías renovables y aliente las inversiones tanto nacionales como extranjeras.

SIGLAS Y ABREVIATURAS

API	American Petroleum Institute
CH ₄	Metano
CO ₂	Dióxido de Carbono
ER	Energías Renovables
GNL	Gas Natural Licuado
HCl	Ácido Clorhídrico
IGV	Impuesto General a las Ventas
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
ISC	Impuesto selectivo al Consumo
J	Julio
KW	Kilovatio
KWh	Kilovatio hora
LGA	Ley General del Ambiente
MW	Megavatio
NO ₂	Óxido nitroso
NO _x	Óxidos de nitrógeno
PBI	Producto Bruto Interno
RER	Recursos Energéticos Renovables
SFD	Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios
SO _x	Óxidos de azufre
TC	Tribunal Constitucional
TCF	Medida en Trillones de Pies Cúbicos (siglas en inglés)
TJ	Tera Joules
W	Vatio
OSINERGMIN	Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería
ADINELSA	Empresa de Administración de Infraestructura Eléctrica S.A

CAPÍTULO I

ALCANCES GENERALES SOBRE LA ENERGÍA

1. Definición de Energía

Cuando la palabra “energía” apareció por primera vez en Europa en el siglo XVI no tenía un significado científico, y estaba basada en la palabra griega acuñada por Aristóteles con el significado de fuerza o vigor.

Fue hasta el siglo XIX, que el concepto de *energía* se desarrolló por científicos para describir y comparar observaciones sobre el comportamiento de diversos fenómenos como la transmisión de calor, el movimiento de los planetas, el movimiento de la maquinaria, y la corriente eléctrica. Hoy en día, la definición científica generalizada que se da a la palabra *energía* es aquella que tiene capacidad para desarrollar un trabajo, es decir, mover un objeto venciendo su resistencia al mismo.

En el lenguaje usual, la palabra *energía* es, a menudo, usada como sinónimo de sistema energético. Pero hablando más científicamente, la *energía* se define como la capacidad para realizar un trabajo, es decir, la proporción en que la energía es

convertida de un tipo a otro, o transmitida de un lugar a otro. La unidad principal de medida de la energía es el julio (J) y la unidad principal de potencia o trabajo es el vatio (W), el cual se define como la energía por unidad de tiempo esto es: un julio por segundo¹.

2. Fuentes de energía no renovables: Los combustibles fósiles

En los siglos XIX y XX se vio un masivo aumento en el uso global de la energía, basado principalmente en el quemado barato y pleno de los combustibles fósiles: primero fue el carbón, después le petróleo y finalmente el gas natural. Estos tres combustibles fósiles suministran, en estos momentos, casi el 80% de la energía actual consumida en el mundo.

Los combustibles fósiles resultan excepcionalmente atractivos como fuentes de energía y son altamente concentrados, enérgicamente hablando, lo que permite el almacenamiento de grandes cantidades de energía en volúmenes relativamente reducidos y, relativamente fáciles de distribuir, especialmente en los casos del petróleo y el gas que son fluidos.

Durante el siglo XX, estas singulares ventajas permitieron el desarrollo de un creciente, complejo y efectivo nivel tecnológico capaz de transformar la energía de los combustibles fósiles en calor útil, luz y movimiento; éste partió de la lámpara de aceite, el motor de vapor, y el motor de combustión interna entre otros. Hoy en día, en los albores del siglo XXI, los sistemas basados en combustible fósil permanecen aun como los reyes en el mundo de la energía, suministrando la mayor parte de la energía mundial, aun cuando estos sean poco respetuosos con el medio ambiente.

¹ GIL GARCÍA, Gregorio (2008), **Energías del Siglo XXI: de las energías fósiles a las alternativas**, Madrid, Ediciones Mundi - Prensa.

Los combustibles fósiles que utilizamos hoy en día, se originaron mediante el crecimiento y desaparición de los organismos vivos marinos que existieron en la Tierra hace millones de años. El carbón se formó cuando murieron los árboles y la vegetación quedó sumergida bajo el agua siendo posteriormente comprimida, en procesos geológicos que duraron millones de años, permaneciendo en capas sólidas concentradas por debajo de la superficie terrestre. El petróleo y el gas natural asociado, constaron inicialmente de millones de organismos marinos que lentamente crecieron en capas en los océanos, transformándose gradualmente, a través de fuerzas geológicas que actuaron sobre ellos durante muchísimo tiempo, en reservas líquidas y gaseosas a las que hoy accedemos mediante perforación de la capa exterior de la Tierra. Los combustibles fósiles están compuestos principalmente de carbono e hidrógeno, motivo por el cual reciben el nombre de hidrocarburos².

En ese sentido, *José Roldán*³, hace una breve referencia sobre los combustibles fósiles, haciendo una pequeña reseña histórica, así como destacando las características, los derivados y las consecuencias ambientales del uso de estas energías respectivamente:

A. El Carbón

El carbón se impuso como fuente de energía calorífica en el siglo XVIII a raíz del agotamiento de bosques y de haber roturado grandes superficies para la agricultura.

En 1782, se empieza a utilizar en la siderurgia, fundición de hierro. En el mismo año, James Watt inventa la máquina a vapor.

² GIL GARCÍA, Gregorio (2008), Ob. Cit. Pp. 23-24.

³ ROLDÁN VILORIA, José (2008), **Fuentes de Energía: Instalaciones eólicas, instalaciones solares térmicas**, Madrid, Paraninfo.

En los siglos XIX y XX el carbón ha sido la energía fundamental para proporcionar calor, época que coincidió con la Revolución Industrial.

Grandes máquinas como los ferrocarriles que se desarrollaron en el siglo XIX, fueron grandes consumidores de carbón. Las calefacciones también utilizaron el carbón hasta la segunda parte del siglo XX.

Hoy en día, hay industrias que aun siguen utilizando el carbón como fuente de energía. Cabe resaltar que, el consumo de carbón para generar calor supone el 40% del total de energía actualmente consumida.

Pero, a pesar de su gran ventaja (ser una fuente de energía barata), el mayor inconveniente del carbón es su elevado grado de contaminación.

- Carbón Natural: es una materia sólida parda o negra combustible, formada por carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno y potros compuestos.

Se formó con vegetación que quedaba enterrada en zonas pantanosas (agua y barro), pobre en oxígeno, por lo que no se producía la descomposición, y por la acción de acumulaciones, así como de la presión y la temperatura, la materia orgánica se fue convirtiendo lentamente en carbón. Esta lenta transformación sucedió hace más de 300 millones de años, en el denominado periodo carbonífero.

El carbón se encuentra en cuencas minera, de donde se extrae a cielo abierto o de bajo de la tierra en minas, que pueden superar los 1.000 metros de profundidad.

En la actualidad, el carbón suministra casi el 25% de la energía mundial consumida.

- Tipos de Carbón:

Carbón mineral: carbón natural, sólido de consistencia pétrea y combustible.

Carbón vegetal: se obtiene de la madera quemada en combustión incompleta, para lo que se cubre con tierra a fin de evitar la entrada o contacto con el aire.

Carbón de petróleo: se obtiene por destilación del petróleo.

Carbón bituminoso: se trata de una variedad de carbón cuyas características son intermedias entre la antracita y el lignito.

Carbón activado: se utiliza como absorbente y tiene una gran porosidad que le da esa propiedad.

Carbón de coque (cok): la hulla está impregnada de sustancias bituminosas de cuya destilación se obtienen hidrocarburos aromáticos y un tipo de carbón llamado coque, que se utiliza como combustible en la siderurgia.

- Aplicaciones del carbón:

Del carbón se aprovecha preferentemente su poder calorífico, aunque también tiene otras aplicaciones.

El carbón suministra en torno al 25% de la energía mundial actualmente consumida, y una parte es transformada en electricidad.

- a) Como combustible para calefacciones. Aunque en la actualidad ha perdido importancia al ser sustituido por gas natural, butano, propano, paneles solares y electricidad.
- b) Como combustible para empresas siderúrgicas.
- c) El 40% de la producción total de carbón se utiliza para su transformación en energía eléctrica en centrales térmicas.

d) En carboquímica⁴.

e) Petróleo sintético.

- Efecto contaminante del carbón:

Los humos del carbón son muy contaminantes, en especial el CO₂ (dióxido de carbono), uno de los causantes del efecto invernadero, al que se le unen otros gases y productos sólidos, que con la humedad del aire dan lugar a la llamada lluvia ácida.

Se están mejorando los procedimientos de combustión y alimentación al horno de quemado; sin embargo, los efectos contaminantes siguen siendo muy elevados.

Hay que quemar menos y buscar otras alternativas, menos contaminantes y sin tantos efectos negativos para la naturaleza y la atmósfera.



Drax Power Station

Gran central térmica de carbón ubicado en el norte de Inglaterra, suministra el 7% de electricidad de Gran Bretaña.

⁴ Proceso de gasificación con el que se obtiene gas de síntesis (hidrógeno y monóxido de carbono) que se transforman en diferentes productos químicos como amoníaco, metanol, gasolina y gasóleo.

B. El Petróleo

Existen referencias de que el petróleo se conoce desde la antigüedad, en épocas del Neolítico y Paleolítico se empleaba como betún en la construcción.

Los asirios y babilonios lo empleaban para pegar ladrillos y piedras, y los egipcios para engrasar pieles y también para la conservación de las momias. Los japoneses lo usaban para proporcionarse alumbrado hace 2000 años. Los chinos lo extraían hacia el año 200 a.C.

El empleo en la época reciente solo se remonta a 150 años. En 1850 empezó a comercializar el petróleo un boticario de Pittsburg (Pensilvania), que lo vendía como aceite de roca.

En 1852, Abraham Gessner, canadiense, patentó un sistema que utilizaba petróleo (querosene) como combustible para lámpara de alumbrado. En 1855, Benjamin Sulliman, químico norteamericano, publicó un tratado sobre derivados útiles obtenidos de la destilación del petróleo.

En 1857 se iniciaron las perforaciones en Canadá y Alemania. Es en 1859 que se perforó el primer pozo de petróleo, por Edwin draque en Pensilvania.

El empleo del petróleo como carburante se inició a finales del siglo XIX. En el momento actual, gracias a su gran poder calorífico, el petróleo, junto con la electricidad (energía transformada a partir de otras energías), son las dos más importantes utilizadas por el hombre.

- Productos derivados del petróleo
 - *Metano, etano, propano y butano*: se usan como combustibles domésticos e industrial.
 - *Gasolina*: destilada del petróleo crudo, se usa como combustible para motores de explosión (automóviles y aviones).
 - *Queroseno*: se usa como combustible para motores (aviones).
 - *Gasoil*: combustible para motores diesel.
 - *Fueloil*: combustible en hornos, calefacciones, locomotoras, etc.
 - *Parafinas y vaselina*: se utilizan en la fabricación de productos varios y farmacéuticos.
 - *Asfalto*: se utiliza en la pavimentación de carreteras y calles.
 - *Otros muchos productos*: se incluyen plásticos, pintura y barnices, disolventes, fertilizantes e insecticidas, detergentes, cauchos artificiales, negro de humo y mucho más.

- Principales productores de petróleo

Principales países productores de petróleo		
Rusia	Irak	Irán
EE.UU	Nigeria	Kazajistán
Arabia Saudí	Argelia	Venezuela
Irán	Libia	México
China	Emiratos Árabes Unidos	Argentina
Reino Unido	Kuwait	Colombia
Noruega	Qatar	Bolivia
Canadá	Indonesia	Ecuador

Dos tercios de las reservas mundiales de petróleo se encuentran en Oriente Próximo.

Plataforma de Petróleo de Repsol frente a la Costa Dorada, en la provincia
de Tarragona - España



C. El Gas Natural

En la actualidad el gas natural representa uno de los principales recursos energéticos. Es una de las energías más empleadas a todos los niveles de la actividad humana.

En 1920 se inicia la tecnología de la licuefacción del gas natural (GNL). Su primer uso fue la recuperación de helio del GNL, y después fue el propano y el butano.

El inconveniente de este combustible estaba en su almacenamiento y transporte. Estados Unidos y Rusia fueron los primeros en extraerlo y consumirlo.

Los gasoductos y los barcos “butaneros” han permitido que su uso se generalice en los países industrializados.

La generalización del gas natural es relativamente reciente, si exceptuamos a Rusia y EE.UU. Empezó a tener importancia a partir de la década de 1950.

Las reservas de gas se encuentran en las antiguas repúblicas socialistas (Rusia) y Oriente Medio. También hay reservas importantes en Asia, Oceanía, África (Argelia y Libia), América del Norte y del Sur y Europa Occidental (Noruega, Holanda y Reino Unido).

- Características Principales

El gas natural es una mezcla de hidrocarburos con un número de carbonos inferior a cinco, principalmente metano y, en menores proporciones, etano y butano. También anhídrido carbónico, ácido sulfhídrico y nitrógeno.

Se trata de un combustible de efecto rápido. El gas natural es una energía eficaz, rentable y limpia.

El gas natural es la tercera fuente de energía a nivel mundial y aporta el 21% de la energía total consumida.

Es un gas incoloro e inodoro, no tóxico, más ligero que el aire. Tiene su origen en la descomposición de sedimentos de materia orgánica atrapada entre estratos rocosos y es una mezcla de hidrocarburos ligeros en la que el metano (CH₄) se encuentra en grandes proporciones acompañado de otros hidrocarburos y gases, dependiendo del yacimiento que se trate.

El gas se puede encontrar sobre bolsas de petróleo o en bolsas que solo contienen gas. Al extraerlo hay que licuarlo para facilitar su transporte, lo que se hace a través de gasoductos, alguno de ellos muy largos (5.500 km), como el que se une Siberia (Uzbekistán) a los consumidores de Europa Occidental por barcos butaneros, por gasoductos locales de distribución y mediante camiones cisterna.

Una vez transportado a la zona de consumo, el gas licuado se vuelve a gasificar y, tras pequeña manipulación, se envía a la red de distribución para su utilización a una determinada presión.

También se le incorpora el olor característico para su identificación.

- Aplicaciones del gas natural

El gas natural supone una de las principales formas de energía que utilizamos en la actualidad. Se emplea en todos los sectores de la actividad que demandan energía térmica, como:

- Cocinar alimentos.
- Calefacción en la vivienda, industria y servicios.
- Generación de electricidad (ciclo normal o combinado).
- Tratamientos térmicos.
- Proceso de secado directo.
- Cocción de productos cerámicos.
- Hornos de fusión.
- Generación de vapor para procesos diversos.
- Cogeneración. Sistema por el que se produce energía térmica (vapor) y electricidad.
- Como materia prima en la producción de amoníaco para fertilizantes, por su alto contenido de hidrógeno.

- Efectos del gas natural en el medio ambiente

De entre las energías de origen fósil, el gas natural es el más limpio y, por tanto, menos contaminante.

El transporte se hace mayoritariamente subterráneo, por lo que no tiene impacto ambiental apreciable.

Los combustibles de origen fósil producen en su combustión óxido de carbono, azufre y nitrógeno que provocan la lluvia ácida, el efecto invernadero y la contaminación atmosférica. Sin embargo, el gas natural no tiene azufre en su composición, por lo que no emite los óxidos correspondientes.

Aunque no es completamente limpio, sí es mucho más limpio y menos contaminante que los derivados del petróleo y el carbón.

Planta de licuefacción de gas en Pampa Melchorita (Ica-Perú)



D. La Energía Nuclear

Las centrales nucleares son en realidad centrales térmicas en la que el reactor actúa como una caldera donde se calienta el agua en un circuito cerrado a gran presión.

En 1938, O. Hann y F. Strassman descubrieron las reacciones nucleares de fisión y que solamente dos isótopos de uranio (uranio-233 y uranio-235) y uno de plutonio (plutonio-239) tenían esta propiedad.

En 1944, se construyen los primeros reactores en Hanford, estado de Washington (EE.UU), para producir armas nucleares. Sin embargo, fue en Reino Unido donde se construyó la primera central nuclear en 1956 para la generación de electricidad.

En 1990, ya se habían instalado 420 reactores en 25 países, lo que representaba el 17% de la generación de electricidad consumida a nivel mundial.

La rápida generalización de este sistema estaba en su elevado rendimiento. Con un kilo de uranio se conseguía un rendimiento equivalente a quemar 1.000 kg. de carbón.

El entusiasmo inicial de esta forma de energía, con mucha menos contaminación ambiental, se vio lastrado por el riesgo de la contaminación radioactiva y el miedo, que se incrementó con el accidente de Chernóbil en Ucrania (1986), que causó 30 muertos, cientos de contaminados y miles de evacuados. A esto hay que añadir el problema que suponen los desechos generados, que permanecen activos durante muchos años.

Los peligros potenciales de una central nuclear bien construida no son muchos, pero siempre está el riesgo de un escape o un accidente imprevistos incontrolado que pueden tener consecuencias muy graves y por mucho tiempo (zona de Chernóbil).

Desde los años setenta y ochenta del siglo pasado, la opinión pública está muy sensibilizada con este tema, por lo que la generación de electricidad a partir de materiales nucleares está en tiempo de espera.

- Aplicaciones del uranio

- Fabricación de armamento nuclear (bombas, cohetes, etc).
- Medicina nuclear. Servicios de radiodiagnóstico, radiología y medicina nuclear.
- Aplicación de radioisótopos en los campos de medicina, agricultura e industria.
- Aparatos de detección y control.
- Aplicaciones de las radiaciones ionizantes en la industria agroalimentaria.
- Aplicación de energía nuclear a base de isótopos radioactivos, emisiones de radiaciones y radiaciones electromagnéticas.
- Centrales nucleares para generar electricidad.

Planta nuclear de Wolf Creek, Kansas – EE.UU



E. Consecuencias ambientales del uso de combustibles fósiles

Extraer energía de los combustibles fósiles o nucleares, genera un significativo impacto ambiental y social. Estos impactos son muy elevados debido a la baja eficiencia de nuestros sistemas actuales para la consecución de energía útil, que luego es utilizada en tareas específicas en nuestras casas, maquinarias, vehículos y otras aplicaciones.

TABLA 1⁵

ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES Y SOCIALES SEGÚN FUENTES DE ENERGÍA	
Fuente	Causas Potenciales
Petróleo	Cambio climático global, contaminación del aire debido a los vehículos, lluvia ácida, derrames de petróleo, accidentes en la manipulación del petróleo.
Gas Natural	Cambio climático global, pérdidas de metano en las tuberías, explosiones de metano, accidentes en la manipulación del gas.
Carbón	Cambio climático global, lluvia ácida, deterioro medioambiental por explotación a cielo abierto, accidentes mineros por explotación a gran profundidad, contaminación de las aguas, accidentes en las minas y efectos sobre la salud de los mineros.
Energía Nuclear	Radioactividad (liberación durante procesos rutinarios, riesgo de accidente, vertido de residuos), mala utilización del material fisionable, y otros materiales, en propósitos terroristas, proliferación de armas nucleares, contaminación del terreno en las minas, efectos en la salud de los mineros debido al uranio.

El uso masivo del carbón, petróleo y gas, que ha hecho nuestra sociedad, ha provocado un aumento de la prosperidad material, al menos para la mayoría de los países industrializados. Pero, también ha tenido numerosas consecuencias adversas, entre ellas la contaminación del aire y del agua, accidentes en las minas, incendios y explosiones en el caso del petróleo y el gas, conflictos con respecto al acceso al combustible y quizá, de modo más profundo, el cambio climático global que probablemente traiga como resultado un aumento en la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, originado fundamentalmente por la combustión de los materiales fósiles⁶.

⁵ GIL GARCÍA, Gregorio (2008), Ob. Cit., Extracto de Tabla 1, P. 542

⁶ GIL GARCÍA, Gregorio (2008), Ob. Cit.

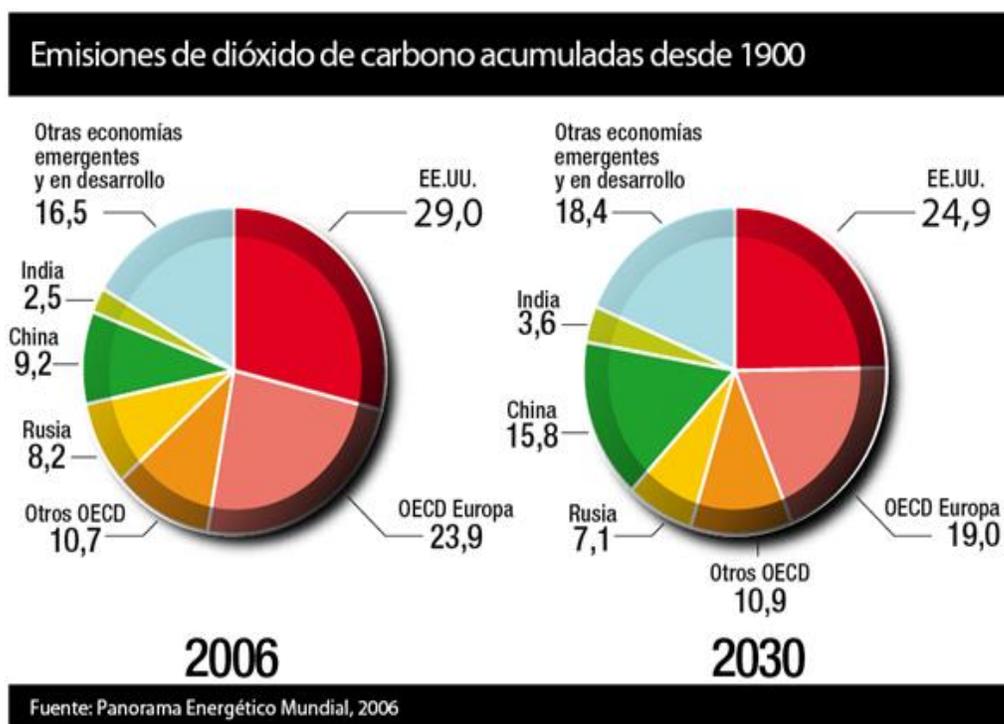
E.1. El Cambio Climático

Probablemente el impacto a escala global sea el más importante producido por el combustible fósil y es el responsable de las emisiones de gases de efecto invernadero tales como el dióxido de carbono CO_2 , el metano CH_4 , y el óxido nitroso NO_2 . Las emisiones de gas de efecto invernadero producidas por la acción del hombre (antropogénicas) son en la actualidad consideradas como la causa principal de un proceso de cambio climático global que ya ha supuesto una elevación de la temperatura media de la superficie de la Tierra, de alrededor de $0,6^\circ\text{C}$ durante el siglo XX.

El dióxido de carbono es el gas de invernadero antropogénico más importante implicado en el calentamiento global. La mayor parte del dióxido de carbono es debido a la combustión de combustible fósil, pero no todo el dióxido de carbono es emitido a la atmósfera, una parte del mismo es absorbido por la Tierra, por ejemplo, mediante la fotosíntesis en el crecimiento de los árboles y de la vegetación, y parte también es absorbida por los océanos. La proporción que permanece en la atmósfera ha sido creciente, sin embargo. Como resultado, las concentraciones de CO_2 atmosférico ha aumentado desde 285 partes por millón, al final de la era preindustrial, hasta 370 partes por millón en el año 2000, es decir un aumento del 30% en 150 años. El tiempo de persistencia del CO_2 en la atmósfera es del orden de 100 años, así que incluso si la humanidad tuviera éxito en reducir las emisiones antropogénicas de forma dramática en las próximas décadas, le llevará mucho tiempo a la atmósfera disminuir estas concentraciones.

“El Cuarto Informe de Evaluación (2007) del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), en el que

trabajaron cerca de tres mil científicos expertos de todo el mundo, ha dejado establecido que la concentración atmosférica de gases de efecto invernadero se ha incrementado como resultado de la actividad humana desde 1750 y ahora excede largamente los valores pre-industriales. La concentración del CO₂ en la atmósfera global se ha incrementado de un nivel pre-industrial de 280 ppm a 379 ppm en el 2005”⁷.



⁷ SECRETARÍA GENERAL DE LA COMUNIDAD ANDINA (2008), “**El Cambio Climático no tienen fronteras: Impacto del cambio climático en la Comunidad Andina**”, Lima, Libélula-Comunicación, Ambiente y Desarrollo.

Los otros gases de efecto invernadero, aunque individualmente menos importante, se estima que juntos aumentan un 75% el efecto del calentamiento global creado por las emisiones antropogénicas de CO₂. Entre los más importantes de tales gases están el metano (CH₄), y el óxido nitroso (NO₂), los cuales se supone que aumentan un 145% y un 14% respectivamente desde 1850. Una proporción significativa de este aumento se supone que es debida a actividades relacionadas con la energía.

Los sucesivos informes intergubernamentales del Panel de Cambio Climático han comunicado con el acuerdo de la comunidad científica que el aumento de las emisiones de gases de invernadero antropogénicas en nuestra atmósfera está teniendo un efecto significativo en el clima de la Tierra. Las señales del cambio climático están llegando a ser claramente discernibles entre el ruido propio de la variabilidad del clima natural.

Como consecuencia del aumento de la temperatura media es probable que la Tierra experimente un aumento de la frecuencia de los acontecimientos meteorológicos extremos. El aumento de la temperatura producirá un aumento de la evaporación del agua, lo que supondrá un aumento de las precipitaciones (agua y nieve). Se estima que cada grado centígrado de elevación de temperatura llevará a un aumento del 2,5% de las precipitaciones. De nuevo el aumento de las precipitaciones es probable que se presente en más acontecimientos extremos, como por ejemplo inundaciones. Pero, paradójicamente a pesar de este aumento de las lluvias, el aumento de la evaporación en verano es probable que lleve a sequías en otras regiones.



Pueblo inundado en el distrito Muang, provincia de Uttaradit (Tailandia). Los científicos advierten que estas inundaciones históricas, acontecimientos meteorológicos extremos debidos al cambio climático, golpearán con fuerza y más a menudo otras zonas de Asia.

Fuente: www.greenpeace.org



El impacto de varias sequías en la Amazonía brasileña han producido la muerte de muchos peces y el agotamiento de los ríos, que se han convertido en pequeños reductos de agua. Manaquiri (Amazonas/Brasil).

Fuente: www.greenpeace.org

El aumento de la evaporación significará que algunas regiones probablemente lleguen a ser más húmedas y esto sumado a los aumentos de temperatura llevará a significativos aumentos del índice calorífico (un indicador de falta de bienestar) y el calor adicional producirá enfermedades y muertes, si bien es cierto que en ciertas regiones podrían a la vez ocurrir menos muertes en invierno debidas al frío.

Fundir el hielo es otra consecuencia importante del calentamiento global. Los glaciares de las montañas parecen estar retrasándose y existe una considerable evidencia de que los hielos del Ártico están empezando a flotar sobre las aguas. Sin embargo, gran parte del hielo de la Antártida está sobre la tierra, lo que tendría lugar una muy

sustancial elevación del nivel del mar si se fundiera la capa de hielo que está sobre la tierra. Esto podría provocar elevaciones en el nivel del mar de varios metros en los próximos 1.000 años⁸.

- **El Protocolo de Kyoto**

La preocupación mundial por el cambio climático ha originado diversa iniciativas con la finalidad de llevar a cabo acciones para contrarrestar el efecto invernadero. Entre las iniciativas internacionales se destaca el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Este Protocolo es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases que causan el calentamiento global: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), además de tres gases industriales fluorados: Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆), en un porcentaje aproximado de al menos un 5%, dentro del periodo que va desde el año 2008 al 2012, en comparación a las emisiones al año 1990.

El objetivo principal es disminuir el cambio climático antropogénico cuya base es el efecto invernadero. Según las cifras de la ONU, se prevé que la temperatura media de la superficie del planeta aumente entre 1,4 y 5,8 °C de aquí a 2100, a pesar que los inviernos son más fríos y violentos. Esto se conoce como Calentamiento global. «Estos cambios

⁸ GIL GARCÍA, Gregorio (2008), Ob. Cit.

repercutirán gravemente en el ecosistema y en nuestras economías», señala la Comisión Europea sobre Kioto.

Las Partes se reunieron por primera vez para su seguimiento en Montreal, Canadá, en 2005, donde se estableció el llamado Grupo de Trabajo Especial sobre los Futuros Compromisos de las Partes del Anexo I en el marco del Protocolo de Kioto, orientado a los acuerdos a tomar para después de 2012.

En diciembre de 2007, en Bali, Indonesia, se llevó a cabo la tercera reunión de seguimiento, así como la 13ª cumbre del clima, con el foco puesto en las cuestiones post 2012. Se llegó a un acuerdo sobre un proceso de dos años, u “hoja de ruta de Bali”, que tiene como objetivo establecer un régimen post 2012 en la XV Conferencia sobre Cambio Climático, (también "15ª cumbre del clima") de diciembre de 2009, en Copenhague, Dinamarca, y en la XVI Conferencia sobre Cambio Climático en Cancún, México, fecha del 29 de Noviembre al 10 de Diciembre del 2010. En Cancún los más de 190 países que asistieron a la Cumbre adoptaron, con la reserva de Bolivia, un acuerdo por el que aplazan el segundo período de vigencia del Protocolo de Kioto y aumentan la "ambición" de los recortes. Se decidió crear un Fondo Verde Climático dentro de la Convención Marco que contará con un consejo de 24 países miembros. Éste será diseñado por un comité de transición que formarán 40 países. También se llegó al compromiso de proporcionar 30.000 millones de dólares de financiación rápida, aunque se reconoce la necesidad de movilizar 100.000 millones de dólares por año a partir de 2020 para atender a las necesidades de los países en desarrollo.

3. Energías Renovables

A. Evolución Histórica⁹

El aprovechamiento *energético del sol* es bastante reciente a pesar de que todas las energías renovables proceden directa o indirectamente del sol. Tanto el diseño como la tecnología para las aplicaciones energéticas solares se han desarrollado en la segunda mitad del siglo XX, debido a la búsqueda de fuentes de energía que rompieran la dependencia energética del petróleo raíz de la célebre crisis de 1973.

La *energía eólica* es la energía de empleo más antiguo. En las primeras civilizaciones la utilización del viento como energía fue aplicada a la navegación a la vela por los ríos del Próximo Oriente (Nilo, Tigris, Eúfrates). Los primeros molinos de viento, utilizados sobre todo para moler el grano y para bombear agua de los pozos, funcionaban en Persia en la edad antigua paleocristiana. Estos molinos empiezan a extenderse por Europa a los largo de la Edad Media introducidos, probablemente, por los cruzados al regresar de Oriente Medio, y es la civilización islámica mediterránea la que más los emplea a partir del siglo XII. Los primeros molinos de viento que se conocen en la Península datan de la España cristiana y musulmana. Son variados los molinos, usos y aplicaciones, tales como los utilizados para moler el grano o para riego, distribuidos por la geografía ibérica. Más recientemente, finales del siglo XIX y primeras décadas del XX, proliferan las aerobombas con arraigada presencia en la isla de Fuerteventura.

Las primeras innovaciones tecnológicas tienen lugar en el siglo XIV, con los denominados molinos de trípode y de torres, pero es en el siglo XIX cuando comienzan a realizarse los primeros experimentos para mejorar el aprovechamiento de la energía eólica, tanto en América como en Europa, con los llamados

⁹ AZCÁRATE LUXAN, Blanca; MINGORANCE JIMENEZ, Alfredo (2002), **Energías e Impacto Ambiental**, Madrid, Equipo Sirius.

generadores multipala. Sin embargo, no se consideró rentable el uso de la energía eólica para la producción de electricidad frente a otro tipo de energías.

A comienzos del siglo XX aparecen los primeros molinos con generadores eléctricos en Francia, aunque las investigaciones se intensifican a raíz de la crisis energética de los años setenta, con el fin de generar energía eléctrica a partir de la energía eólica. Así, esta energía renovable entra en el umbral de la competitividad respecto a los sistemas convencionales de producción energética, gracias a la optimización realizada en los aeromotores y a la aplicación de nuevos materiales y tecnologías en el diseño de generadores eólicos.

La *biomasa* como recurso energético ha sido el más utilizado por la humanidad hasta comienzos de la Revolución Industrial y la posterior generalización de los combustibles fósiles. Así, la explotación de los bosques, con sus recursos madereros, han sido aprovechados de forma masiva en las civilizaciones preindustriales. Entre los usos de la biomasa cabe destacar el aprovechamiento intensivo de los recursos forestales que conllevó un uso indiscriminado de la madera para fundir el hierro, con la consiguiente repercusión en la deforestación de amplias zonas boscosas.

La *energía geotérmica*, de reciente utilización, no había sido aprovechada debido a las dificultades tecnológicas que entraña extraer el calor interno de la tierra. Las manifestaciones externas de esta energía calorífica a través de los volcanes, las aguas termales, en un hipotético aprovechamiento, ha resultado estéril y ha quedado limitado exclusivamente a la explotación in situ de las aguas termales. Sin embargo, con la tecnología de la sociedad actual es posible explotar yacimientos geotérmicos a gran profundidad, pero sondeado previamente la rentabilidad de la perforación, ya que en la mayor parte de los casos, a partir de los tres kilómetros resulta antieconómica.

La *energía de los océanos* tiene sus orígenes en el siglo XI en los “molinos de marea” de las costas atlánticas europeas, que con una potencia de 30 a 100 KW accionaban una rueda con álabes. El aprovechamiento del mar tiene lugar a lo largo del siglo XX, aunque con resultados no demasiados esperanzadores. Los primeros proyectos fueron desarrollados en la década de los treinta por George Claude, en Cuba, Brasil y Abidján pero fracasaron. Más recientemente, los japoneses diseñaron proyectos que fueron posteriormente abandonados. En cualquier caso, se trata de proyectos muy localizados que no han podido generalizarse hasta ahora porque los logros no han sido muy alentadores.

Los primeros pasos de la *energía hidráulica* se remontan a la utilización de la rueda hidráulica para moler el grano. Estos primeros molinos de agua ya eran conocidos en la roma Imperial. Hasta la Edad Media los pequeños cursos de agua en Europa se aprovechaban para este fin.

Hasta el siglo XIX apenas han existido modificaciones técnicas en la utilización de esta energía, pero a partir de comienzos del siglo XX tienen lugar una serie de cambios en los diseños de las ruedas hidráulicas, cuando se emplean los álabes curvos que infieren una mayor velocidad. Durante la revolución Industrial aparecen las turbinas hidráulica, que serán posteriormente sustituidas por modernas turbinas a reacción de agua con caídas bajas, que alcanzan una mayor velocidad de giro.

En el último tercio del siglo XIX, entran en funcionamiento las primeras centrales hidroeléctricas para la producción de energía eléctrica. El problema de estas instalaciones era que los emplazamientos estaban condicionados a la presencia de un salto de agua y a la proximidad de los centros de consumo, para evitar pérdidas en el transporte de energía eléctrica. Otro tipo de dificultades técnicas que aparecieron ligadas a la energía hidroeléctrica se resolvieron al transformar la corriente continua en alterna, con el empleo de los alternadores, lo que favoreció el transporte de esta energía a larga distancia.

La hidroelectricidad como energía primaria está muy por debajo del consumo de energías fósiles, representa aproximadamente el 19% del total de la producción energética mundial, y en los países desarrollados no alcanzará un mayor desarrollo. El previsible crecimiento de esta energía dependerá del desarrollo de los países de América del Sur, África ecuatorial y Asia monzónica.

B. Fuentes de Energía Renovables

“Se denomina Energía Renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o por ser capaces de regenerarse por medios naturales.

En consideración a su grado de desarrollo tecnológico y a su nivel de penetración en la matriz energética de los países, las Energías Renovables se clasifican en Energías Renovables Convencionales y Energías Renovables No Convencionales. Dentro de las primeras se considera a las grandes centrales hidroeléctricas; mientras que dentro de las segundas se ubica a las generadoras eólicas, solares fotovoltaicas, solares térmicas, geotérmicas, mareomotrices, de biomasa y las pequeñas hidroeléctricas.

El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable por el hombre es muy antiguo. Desde muchos siglos antes de nuestra era, energías renovables como la solar, eólica e hidráulica eran aprovechadas por el hombre en sus actividades domésticas, agrícolas, artesanales y comerciales. Esta situación prevaleció hasta la llegada de la Primera Revolución Industrial del Siglo XVIII, cuando las energías renovables debieron ceder su lugar a los recursos fósiles como el petróleo y el carbón que en ese momento se ofrecían como fuentes energéticas abundantes y baratas. La revolución industrial desencadenó también los cambios sociales y económicos que dieron lugar al

posterior desarrollo la gran industria hidroeléctrica considerada hoy como fuente energética renovable convencional”¹⁰.

Para lograr una mejor comprensión acerca de las energías renovables, es importante hacer una reseña de las diversas energías renovables que pueden ser explotadas, según lo señalado por Jaime Gonzales Velasco¹¹, en su destacada obra “Energías Renovables”:

B.1 Energía Solar

Breve introducción histórica

En 1839 Edmond Becquerel publicó un trabajo sobre una batería que utilizaba electrodos de plata. En 1877, dos británicos profesores de la Universidad de Cambridge, Adams y Day, en un informe para la Royal Society de Londres, exponían sus observaciones sobre los cambios que detectaron en las propiedades eléctricas del selenio cuando una muestra de este elemento era expuesta a la luz solar. Tomando como referencia este trabajo, el electricista estadounidense C. E. Fritts patentó en 1884 una célula solar de selenio, que construyó partiendo de láminas delgadas de selenio casi transparentes, recubiertas de hilos de oro y con una capa de vidrio como protección. Del total de energía solar incidente, era capaz de convertir el 1% en electricidad, es decir, la célula que construyó mostraba una eficiencia de conversión de luz solar en electricidad del 1%. Este tipo de células fue utilizado en la fabricación de medidores de la exposición luminosa para fotografía.

¹⁰ OSINERGMIN, actualizado al 25 de agosto de 2011, [Fecha de consulta: 03 de agosto de 2011]. Disponible en:
<http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/contenido/IntroduccionEnergiasRenovables.html>

¹¹ GONZALES VELASCO, Jaime (2009), **Energías Renovables**, Madrid, Editorial Paraninfo.

Hay que señalar que todos los logros anteriores fueron de naturaleza meramente empírica, ya que los fundamentos para la comprensión teórica de este efecto, denominado fotovoltaico (aunque la luz no crea la diferencia de potencial, sino que libera electrones del material, los cuales son dirigidos por una diferencia de potencial interna del material para formar una corriente eléctrica), aparecieron en 1900 con la teoría cuántica de Planck, en 1905 con su utilización por Einstein para explicar el efecto eléctrico, y en todas las teorías sobre el enlace que se fueron sucediendo hasta aparecer la idea de la dualidad onda-corpúsculo y la mecánica ondulatoria. Es decir, hasta los años treinta del siglo pasado no existió una base teórica capaz de dar explicación a los hechos experimentales ya descritos.

En 1948 aparecieron los transistores. Berdeen y Brattain, dos físicos que trabajan en los laboratorios Bell, utilizaron para fabricar los denominados transistores, silicio cristalino de elevada pureza, ligeramente dopado con boro y fósforo. Con ello pusieron las bases para que otros tres físicos de los mismos laboratorios, Chapin, Fuller y Pearson, que trabajaban en el estudio del efecto ejercido por la luz sobre las propiedades de los semiconductores, fabricaran en 1954 la primera célula fotovoltaica de silicio, que mostraba una eficiencia de conversión del 6%. Inicialmente, este nuevo dispositivo se usó para suministrar corriente eléctrica a un amplificador telefónico rural, pero su desarrollo más rápido comenzó en 1958 al ser empleadas para el suministro de corriente al transmisor de radio del satélite americano Vanguard I.

Desde entonces se han producido avances espectaculares en sus aplicaciones, junto a un rápido descenso de los precios, que tuvo lugar paralelamente a un incremento significativo en la eficiencia de conversión.

Hoy en día, las células fotovoltaicas se emplean en las industrias electrónica y aeroespacial, en telecomunicaciones y en suministro de corriente eléctrica

a poblaciones y casas aisladas de la red eléctrica principal, así como en pequeños aparatos del tipo de las calculadoras de bolsillo, relojes, radios, etc.

Con el incremento de los precios de los combustibles fósiles, el kWh producido por dispositivos fotovoltaicos resulta cada vez más competitivo con el generado en centrales térmicas e hidroeléctricas. En varios países existen ya centrales eléctricas fotovoltaicas y la utilización de esta energía renovable se tiene en cuenta en planes internacionales sobre el uso de la energía.

Aplicaciones de los sistemas fotovoltaicos

Electrificación de viviendas y de pequeños núcleos de población situados lejos del tendido eléctrico general. En estos casos, la conexión a la red eléctrica puede exigir una inversión muy elevada, por lo que tiene sentido hacer una inversión menor en proveer de electricidad de casas aisladas y a aldeas por medio de pequeños sistemas fotovoltaicos. Los mismos tienen que ir unidos a un sistema de almacenamiento de energía, generalmente acumuladores de plomo, que liberen en horas nocturnas la electricidad almacenada durante el día. También pueden complementarse por medio de generadores eléctricos unidos a motores Diesel (grupos electrógenos) que aporten electricidad adicional en caso de mayores demandas o de averías.

Los sistemas fotovoltaicos se emplean en estaciones repetidoras de radio, cabinas telefónicas, cercas electrificadas, semáforos, etc.

Las áreas rurales de los países en desarrollo que reciben una elevada insolación diaria son lugares idóneos para la instalación de sistemas fotovoltaicos debido a que la falta de tendidos eléctricos extensos y de carreteras no permite el acceso a combustibles o cualquier otra forma de energía. Pueden encontrar aplicaciones tanto para el suministro de

electricidad para usos domésticos como para el bombeo de agua potable o alimentar sistemas de riego, para suministro eléctrico a refrigeradores que mantengan medicinas y vacunas a salvo en hospitales y centros de salud, para sistemas de telecomunicación y recepción, estación de tratamiento de agua en sistemas de calefacción, para suministro a faros, señalización aérea y marítima, señalización de obras en carretera, electricidad para el control de cuencas hidrográficas y para el suministro a cámaras de televisión para detectar incendios forestales, etc.

Impacto medioambiental de los sistemas fotovoltaicos

En condición de operación normal, los sistemas fotovoltaicos son respetuosos con el medioambiente. En su funcionamiento no se producen emisiones de sustancias contaminantes líquidas o gaseosas, ni aparecen productos radioactivos.

No existen ruidos, ni peligros asociados a la existencia de partes móviles, aunque puede haber peligro de descarga eléctrica, sobre todo si los módulos llegan a producir más de 50 voltios en corriente continua.

El impacto visual de los paneles solares que recubren tejados o fachadas pueden ser objeto de valoraciones estéticas positivas o negativas, mientras que las áreas de terreno que soportan paneles fotovoltaicos, y que por ello no pueden utilizarse para otros fines, no son comparables en extensión con las que se emplean en la edificación de plantas térmicas o nucleares.

Los impactos más importantes se asocian con el proceso de fabricación de las células y módulos, en el caso del silicio, la arena de que se parte es inofensiva, pero el HCl y las elevadas temperaturas a las que se trabaja pueden constituir un riesgo para el medioambiente en caso de escape o accidente.

En cuanto a la posibilidad de reciclado o eliminación de materiales al final de su ciclo de utilización, habría que poner a punto métodos que aseguren que cualquier sustancia potencialmente tóxica para el medioambiente no llegue a entrar en contacto con el mismo.

Finalmente, a diferencia de lo que ocurría cuando se empezó a usar células fotovoltaicas, cuando la energía consumida en su elaboración podría ser comparable o incluso superior a la que eran capaces de generar a lo largo de su corto tiempo de vida y con eficiencia de conversión aun bajas, los métodos más modernos de fabricación se caracterizan por necesitar menos energía que las que generan y por producir dispositivos más eficientes. La consecuencia es que el balance energético es ahora claramente favorable a la generación de electricidad. En la actualidad se estima que una instalación basada en silicio monocristalino, que pueda tener una vida útil de 25 años, genera la energía que se consumió en su fabricación en los primeros años. Este periodo se reduce a 1,2 años cuando el sistema se basa en silicio amorfo. Estas cifras se irán reduciendo aun más a medida que se produzcan perfeccionamiento y cambios en el proceso de producción.

Planta de Energía Solar, Rovigo - Italia



B.2 Biomasa

Biomasa es el conjunto de materiales que forman a las plantas y animales. Está constituida por compuestos orgánicos cuyo origen se encuentra en el proceso fotosintético.

Los materiales formados inicialmente en el proceso fotosintético pueden ser transformados por medio de procesos químicos y biológicos para dar lugar a biocombustibles, sustancias con mayor poder calorífico o mayor densidad de energía (densidad de energía es la cantidad de energía contenida en una unidad de masa del combustible), como metano, etanol o carbón de madera. Estas sustancias y otras, como los aceites vegetales, están empezando a utilizarse como sustitutivos del aceite pesado o Diesel, y por ello se habla de biodiesel como combustible alternativo para el transporte.

Usos de la biomasa a lo largo de la historia

Hasta finales del siglo XVIII la humanidad sólo consumía biocombustibles como madera, paja, estiércol seco. También la iluminación se conseguía con velas, o con lámparas que utilizaban aceites vegetales o animales. Con la aparición de la metalurgia primitiva se hizo necesario alcanzar temperaturas más elevadas que las que se obtenían con la combustión de la madera. Ello se consiguió sometiendo a la madera seca a un proceso de pirolisis, mediante el cual se pierde poder calorífico global, pero a cambio se obtienen un nuevo combustible, el carbón de madera, cuya combustión permite alcanzar temperaturas suficientemente elevadas como para producir las reacciones químicas necesarias para extraer los metales de los minerales que lo contienen.

Una de las consecuencias de la utilización de la madera para este tipo de procesos, así como su uso para la navegación el transporte la construcción, etc., fue la deforestación de amplias áreas, lo que encareció su precio e hizo

necesaria la búsqueda de nuevas fuentes de energía. Esto llevó, hacia la mitad del siglo XVIII, a la utilización de carbón, que aparecía en vetas poco profundas en ciertos puntos del Reino Unido y cuyas propiedades como combustible ya eran conocidas.

El uso del carbón, junto a la construcción de las primeras maquinas térmicas de vapor, permitió crear las primeras explotaciones industriales, que abarataron ciertos productos, elevaron el nivel de vida de las diferentes clases sociales y dieron lugar a la acumulación de grandes fortunas. La creciente prosperidad permitió que algunas personas pudieran emplear tiempo en invenciones y en la búsqueda de innovaciones técnicas, que se tradujeron en la aparición de maquinas que, generalmente, eran movidas por energía generada por combustión de carbón. Así pues, la creatividad científica y técnica promovió un cambio tecnológico basado en el calor producido por la combustión del carbón, que reemplazó paulatinamente a fuentes de energía basadas en la madera, el viento o el agua. De nuevo, estas innovaciones contribuyeron a incrementar la prosperidad y aumentar la demanda de la nueva fuente de energía. El carbón había que extraerlo de vetas situadas cada vez a mayor profundidad, por lo que el agua tenía que ser extraída con bombas movidas por las primeras máquinas de la Revolución Industrial.

Este proceso continuó durante los tres primeros cuartos del siglo XIX, hasta que el petróleo y la electricidad hidráulica comenzaron a complementar, primero y a reemplazar, después, al carbón como fuente fundamental de energía primaria.

No obstante, aun hoy en día el 14 % de la energía primaria que consume la humanidad es en forma de biocombustibles.

Biocombustibles

Biocombustibles son cualquiera de los combustibles sólidos, líquidos o gaseosos que se derivan de los materiales orgánicos que forman parte de la biomasa. Pueden provenir directamente del reino vegetal, o, indirectamente de desechos industriales, comerciales, domésticos o agrícolas. Pueden obtenerse a partir de una gran variedad de materias primas y ser la consecuencia de una serie de procesos diferentes.

Los biocombustibles han sido utilizados por los seres humanos desde siempre, y aún hoy en día en los países más desarrollados que poseen reservas importantes de madera, por ejemplo, aportan un porcentaje significativo al consumo global de energía primaria. Este porcentaje puede llegar a ser hasta el 40% en usos industriales en países productores de caña de azúcar.

Últimamente se considera la posibilidad de recurrir a los denominados *cultivos energéticos* como fuente de energía, es decir, plantas que se cultivan con la finalidad específica de que sirvan como fuente de energía. Los motivos de algunos países para recurrir a esta fuente energética no se limitan al hecho de que el balance de CO₂ sea nulo, sino también a que muchas tierras antes dedicadas a cultivos agrícolas han quedado en barbecho, y a que se pretende, generar una mayor independencia con respecto al suministro de combustibles fósiles aumentando la proporción de las fuentes de energía propias en el consumo total.

Según las condiciones climáticas o de los suelos disponibles, los cultivos energéticos más comunes pueden ser madera para quemar, plantas para hacerlas fermentar hasta obtener *bioetanol* y *metanol* y cultivos de semillas ricas en aceites, como la soja, el girasol, el coco, la colza o la palma, que

últimamente se han comercializado como combustibles para vehículos con el nombre de *biodiesel*.

En el caso de los cultivos energéticos es importante tener una idea de la cantidad de energía que se puede generar por hectárea de terreno y de cómo se puede optimizar el rendimiento. La cantidad de biomasa que produce la unidad de área en función del lugar donde se encuentre, del clima, de la naturaleza del suelo, del agua disponible, de los nutrientes y de que la planta elegida como cultivo energético sea la adecuada para el tipo de suelo disponible. Una hectárea de terreno puede producir anualmente cantidades de biomasa que varían de una a treinta toneladas, en los casos más favorables. O bien, en términos energéticos, desde unos 15 GJ hasta casi 500 GJ.

Aprovechamiento energético de la biomasa

Los combustibles fósiles presentan una serie de ventajas sobre la biomasa en su forma vegetal o primaria. Entre ellas se encuentran la estabilidad en el tiempo, lo que los hace disponibles en todo momento. Otra muy importante es la densidad de la energía que contienen, que los hace transportables. Por densidad de energía se entiende la cantidad de energía que aporta un combustible por unidad de masa. Cuanto mayor sea la densidad de energía, menos será la cantidad de energía consumida en el transporte del propio combustible. El petróleo y el gas natural son combustibles valiosos, porque su energía almacena sin pérdidas significativas, además de que dicha energía puede ser utilizada en el momento necesario, y porque aportan más energía por unidad de masa que ningún otro combustible de su precio, lo que los hace más transportables.

La biomasa vegetal primaria por el contrario, por el contrario, está formada por materiales que sufren descomposición rápida, por lo que solo algunas formas de biomasa pueden considerarse como almacenadoras de energía a

largo plazo. Por otra parte, la densidad de energía de la mayor parte de los materiales componentes de la biomasa es tan baja que se gasta más energía en transportarlos que la que ellos aportarían por combustión. Eso hace que algunos residuos agrícolas sólo tenga sentido emplearlos como fuente de energía en las propias explotaciones en las que se generan.

Por ello, desde siglos atrás, la humanidad ha aprendido a transformar la biomasa, desde su forma primaria, en combustibles más estables y con mayor densidad energética.

Impactos medioambientales del uso de la biomasa

La combustión de la biomasa libera la misma cantidad de CO₂ que fue extraído de la atmósfera por el proceso fotosintético, por lo que, en conjunto, se considera que este proceso es neutro en cuanto al balance de CO₂ atmosférico.

“En el caso del monóxido de carbono, las emisiones que se producen al quemar biomasa son superiores que cuando se quema carbón, aunque influye notablemente la tecnología utilizada. La reducción en la formación de este compuesto se consigue cuando el equipo de combustión funciona adecuadamente y se garantiza que ésta sea completa.

Los compuestos de azufre que se forman durante la combustión son los óxidos de azufre, que pueden llegar a convertirse en ácido sulfúrico, siendo una de las sustancias que contribuyen a la lluvia ácida. También se pueden formar óxidos de azufre en los procesos de fermentación y en la pirólisis¹² de la biomasa. En la digestión anaerobia de residuos animales se produce sulfuro de hidrógeno, y también en la pirólisis de residuos agrícolas. Pero,

¹² La pirólisis es la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales excepto metales y vidrios causada por el calentamiento en ausencia de dioxígeno.

en general, estos compuestos no constituyen un problema en el caso de la biomasa ya que no suele tener azufre, o si lo tiene es en pequeñas cantidades.

En la combustión de la biomasa, se obtienen cenizas como productos sólidos. La retención, extracción y tratamiento de estas sustancias puede contaminar el agua y el suelo debido a la presencia de sustancias tóxicas entre los compuestos que constituyen las cenizas, como son el plomo o el cadmio, siendo necesario un control exhaustivo en las diferentes etapas que constituyen el tratamiento de éstas.

También se obtienen residuos sólidos en la gestión anaerobia, pero en este caso los residuos no son contaminantes, sino que, por el contrario, se usan como fertilizantes orgánicos. Los afluentes son sólidos en suspensión y con compuestos metálicos, que se tienen que evacuar fuera de las instalaciones que trabajan con biomasa, son los que pueden ocasionar la contaminación del agua, siendo necesario su control y tratamiento. Hay una gran cantidad de afluentes líquidos como una alta concentración en nutrientes que se utilizan como fertilizantes, o como materia prima en la industria química, pero hay que tener en cuenta que aquellas cantidades que no puedan ser usadas en dichas aplicaciones pueden causar daños en el entorno.

En general, para los diferentes tipos de biomasa, en los distintos procesos en que se trabaja con ella, y para los diversos tipos de contaminantes que produce el uso de la misma, el principal problema para conseguir que aquélla no sea contaminante es la falta de control de su uso, debido a que en la mayoría de los casos es utilizada en pequeñas instalaciones, lo que dificulta la reducción y el control de las emisiones, mientras que en las

grandes, la adopción de medidas e implantación de sistemas de limpieza es norma habitual”¹³.

Planta de Biodiesel, Lurín – Lima, Perú



B.3 Energía Eólica

Acercas de la energía eólica, el autor Gil García¹⁴, señala en su obra “Energías del siglo XXI”, que cuando la radiación solar entra en la atmósfera de la Tierra, debido a la curvatura de la misma, calienta en forma diferente a las regiones de la atmósfera en distintas áreas de la Tierra, más en el Ecuador y menos en los Polos. El aire tiende a fluir desde las regiones más calientes a las frías, esto causa lo que llamamos “viento” que no es sino aire que fluye y que es aprovechado en los molinos y en los aerogeneradores para producir energía.

¹³ AMBIENTUM, actualizado al mes de agosto de 2011, [Fecha de consulta: 10 de agosto de 2011]. Disponible en:
http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/energia/Impacto_ambiental_de_la_biomasas.asp

¹⁴ GIL GARCÍA, Gregorio (2008). Ob. Cit.

La energía eólica, en la forma de molinos tradicionales usados para moler el trigo o bombear agua, ha sido usada durante siglos, pero en la segunda mitad del siglo XIX y, especialmente en las últimas décadas, el uso de modernos aerogeneradores ha estado creciendo rápidamente. La capacidad de generación eólica se ha doblado cada dos años y medio desde 1991 y a finales del 2001 la capacidad instalada era de 23.000 MW. Dinamarca obtiene más del 15% de su electricidad de la energía eólica y otros países como Alemania, España y Estados Unidos han instalado estos sistemas a una tasa de más de 100 MW al año.

Hasta la fecha la mayor parte de estos aerogeneradores han sido instalados, en su mayor parte en tierra. Pero en varios países tienen ambiciosos proyectos para instalar miles de aerogeneradores sobre estructuras off-shore en el mar. Dinamarca, por ejemplo, tiene tres parques eólicos off-shore y planifica realizar muchos más, como parte de sus planes para conseguir un 30% de su electricidad a partir de la energía eólica para el 2020, aun cuando estos planes estén condicionados a aprobaciones políticas futuras.

En el Perú, la costa cuenta con un importante potencial eólico, que llega a alcanzar en algunos lugares velocidades promedio de 8 metros por segundo (m/s), como en Malabrigo, San Juan de Marcona, y Paracas; así mismo, se reconocen en la mayor parte de la costa promedios anuales de 6 m/s. Estos valores son más que suficientes para garantizar la rentabilidad de proyectos de esta naturaleza.¹⁵

Respecto al impacto medioambiental de los dispositivos de aprovechamiento de la energía eólica, Gonzales Velasco comenta que, se producen impactos positivos y negativos al medio ambiente, por lo que su aceptación masiva se

¹⁵ BALDOVINO FERNANDINI, Enrique (2008), **Energía Eólica en el Perú**, México, CENTRUM.

producirá si se consigue que los impactos positivos sean máximos y mínimos los negativos.

Entre los impactos positivos tenemos:

- No se produce emisión de CO₂ y, por tanto, no se contribuye a incrementar el efecto invernadero.
- No hay emisión de cenizas, humos, ni partículas sólidas en suspensión.
- No se explotan acuíferos, ni recursos hidráulicos.
- No es necesario recurrir a minería, ni a perforaciones ni a ningún tipo de procesamiento industrial, ni a un transporte contaminante de combustibles.
- No es necesario ocupar grandes extensiones de terreno. Además las explotaciones agrícolas y ganaderas pueden continuarse en el terreno del parque eólico.
- Salvo su impacto sobre la fauna voladora, especialmente sobre las especies migratorias, la mayor parte de las formas de vida animal pueden coexistir con las turbinas eólicas.
- Reduce la dependencia de los combustibles fósiles o nucleares del país o de la región donde se instalen turbinas eólicas.

Entre los impactos ambientales negativos que producen las turbinas eólicas se pueden citar el impacto visual, el impacto sonoro y las interferencias electromagnéticas.

Respecto al ruido, puede minimizarse dependiendo del diseño, implementos y soportes utilizados en las turbinas.

En cuanto a las interferencias electromagnéticas, dependen de los materiales con los que se fabriquen las paletas, sí como la forma de la superficie de la

torre. Las interferencias se producirán si las paletas son metálicas o de plástico reforzado con vidrio, si llevan piezas metálicas. Las paletas de madera no suelen provocar interferencias, ya que la madera no refleja, sino que absorbe las ondas electromagnéticas.

En relación al impacto visual, los parques eólicos suelen localizarse en lugares montañosos, próximos a las cumbres donde los vientos intensos son más frecuentes. Suelen ser zonas poco visitadas y, por lo mismo, bien conservadas y de gran valor paisajístico. El mayor impacto que se puede producir es debido a la obra civil, como los viales, zanjas, edificio de control, y subestación.

La percepción visual que produce un parque eólico depende del tamaño de las turbinas, del diseño de las mismas, de las paletas, del color y de su número. En la valoración del impacto sobre el paisaje influyen criterios estéticos, que son subjetivos. Así, una persona con cierta comprensión de la tecnología y con sensibilidad ecológica, es probable que juzgue el impacto visual con mayor benevolencia que otra que esté implicada emocionalmente con el paisaje.

El Alumbre, distrito de Hualgayoc – Cajamarca, Perú



B.4 Energía Hidráulica

Una fuente de energía que ha abastecido a la humanidad durante siglos ha sido la energía procedente de agua en movimiento, ha sido usada históricamente en molinos, bombeo e impulsión de máquinas. Durante el siglo XX, su uso principal ha sido la generación de hidroelectricidad y ha crecido de tal modo, que ha llegado a ser una de las principales fuentes de producción de electricidad en el mundo. Actualmente proporciona el 2,3% de la energía primaria del mundo.

Sin embargo, la contribución relativa a la energía hidroeléctrica (y otras productoras de electricidad pertenecientes a las renovables) está infravalorada en un factor de tres en la mayor parte de las compilaciones estadísticas existentes. Esto es debido, a que el calor producido por una Central Térmica (tanto en las fósiles, como en las nucleares) se incluye como una parte de su energía primaria, aun cuando el calor no sea normalmente aprovechado. Las salidas eléctricas de la parte hidroeléctrica y la nuclear son casi iguales, pero debido a esta convención estadística la contribución de energía primaria en las térmicas está estimada en un 7%, mientras que la hidroeléctrica es la tercera parte de este valor. En el 2000, la energía hidroeléctrica contribuyó con un 17% en la electricidad mundial.

La fuente original de la energía hidroeléctrica es la energía solar que calienta el agua de los océanos haciendo que ésta se evapore. En la atmósfera se forman las nubes que, de vez en cuando, precipitan en forma de lluvia y nieve. La lluvia fluye a través de las montañas formando arroyos y ríos, donde finalmente es aprovechada mediante las turbinas hidráulicas para conseguir electricidad mediante un generador conectado a la turbina.

Cuando este aprovechamiento se produce a pequeña escala, la energía hidráulica, crea poca oposición e impacto ambiental.

Sin embargo, muchas modernas instalaciones han sido construidas a muy gran escala, lo que implica la creación de enormes presas, siendo para ello necesario la inundación de muy extensas zonas de tierra. Esto implica la reubicación de centenares e incluso miles de personas de la zona que se resisten a perder sus hogares¹⁶. Otros impactos incluyen efectos adversos sobre los peces y fauna salvaje de la zona, reducción de los nutrientes existentes usados en la agricultura, aguas abajo, lo que eleva las enfermedades relacionadas con el agua, pudiendo tener lugar también efectos desastrosos por rotura de presas. Otro problema, es que alguna vegetación inundada al llenar la presa puede morir anaeróbicamente produciendo metano, un gas más perjudicial que el CO₂ en el efecto invernadero, gas se habría producido en el caso de que un árbol hubiera muerto en condiciones normales, esto es, en presencia de oxígeno atmosférico.

Sin embargo, el consenso existente en la actualidad es que las emisiones de gases de efecto invernadero existentes aparte de la construcción de una central hidroeléctrica, son de un orden de magnitud más bajo que el existente en las térmicas de combustible fósil (ONU, 2000)¹⁷.

¹⁶ La construcción de la presa de Assuán exigió el desplazamiento de 80 000 personas, de la Kariba, situada entre Zambia y Zimbabwe, de 60 000 y, la presa Las Tres Gargantas, dejó bajo el nivel de las aguas a 2 ciudades y 12 pueblos, afectando a casi 2 millones de personas y sumergiendo unos 630 km² de superficie de territorio chino.

¹⁷ GIL GARCÍA, Gregorio (2008). Ob. Cit.

Presa Las Tres Gargantas - China



B.5 Energía Mareomotriz

El ser humano empezó a hacer uso de esta energía en la Edad Media, período en que se instalaron algunos molinos de marea en Francia y Gran Bretaña. En 1938 aparecieron las primeras ideas relacionadas con la posibilidad de convertir la energía de las mareas en electricidad. La primera central mareomotriz fue construida en el estuario del río Rance, en la Bretaña francesa, cerca de St. Malo, entre 1961 y 1967, y tiene una capacidad de 240MW. Otra central de 18 MW está instalada en Nueva Escocia (Canadá), en Anápolis Royal. También en la bahía de Kislaya, en el mar de Barents (Noreste de Rusia), a 100 km de Murmask se instaló en 1968 una central de 400 KW y otra de 500 KW en la ensenada del Jangxia en el mar de China.

El problema medioambiental presentado por esta energía es la construcción de las presas, pero no todos son impactos negativos. Un efecto comprobado es que, tras la construcción de la presa, el nivel máximo que alcanza el agua disminuye y el nivel mínimo aumenta. Las corrientes serán menos intensas y

la costa será sometida a menores efectos erosivos, debido a que disminuye la intensidad del oleaje. Los cambios introducidos en el lugar, durante el proceso de construcción y después, cuando la central ya esté en funcionamiento, darán lugar a variaciones en la salinidad y en los sedimentos en suspensión en las aguas. Estas variaciones pueden tener influencia en la ecología del estuario, o de la ensenada en que se encuentre la instalación. Lo anterior pone de manifiesto la importancia de realizar un detenido estudio ecológico del lugar antes de hacer una gran inversión de capital, que puede tener efectos contraproducentes sobre el paisaje y la vida animal. Además de estudio de escala, en estanques de laboratorio, se utilizan modelos matemáticos para describir cómo evolucionarán los niveles de las aguas y las corrientes tras las construcciones necesarias.

El impacto más importante se puede producir sobre la fauna piscícola y avícola, especialmente en especies migratorias, que suelen alimentarse de gusanos u otros invertebrados que viven en las zonas fangosas que deja la marea al retirarse, las cual podrían verse influidas por los niveles cambiantes de las aguas.

Algunos efectos pueden ser positivos. Por ejemplo, al disminuir la intensidad del oleaje puede disminuir la erosión y los sedimentos en suspensión que de ella se desprenden. Con ello la turbidez del agua disminuye y, al penetrar la luz del sol a más profundidad, se incrementa el efecto fotosintético, lo que da lugar a una mayor proliferación de algas y de vida vegetal marina, que forman parte de la dieta de peces y aves.

B.6 Energía Geotérmica

La energía geotérmica no es en estricto, una energía renovable, ya que a muy largo plazo (centenares de millones de años), la tierra se comporta más como un sistema de almacenamiento de energía térmica que como un

productor continuo de la misma. A más corto plazo, la energía de origen geotérmico es reemplazada continuamente desde el interior de la Tierra. Sin embargo, los sistemas de explotación puestos en marcha hasta el momento, para ser más competitivos desde el punto de vista económico, utilizan la energía geotérmica a un ritmo superior al que emana desde el interior de la Tierra, haciendo uso de calor almacenado durante siglos a diferentes profundidades y en diferentes sistemas geológicos. De este modo, las fuentes geotérmicas pueden llegar a agotarse en decenas de años en un determinado punto, el cual, tras dejar de ser explotable, podría tardar siglos en recuperarse.

Desde el punto de vista histórico, las fuentes de energía geotérmica han sido explotadas desde el tiempo de los romanos con el fin de utilizar agua caliente en aplicaciones terapéuticas, en usos domésticos o en instalaciones para el ocio. Balnearios romanos existieron en Centroeuropa, en España y en Gran Bretaña. Los maoríes utilizaban vapor geotérmico para calefacción y cocina y fuentes de agua caliente para el baño, lavado y aplicaciones sanitarias. A partir del siglo XIX, con la evolución de la tecnología y de los materiales para construir herramientas, se pudieron llevar a cabo de perforaciones que permitieron localizar rocas suficientemente calientes como para pensar en la utilización de ese calor en la generación de electricidad. La primera central eléctrica que utilizó energía geotérmica fue instalada en Larderello, Toscana, en 1904, y producía una potencia de 250 kW. Esta central sigue funcionando en el momento actual, generando más de 400MW eléctricos, aunque existe proyectada una ampliación que permitiría llegar a los 890 MW. La segunda central eléctrica de transformación de energía geotérmica se construyó en los años 1950 en el campo de Wairakei, Nueva Zelanda. A esta le siguió, la central del campo de los géiser, en el Norte de California, que se puso en marcha en 1960 y cuya capacidad de producción es de 2800 MW. Desde entonces numerosos países situados en zonas con actividad volcánica o tectónica han tratado de hacer uso de este

tipo de recurso energético, sobre todo en épocas de alza en el precio del petróleo, lo que ha dado lugar al consiguiente desarrollo de la tecnología necesaria para hacer más rentable esta fuente de energía alternativa.

Impacto medioambiental

La preparación del lugar donde se pretende instalar una factoría para la explotación de energía geotérmica tiene influencias negativas sobre el medio ambiente. Entre ellas se encuentran el ruido producido durante la perforación de pozos y la eliminación de los fluidos que se emplean en dichas tareas. En el caso de explotaciones en áreas geotérmicas de alta entalpía, el ruido puede producirse a casusa de escapes de vapor a alta presión durante la realización de pruebas sobre el funcionamiento de pozos. Sin embargo, una vez que la explotación está en marcha, los ruidos suelen ser análogos a los que se perciben en centrales eléctricas convencionales. Si la planta geotérmica se encuentra próxima a volcanes activos, se pueden producir explosiones y deslizamientos de terreno.

A más largo plazo, la explotación de recursos geotérmicos puede producir hundimientos de terreno, o dar lugar a escapes de gases nocivos.

No obstante, los impactos ambientales más importantes provienen de la emisión de los denominados gases no condensables, que se emiten mezclados con el vapor. Los componentes principales de estos gases son el dióxido de carbono, y el sulfuro de hidrógeno, mientras que el dióxido de azufre, hidrógeno y metano aparecen en menor proporción. El agua de condensación lleva disueltos silicatos, cloruros sódico y potasio, metales pesados y, según el tipo de roca con el que haya interaccionado el agua extraída del depósito geotermal, también puede llevar carbonatos. Estos residuos líquidos pueden eliminarse por inyección o, en determinados casos en que los minerales disueltos puedan tener valor comercial, se puede tratar de recuperarlos a partir de las salmueras. En las explotaciones geotermales

más modernas se pone el acento también en la minimización de la emisión de los gases no condensables.

A pesar de lo indicado, se calcula que las plantas más modernas de producción de electricidad, basadas en la explotación de recursos geotérmicos, presentan efectos contaminantes significativamente menores que centrales térmicas basadas en carbón, petróleo o gas natural.

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ENERGÉTICA DEL PERÚ

1. Generalidades

De acuerdo a lo indicado por Rojas Lazo, Rojas Rojas, y Salas Bacalla (2006), en su artículo “Situación energética de los hidrocarburos en el Perú”, la matriz energética en el año 2005, estaba compuesta fundamentalmente por un 38.8% de petróleo y 14.5% de gas. La balanza comercial del petróleo en el Perú, desde hace 30 años es negativa, siendo Ecuador, Colombia y Venezuela los principales abastecedores.

Así mismo, señalan que el Perú tiene uno de los combustibles más caros de la región, debido fundamentalmente a su política tributaria (60% ISC e IGV)¹⁸. Para

¹⁸ El artículo 3 de la Ley N° 28694, Ley que regula el contenido de azufre en el combustible diesel, dispuso que, gradualmente, a partir del 1 de enero de 2008, se determinará el Impuesto Selectivo al Consumo a los combustibles, introduciendo el criterio de proporcionalidad al grado de nocividad por los contaminantes que éstos contengan para la salud de la población. Por lo tanto los combustibles “limpios” y los autos menos contaminantes han sido favorecidos con una mayor reducción del impuesto.

Asimismo la norma agregó que esta reestructuración del Impuesto Selectivo al Consumo aplicable a los combustibles deberá realizarse de forma gradual hasta el 1 de enero de 2016 como máximo,

contrarrestar las constantes variaciones de precios del petróleo, el gobierno ha creado en el año 1992 el Fondo de Estabilización de Precios (FEP) para los combustibles, cuando se agota este fondo los precios del petróleo suben. Este precio alto de los combustibles resta productividad y competitividad a las empresas peruanas.

Por otro lado, el Ministerio del Ambiente en su publicación “El Perú y el Cambio Climático” (2010)¹⁹, hace referencia acerca de la matriz energética nacional del Perú, la cual se basa principalmente en petróleo, aunque entre 2001 y 2008 se registró una mayor participación del gas natural y gas licuado, pasando del 5% en 2001 al 29% en 2008. El país está abocado a promover el uso de energías renovables y se ha propuesto que al 2012 la matriz energética cuente con un tercio de las mismas. En el año 2008 se generaron 32,443 GWh de energía eléctrica a nivel nacional, aproximadamente 8.4% mayor al nivel registrado en el año anterior. Esta energía se genera utilizando recursos hídricos, gas natural, carbón, diesel y residual. Así, se generaron 19,040 GWh (59%) en centrales hidroeléctricas y 13,402 GWh (41%) en centrales térmicas. No obstante, en las áreas amazónicas y andinas sólo el 35% de la población cuenta con energía eléctrica.

Cabe señalar que los autores Rojas Lazo, Rojas Rojas, y Salas Bacalla (2006), en el artículo previamente indicado, dividen la situación energética nacional en los siguientes puntos:

fecha en que dicho impuesto que grava los combustibles considerará plenamente el criterio de nocividad.

¹⁹ MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL PERÚ (2010). “El Perú y el Cambio Climático. Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático 2010”. Lima. Fondo Editorial del MINAM.

A. “Reservas de Energías:

En los últimos años la exploración de nuevas zonas energéticas fue mínima. Las reservas probadas de energía comercial al 31 de diciembre de 2004, fueron de 25'790,093 TJ (Tera joules = 1012 joules).

Las reservas probadas, importantes de gas natural y condensado al año 2006, se encuentran en los yacimientos de Camisea y Pagoreni, con 11 TCF (lo máximo que podría consumir el Perú sería 4 TCF en 20 años).

Las reservas de hidroenergía, se miden considerando la energía media anual a producirse durante 50 años en las centrales eléctricas instaladas, en construcción y en proyectos; el Perú por su topografía, tiene gran cantidad de lugares donde se pueden construir centrales hidroeléctricas.

Las reservas probadas de carbón mineral al año 2004, son de un 97% tipo antracita y el resto es carbón bituminoso. El departamento de La Libertad posee las mayores reservas de carbón existentes, con alrededor del 87% del total nacional.

Las reservas probadas de uranio en el 2004 estaban localizadas en el departamento de Puno.

Las reservas forestales en el 2004 abarcaban 78,8 millones de hectáreas. Estas cifras ubican al Perú como el noveno país con mayor superficie forestal del planeta y el segundo en Sudamérica después de Brasil; El Perú no cuenta con una política de explotación de recursos forestales, por lo que en las últimas décadas los bosques han sido explotados irracionalmente.

Otros recursos potenciales son la geotermia, la producción de biocombustibles como el etanol y los campos para utilizar energía eólica y

solar; información sobre estos recursos oficialmente no están definidas ni cuantificadas.

B. Producción de Energías Primarias:

La producción de energía comercial registrada en el año 2005 fue 450,436 TJ, superior en 3% respecto al 2004; este ligero incremento se debió principalmente al aumento de la producción de gas y líquidos de gas; la producción de petróleo en los últimos años ha mantenido su tendencia decreciente, debido a un menor rendimiento de los pozos en operación.

Desde el 2004, el consumo de petróleo en el Perú está siendo desplazado por el gas natural, que ha ganado terreno debido a la elevación de los precios del petróleo y sus derivados. Los demandantes de energía están cambiando de estrategias de consumo, como por ejemplo: reducir las ganancias, utilizar menor cantidad de insumos especialmente los que son derivados del petróleo, cambiar a equipos más eficientes, acondicionar sus equipos al uso de gas natural, etc.

El principal productor de petróleo en el Perú es Pluspetrol con una participación del 71% en líquidos (produce 47 mil barriles diarios de petróleo con 18 grados de gravedad API, lo que permite ser trasladado por el oleoducto) y la explotación del gas de Camisea está a cargo del consorcio formado por Hunt Oil (50%), SK Corporation de Corea (30%) y Repsol (20%). El consorcio Camisea tiene 8 pozos en el lote 88, de los cuales 5 son productores y 3 inyectores de gas. En agosto del 2004, se obtuvieron en la planta de fraccionamiento de Pisco los primeros productos por dos ductos, uno para gas natural (710 km de longitud, planta de separación de gas en Malvinas - 323 msnm, cruza la cordillera de los Andes a 4860 msnm, hasta el City Gate en Lurín-Lima) y un ducto para los líquidos del gas natural (540

Km de longitud, que va desde la planta de separación de gas en Malvinas hasta la planta de fraccionamiento Pisco-Ica).

El sistema de distribución a cargo de CALIDDA, comprende una red de tuberías para el transporte del gas, desde el City Gate ubicado en Lurín, hasta la estación terminal ubicada en Ventanilla. El ducto principal de este sistema, atraviesa la ciudad de Lima y tiene una longitud aproximada de 62 km y los ramales secundarios tienen una longitud de 23 km. Para efecto de la construcción del ducto principal se segmentaron las obras en tres tramos: Sur, Centro y Norte.

El propano y butano serán comercializados en el mercado interno y los saldos serán para exportación. Los condensados son llevados hacia una torre de destilación, de donde se obtiene nafta para exportación y diesel para el mercado interno.

La construcción de la planta de licuefacción de gas natural de Pampa Melchorita, permitirá exportar GNL y desarrollar industrias petroquímicas básicas (fertilizantes, plásticos, alimenticia, farmacéutica, química, textil, etc.), tendrá una capacidad de 4.4 millones de toneladas anuales (producción similar a la de las refinerías Talara, La Pampilla y Conchán). Para la licuefacción, el gas debe tener una temperatura de por lo menos -160°C , permitiendo reducir su volumen en 600 veces, para su almacenamiento se debe contar con materiales especiales, (acero criogénico al 9% níquel).

Según las leyes peruanas²⁰, a partir del 1 de enero del 2010, no se podrá vender el combustible diesel con más de 50 partes por millón (ppm) de azufre, así como también la prohibición del uso de plomo en la gasolina hacen necesaria la modernización de las operaciones de las refinerías Talara,

²⁰ LEY N° 28694, Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 22 de marzo de 2006.

Conchán e Iquitos. Para estas operaciones Petroperú tiene capacidad de conseguir financiamiento sin necesidad de que el estado lo avale y cuenta con suficiente factibilidad económica y técnica para sacar adelante este proyecto.

C. Consumo de Energía:

En el año 2004, el consumo final de energía fue 495 537 TJ; la estructura del consumo final de energía estuvo conformada de la siguiente manera: 59.8% hidrocarburos; 16,9% leña, bosta & yareta; 15,6%, electricidad; 4,5% carbón mineral y sus derivados; 2,7% bagazo y carbón vegetal y 0.5% energía solar.

El consumo de energía por habitante en el Perú, es de 17 TJ/103 habitante por año (2005), es el segundo después de Bolivia en tener menos consumo de energía a nivel de América Latina, lo que indica el bajo nivel de desarrollo industrial del país, pero es uno de los países donde el precio de los combustibles es el más alto, ya que los impuestos están casi por el 60% del precio de venta.

En el siguiente cuadro se puede observar que la balanza comercial de energía en el Perú es negativa, el cambio de política estatista hacia una promotora de la actividad privada de los últimos gobiernos, están permitiendo la mejora de las inversiones en exploración y la reversión del déficit en la balanza comercial de hidrocarburos para el año 2010. De seguir esta tendencia, la balanza comercial del sector pasará en mediano plazo a ser positiva, lo que permitirá una mayor exportación de combustibles.

COMBUSTIBLE	IMPORTANCIÓN	EXPORTACIÓN	SALDO
PETRÓLEO	-175500	35226	-140274
CARBON	-26650	0	-26650
TOTAL	-202150	35226	-166924

Fuente: Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Hidrocarburos

El PBI del país viene creciendo sostenidamente en los últimos años, y en consecuencia también va creciendo la demanda de energía eléctrica a una tasa superior al 5% anual. La energía total generada en el año 2005 fue de 23, 814.7 GW.h, de los cuales el 70% corresponde a hidroenergía y 30% a térmica. La producción de energía eléctrica con gas natural aumentó en un 83.3% respecto al año anterior.

D. Crecimiento del Inventario Energético:

Debido a los altos precios del petróleo y el déficit en la balanza comercial energética, se hace necesario incrementar el inventario energético probado.

Debido a la coyuntura internacional, es importante que en materia de energía, un país con recursos energéticos tenga su balanza comercial energética positiva; el Perú por muchos años no realizó nuevas exploraciones y explotaciones, en el año 1993 se crea Perúpetro, como una empresa estatal encargada de negociar y supervisar contratos de exploración y explotación de hidrocarburos en nombre del estado peruano. Perúpetro ha generado buenas condiciones contractuales, donde la negociación se limita a determinar el área del contrato y el programa mínimo de trabajo que cubra las obligaciones de la fase de exploración del contrato.

La exploración y explotación de hidrocarburos es una actividad de alto riesgo y se necesitan grandes inversiones y tecnología de punta que el estado peruano no cuenta, por lo que es necesario tener alianzas estratégicas con empresas transnacionales que tengan experiencia en el sector. Los proyectos en hidrocarburos necesitan por lo menos 15 años para un desarrollo pleno:

cinco para la exploración, cinco para su desarrollo y cinco para recuperar la inversión”²¹.

Por otro lado, cabe destacar que la situación de la energía en el Perú tiene como referencia base el Balance Nacional de Energía, el cual permite calcular ciertas relaciones de eficiencia, realizar la proyección energética, determinar el impacto ambiental del uso de las fuentes de energía. De acuerdo a ello, el último Balance realizado por el Ministerio de Energía y Minas fue en el 2009, donde se destacan los siguientes aspectos:

E. Balance Nacional de Energía 2009²²

El Balance Nacional de Energía, es una herramienta fundamental para iniciar la definición de la política energética, dado que cumple en el sector energético, un papel análogo al de las matrices de Insumo – Producto en el sector económico. También, permite conocer detalladamente la estructura del sector energético nacional, los cambios importantes y determinar el impacto en el ambiente.

Este Balance Energético corresponde al año 2009, dónde se analizan los cambios con respecto al año 2008.

En este sentido, la demanda de energía eléctrica creció a una tasa de 1,5%, asociado al crecimiento de la economía peruana, dado que el Producto Bruto Interno PBI creció 0,9%. En el año 2008 se dieron a conocer las bases para la subasta de generación de electricidad con fuentes renovables, mediante el

²¹ ROJAS LAZO, Oswaldo, ROJAS ROJAS, Jorge y SALAS BACALLA, Julio. “Situación energética de los hidrocarburos en el Perú”. Ind. data, jul. 2006, vol.9, no.2, p.21-32. ISSN 1810-9993.

²² Ministerio de Energía y Minas (2009). Balance Nacional de Energía 2009.

D.L N° 1058 que promueve la inversión en la actividad de generación eléctrica con recursos hídricos y con otros recursos renovables.

En el sub-sector hidrocarburos, la producción de campo de gas natural creció 55.1% respecto al año anterior, debido al incremento en la producción de gas natural en el lote 88 y lote 56, sin embargo el consumo final del gas natural en los sectores económicos ha mantenido un constante crecimiento durante el 2009.

Producción de Energía Primaria

En el año 2009, la producción de energía primaria fue 633 591 TJ superior en 10,9% respecto al año anterior. Este incremento, se debió principalmente al aumento de la producción de gas natural y sus líquidos, el cual en relación al 2008 se incremento en 29,1%. Por otro lado, desde hace algunos años, se mantiene una tendencia decreciente en la producción de petróleo crudo, debido a un menor rendimiento de los pozos en operación.

En la estructura de producción de energía primaria, los hidrocarburos continúan prevaleciendo como la fuente principal.

La producción de energía comercial (conformada por todas aquellas fuentes de energía susceptibles a ser fácilmente compradas o vendidas en un mercado) representó el 82,7% del total.

**PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA
(TJ)**

FUENTE	2008	2009	VARIACIÓN (%)
Energía Comercial			
Petróleo Crudo	162 295	150 133	-7,5
Hidroenergía	85 637	89 523	4,5
Gas Natural + LGN (*)	212 930	274 922	29,1
Carbón Mineral	3 900	9 440	142,1
Subtotal	464 762	524 018	12,7
Energía No Comercial			
Leña	77 029	80 149	4,1
Bagazo	18 870	18 823	-0,3
Bosta & Yareta	10 299	10 299	0,0
Energía Solar (**)	302	302	0,0
Subtotal	106 500	109 572	2,9
TOTAL	571 262	633 591	10,9

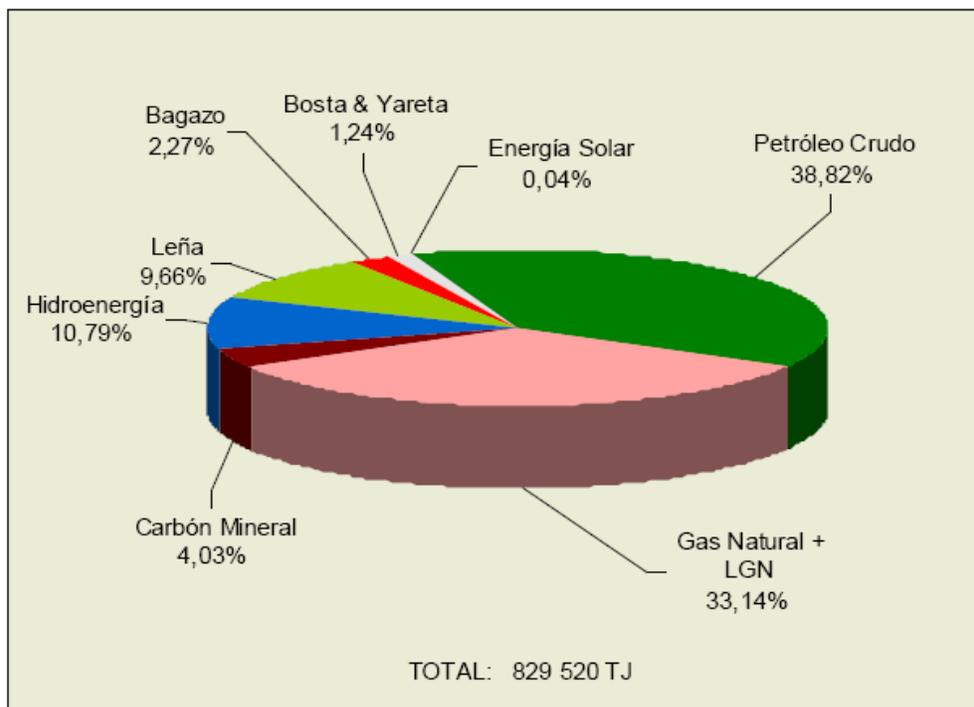
(*) Producción Fiscalizada

(**) Estimado, ver acápite 9.4

Oferta Interna Bruta de Energía Primaria

La oferta interna bruta de energía primaria considera de forma agregada a la producción total, la variación de inventarios y las importaciones; descontando la energía no aprovechada y las exportaciones.

En el año 2009, la oferta interna bruta de energía primaria fue de 829 520 TJ cifra superior en 8,9% respecto al año anterior. La energía comercial representó el 86,8% del total de la oferta interna bruta. En dicho cuadro se aprecia que en el 2009 hubo un incremento importante en la Oferta Interna del gas natural (incluido los líquidos), el cual se incremento en 29,1% con respecto del año anterior.

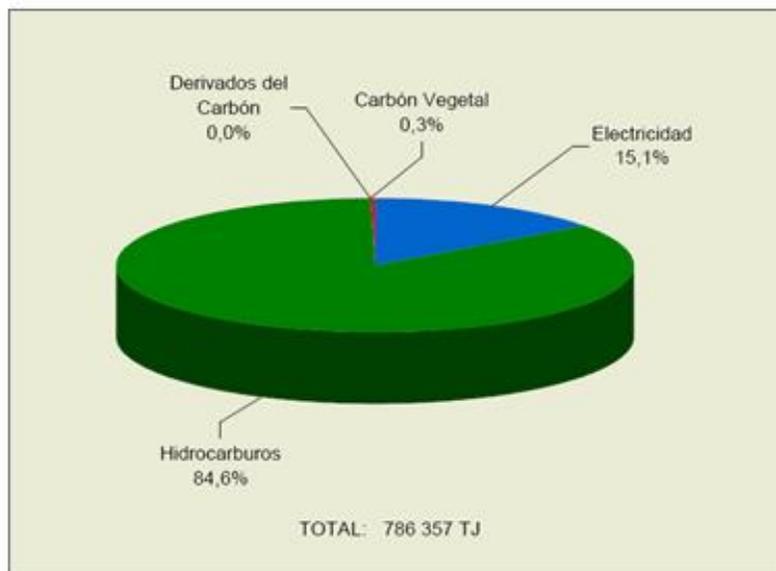


Fuente: DGH, DGE, DGM

Producción de energía secundaria

La producción de energía secundaria durante el año 2009 fue de 786 357 TJ. En la estructura continúan predominando los hidrocarburos obtenidos de las refinerías y plantas de gas, que participan con el 84,7% del total producido. La energía eléctrica proveniente de las centrales hidroeléctricas y de las térmicas (a gas natural, diesel, petróleo industrial y carbón mineral) participan con el 15,1% y el 0,3% restante corresponde a la participación de carbón vegetal, gas industrial y coque.

**ESTRUCTURA DE LA PRODUCCION
DE ENERGÍA SECUNDARIA: 2009**



Fuente: DGH, DGE, DGM

Emisiones al Ambiente Generadas por el Consumo Final de Energía Comercial

Para el cálculo de las emisiones, se utilizó el método de tecnologías del Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), herramienta desarrollada por la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), tomando como referencia, los coeficientes de emisión, obtenidos de los estudios realizados por la Comisión Nacional de Medio Ambiente (CONAM), ahora Ministerio del Ambiente, los cuales fueron publicados en la Primera Comunicación de Cambio Climático y el Inventario Nacional de los Gases de Efecto Invernadero.

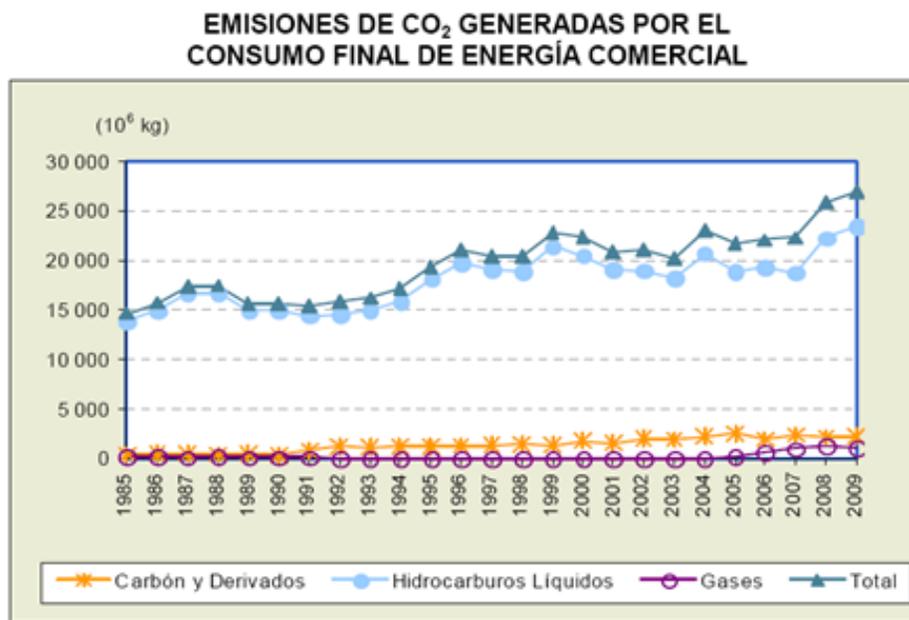
La metodología del IPCC, se basa en el cálculo de emisiones por contaminante, según las variables de consulta: fuente de energía y actividad energética desempeñada en el proceso.

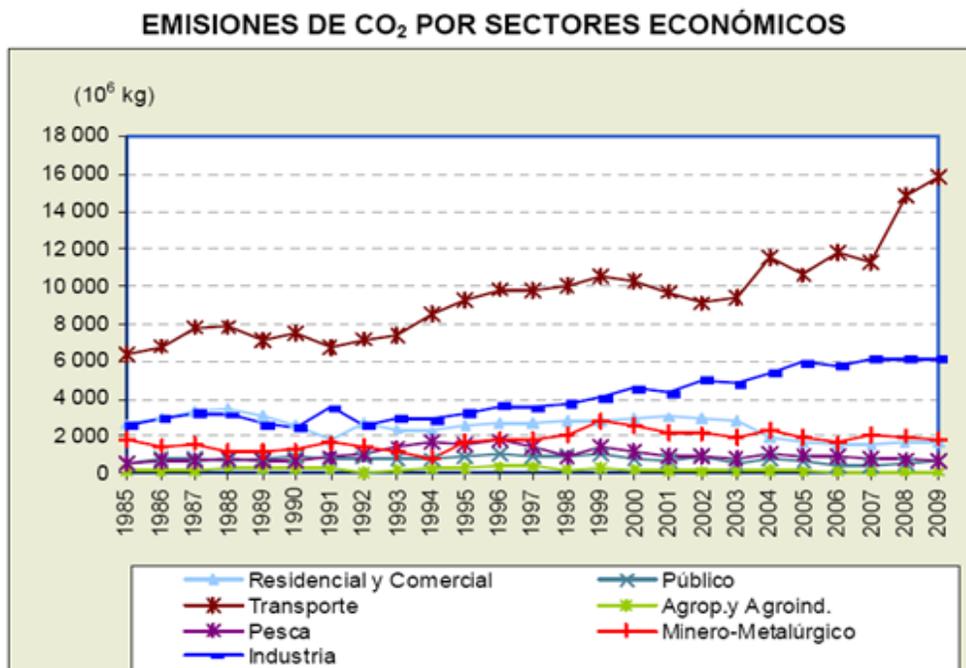
El método de tecnologías, utiliza los valores reportados según las actividades energéticas, desarrolladas por fuente de energía, estos se operan con los factores de contaminación de esta tecnología y son aplicados según el contaminante. Así se obtienen las emisiones por contaminante, tales como el dióxido de carbono (CO_2), monóxido de carbono (CO), metano (CH_4), óxidos de nitrógeno (NO_x), óxidos de azufre (SO_x) y partículas.

- *Emisiones de dióxido de carbono (CO_2)*

Para el periodo 1985 – 2009, las emisiones de dióxido de carbono, provenientes del uso de las diferentes fuentes de energía comercial, se incrementaron de 14,7 a 26,9 mil millones de kilogramos.

En cuanto a fuentes energéticas, el uso de hidrocarburos líquidos genera más emisiones de CO_2 . Las actividades desarrolladas en el sector transporte, son las que mayor cantidad de CO_2 liberan a la atmósfera.



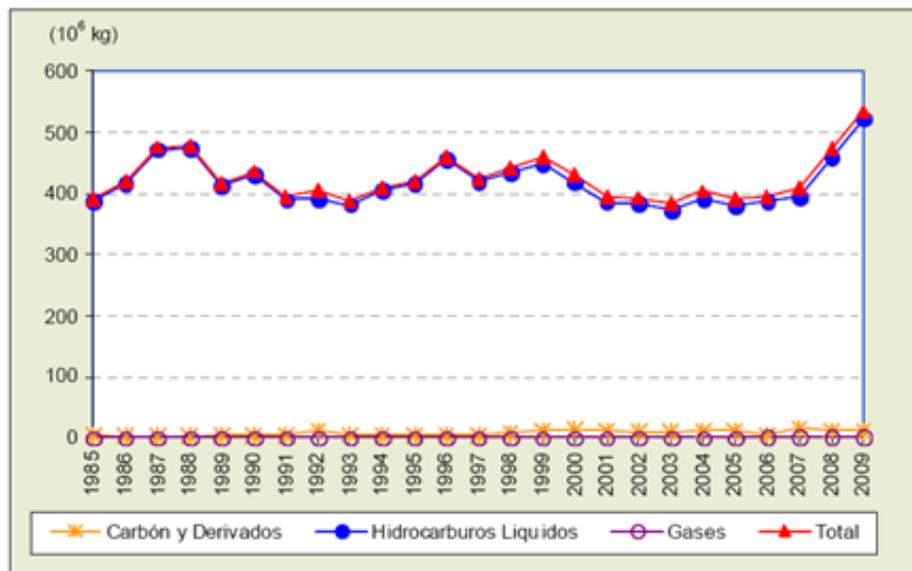


- *Emisiones de monóxido de carbono (CO)*

Para el periodo 1985 – 2009, las emisiones de CO, provenientes del uso de las diferentes fuentes de energía comercial, se incrementaron de 392,6 a 531,99 millones de kilogramos.

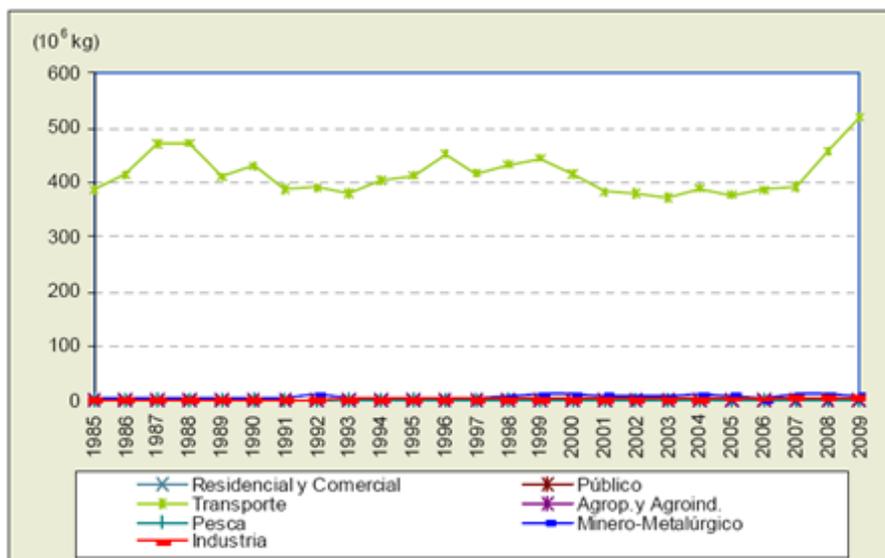
En cuanto a fuentes energéticas, el uso de hidrocarburos líquidos generan más emisiones de CO, las actividades desarrolladas en el sector transporte, son las que mayor cantidad de CO liberan a la atmósfera, en comparación al resto de sectores de consumo.

EMISIONES DE CO GENERADAS POR EL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA COMERCIAL



Fuente: Matrices Energéticas desde 1985 hasta 2009

EMISIONES DE CO POR SECTORES ECONÓMICOS

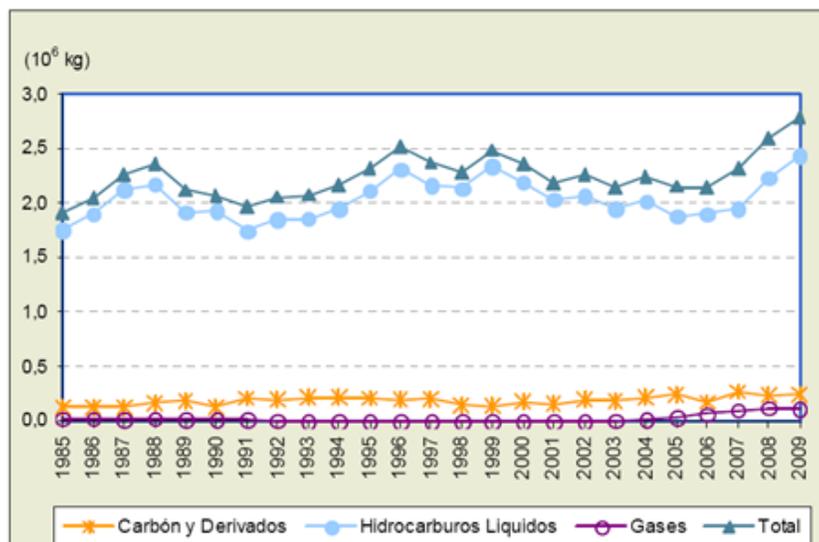


Fuente: Matrices Energéticas desde 1985 hasta 2009

Emisiones de metano (CH₄)

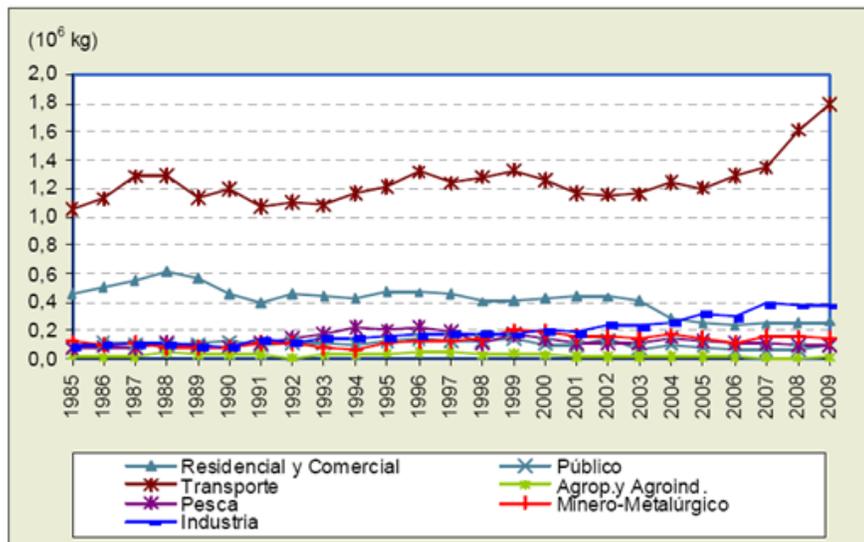
En el periodo 1985 – 2009, las emisiones de metano se incrementaron de 1,91 a 2,78 millones de kilogramos. Las actividades desarrolladas en el sector transporte, son las que liberan mayor cantidad de CH₄ en comparación al resto de sectores de consumo.

EMISIONES DE CH₄ GENERADAS POR EL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA COMERCIAL



Fuente: Matrices Energéticas desde 1985 hasta 2009

EMISIONES DE CH₄ POR SECTORES ECONÓMICOS

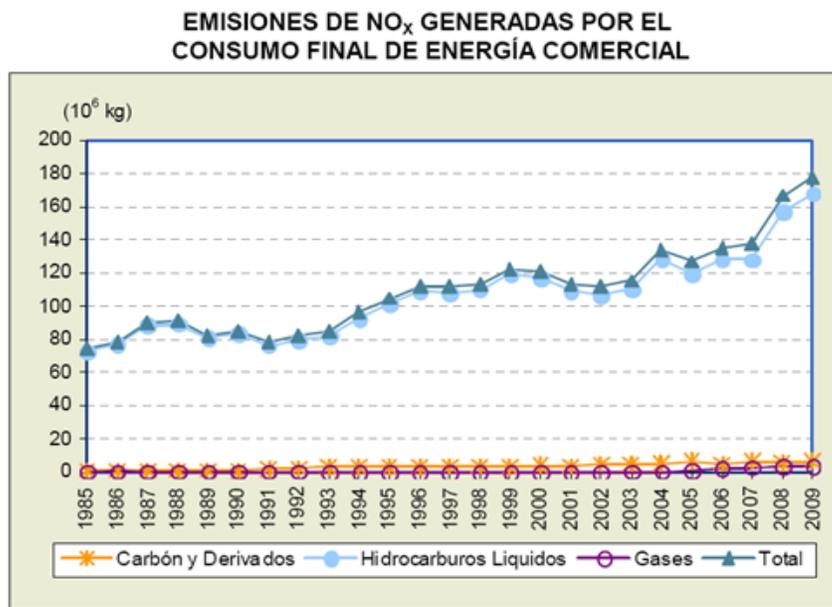


Fuente: Matrices Energéticas desde 1985 hasta 2009

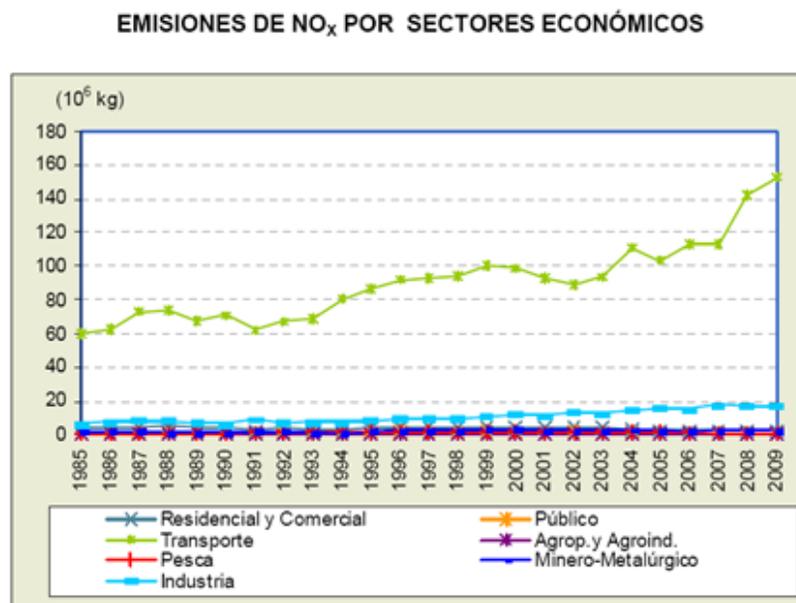
Emisiones de óxidos de nitrógeno (NOX)

En el período 1985 – 2009, las emisiones de óxidos de nitrógeno, provenientes del uso de las diferentes fuentes de energía comercial, se incrementaron de 74,1 a 177,54 millones de kilogramos.

Las actividades desarrolladas en el sector transporte, son las que mayor cantidad de NOX liberan a la atmósfera, en comparación al resto de sectores de consumo.



Fuente: Matrices Energéticas desde 1985 hasta 2009

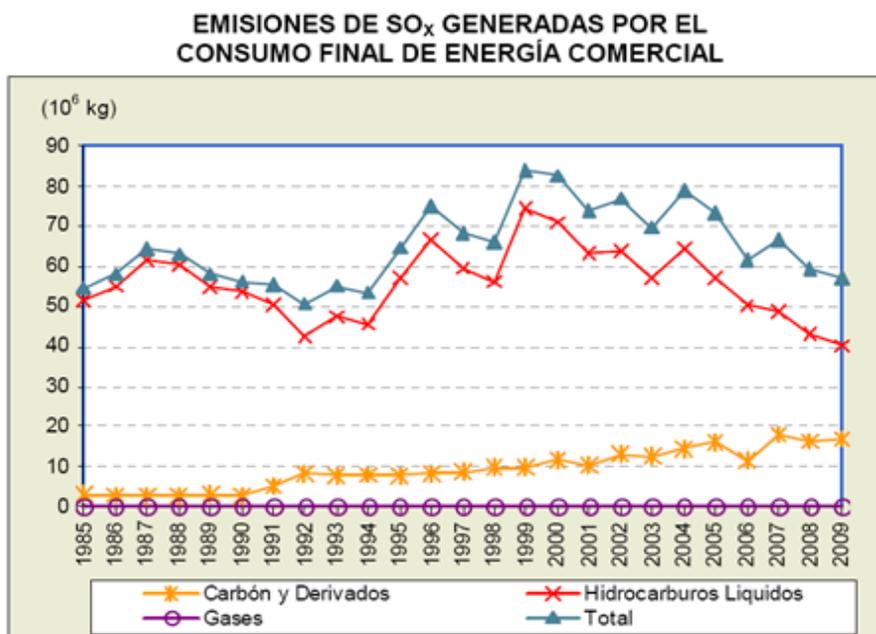


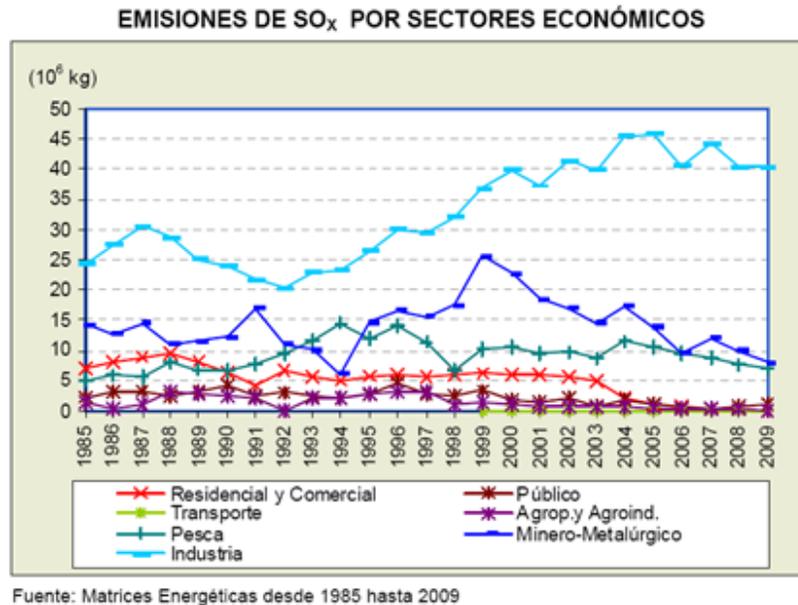
Fuente: Matrices Energéticas desde 1985 hasta 2009

Emisiones de óxidos de azufre (SOX)

En el periodo 1985 – 2009, las emisiones de óxidos de azufre que provienen del uso de las diferentes fuentes de energía comercial, se incrementaron de 54,52 a 56,38 millones de kilogramos.

Las actividades desarrolladas en los sectores industriales y minero - metalúrgico, son las que mayor cantidad de SOX liberan a la atmósfera, en comparación al resto de sectores de consumo. En los últimos años, las emisiones de SOX del sector minero metalúrgico están decreciendo.



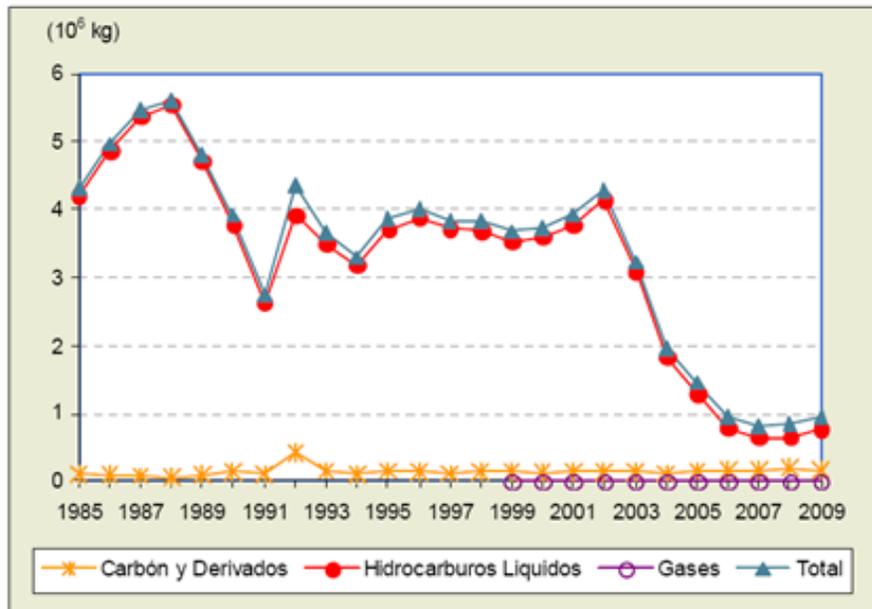


Emisiones de partículas

En el periodo 1985 – 2009, las emisiones de las partículas, provenientes de las diferentes fuentes de energía comercial, decrecieron de 4,33 a 0,78 millones de kilogramos, esto debido a la penetración del uso de GLP en reemplazo del kerosene.

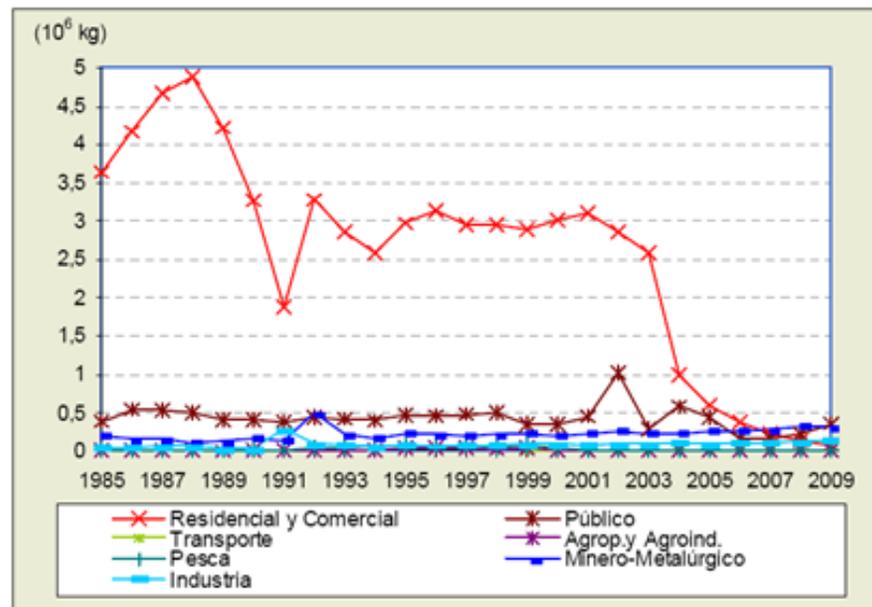
Las actividades desarrolladas en el sector residencial y comercial, son las que mayor cantidad de partículas liberan a la atmósfera, en comparación al resto de sectores de consumo.

EMISIONES DE PARTÍCULAS GENERADAS POR EL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA COMERCIAL



Fuente: Matrices Energéticas desde 1985 hasta 2009

EMISIONES DE PARTÍCULAS POR SECTORES ECONÓMICOS



Fuente: Matrices Energéticas desde 1985 hasta 2009

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN EL PERÚ: SITUACIÓN NORMATIVA NACIONAL

Para entender la importancia que tienen las energías renovables hoy en día, no solo para nuestro país sino para el mundo, fue necesario abarcar en los dos capítulos precedentes aspectos generales de la energía, sus fuentes y la contaminación que se obtiene como resultado de la utilización de energías no renovables (como el petróleo, el carbón y el gas), causantes en gran parte de la emisión de gases de efecto invernadero y las consecuencias negativas que ello trae al medio ambiente. Así mismo, se trató acerca de la situación energética del Perú, dándonos cuenta que atravesamos un déficit en la energía y que la única solución ventajosa para todos es poner en marcha proyectos de energías renovables para satisfacer la demanda actual de energía, cuidando a la vez el medio ambiente donde vivimos.

Ahora bien, nos insertamos en el tema medular del presente trabajo de investigación: ¿Cuál es la importancia del papel normativo en el impulso de la promoción y desarrollo de las energías renovables?, teniendo en cuenta que por ser un país en vías de desarrollo, es substancial contar con inversiones extranjeras, las

que nos permitirán adquirir o desarrollar las tecnologías necesarias para llevar a cabo los proyectos de energías renovables, por lo que se debe contar con un marco normativo estable y eficiente, que brinde confianza al inversionista nacional y extranjero.

1. Antecedentes

Durante los últimos años las iniciativas tanto públicas como privadas en el desarrollo de Energías Renovables (ER) se han incrementado, debido a los cambios en las políticas públicas y en la modificación del marco normativo nacional.

Los cambios mencionados se han producido debido a la gran carga económica originada por la importación de productos de petróleo, la dependencia política y el gran potencial de fuentes de energía renovables inexplorados, junto con los costos de inversión cada vez más bajos de los proyectos de energía renovables, todo constituye el marco sobre el cual los gobiernos, y cada vez más los servicios eléctricos, se basan para considerar la explotación de fuentes de energía renovables.

Además, no solo hubo cambios a nivel normativo, sino también institucional, ya que el gobierno ha promovido un gran cambio al crear el Ministerio del Ambiente en el año 2008, con la finalidad de formular políticas públicas en favor de la construcción de un país con suficientes energías sostenibles para sus futuras generaciones, así como contribuir a la reducción ostensible del proceso de calentamiento global en el marco del Protocolo de Kioto y favorecer la protección del medio ambiente, en el marco de la suscripción del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos.

Asimismo, el Perú ha buscado reforzar dicho objetivo con instituciones internacionales, de forma tal que nos permita desarrollar una Nueva Matriz de Energía Sostenible con el apoyo financiero y técnico del Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Por otro lado, el gobierno se ha adherido como miembro de la Agencia Internacional de Energías Renovables y ha firmado acuerdos de promoción

con países que han logrado grandes avances referentes a la producción de energía renovable como es el caso de Argentina.

Por otro lado, cabe mencionar que el marco regulatorio para las energías renovables en los países andinos, como el Perú, es naturalmente una consecuencia directa del contexto institucional. Es decir, aquellos países mejor estructurados para tratar este tema poseen un marco jurídico-legal más adelantado. Así, en todos los países existen leyes, proyectos de leyes y decretos recientes sobre el desarrollo sostenible de la energía, marcadamente asociados al suministro de electricidad, pero la materialización de sus objetivos depende muchas veces de cuestiones que van más allá del mero marco normativo, como la disponibilidad de recursos naturales y las condiciones adecuadas de financiamiento.

De acuerdo a lo afirmado al final del párrafo anterior, nuestro país cuenta con disponibilidad de recursos naturales y un marco regulatorio que si bien aún necesita ser perfeccionado, se podría afirmar que brinda las condiciones mínimas para la promoción de energías renovables.

Asimismo, cabe mencionar que la legislación medioambiental vigente así como la relacionada al fomento de energías renovables, ha sido desarrollada sobre la base de normas internacionales, siendo éstas las que fijaron las directrices que debe seguir la comunidad internacional.

En ese sentido, entre la principal normativa e iniciativas internacionales, regionales e intergubernamentales que apoyan la penetración de las fuentes de energía renovables en los mercados energéticos, tanto de los países industrializados como en desarrollo, se deben mencionar²³:

²³ Fuentes Renovables de Energía en América Latina: Situación y Propuestas de políticas (Naciones Unidas, CEPAL, GTZ - 2004). Documento preparado en el marco del proyecto conjunto con la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ): "Promoción del Desarrollo Económico por medio de la Integración de Enfoques de Políticas Ambientales y Sociales en América Latina y el Caribe". Será sometido a la consideración de las delegaciones participantes en la Conferencia

- **Iniciativas Internacionales**

Pese a no alcanzar resultados ni objetivos concretos, no cabe duda de que la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, celebrada en agosto de 2002 en Johannesburgo, representa un hito importante por cuanto introdujo el tema de las fuentes de energía renovables (FRE) en la agenda política de los países.

En materia de “energías sostenibles”, en la reunión de Johannesburgo surgieron una serie de iniciativas nacionales, regionales y mundiales con diferentes planes e intereses, pero todas con un objetivo común: incrementar en forma sustancial la participación y contribución de las fuentes renovables en la oferta energética. Entre las iniciativas surgidas durante esta reunión cabe mencionar las siguientes:

Coalición de Johannesburgo sobre Energía Renovable (JREC)

Impulsada por la Unión Europea, esta iniciativa ya contaba en marzo de 2003 con el apoyo formal de 78 países, entre ellos, Chile, Argentina, Brasil y los países del Caribe. La Coalición aún no ha establecido metas específicas, pero actualmente está finalizando la elaboración de su Plan de Acción definitivo.

La Declaración de la Coalición de Johannesburgo estipula que sus miembros se comprometen a cooperar en el futuro desarrollo y promoción de tecnologías sobre energías renovables sobre la base de claros y ambiciosos objetivos -a alcanzarse en un período de tiempo definido- establecidos a nivel nacional, regional e idealmente a niveles globales; además han adoptado o adoptarán estos objetivos para aumentar la participación de las fuentes de energía renovables e incentivarán a otros a trabajar de la misma forma; asimismo, los miembros necesitan informar sobre los progresos y los resultados a tiempo para la

Conferencia Mundial sobre Energías Renovables, que se celebrará en Bonn en 2004

Alianza para la Energía Renovable y la Eficiencia Energética (REEEP)

La REEEP fue impulsada por el Reino Unido y propuesta en Johannesburgo en ocasión de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible. En el marco de esta iniciativa, en julio de 2003 se llevaron a cabo nueve reuniones regionales de expertos en Europa Central, Asia Sudoriental, Asia Meridional, Asia Oriental, África Occidental, África Oriental, África del Sur, América del Norte y América Latina. El lanzamiento oficial de la REEEP tuvo lugar en octubre de 2003 en Londres.

En el Plan de Acción de la REEEP se precisa que ésta es una asociación internacional entre el gobierno, la sociedad empresarial y la civil, pensada para asesorar a quienes elaboran las políticas energéticas y al sector empresarial para entregar políticas innovadoras, mecanismos de regulación y financiamiento para acelerar el desarrollo de sistemas de energía sustentable.

Conferencia Mundial sobre Energías Renovables, 2004

Las principales prioridades de la Conferencia Mundial organizada por el gobierno de Alemania son destacar el importante papel de las energías renovables en el contexto del desarrollo sostenible, a fin de llamar la atención sobre la importancia del establecimiento de objetivos nacionales y regionales y de la participación global de las energías renovables, y alcanzar un acuerdo internacional sobre un Plan de Acción Global para la penetración exitosa de las fuentes de energía renovables.

- **Iniciativas de la región de América Latina y el Caribe**

Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible (ILACDS)

Esta iniciativa fue presentada y aprobada en la Primera Reunión Extraordinaria del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, celebrada en Johannesburgo en agosto de 2002. Entre sus objetivos, uno de los más ambiciosos es hacer viable un aumento de la participación de las fuentes de energía renovables en las matrices energéticas nacionales y de la región, a fin de alcanzar en 2010 una participación mínima del 10% de las fuentes renovables en la oferta total de energía primaria (OTEP).

En la Iniciativa se plantea “...exigir el cumplimiento por los países desarrollados del compromiso de destinar el 0.7% del PIB de los países industrializados a la asistencia oficial para el desarrollo;...promover la entrada en vigor del Protocolo de Kyoto; ...fortalecer o ajustar los sistemas de indicadores de sostenibilidad; ...desarrollar acciones de cooperación Sur-Sur”; ... y entre otras metas orientadoras, “implementar el uso en la Región de al menos un 10% de energía renovable del porcentaje total energético de la región para el año 2010.

Plataforma de Brasilia sobre Energías Renovables

La reunión regional de seguimiento de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, organizada por el gobierno de Brasil, en Brasilia, los días 29 y 30 de octubre de 2003, reunió a representantes de los Ministerios de Medio Ambiente y de Energía de América Latina y el Caribe.

El propósito de la reunión fue crear una instancia de convergencia de iniciativas y de focalización de la discusión sobre los problemas y las oportunidades específicas para los países de América Latina, con el objeto de definir una posición regional común en vista de la Conferencia Mundial sobre Energías Renovables de Bonn.

De hecho, la reunión celebrada en Brasilia ha representado una oportunidad importante para concentrar y consolidar la agenda de discusión regional sobre las fuentes de energía renovables y para orientarla hacia iniciativas que abarquen el diseño de una propuesta conjunta latinoamericana, a fin de identificar un posicionamiento estratégico de América Latina frente a los diferentes escenarios futuros del desarrollo de las fuentes renovables y del mercado global del carbono.

2. Normas relacionadas con la promoción de Energías Renovables

A. Normas Generales

A.1 Constitución Política del Perú (1993):

El derecho a un medio ambiente equilibrado o sano, es indiscutible que constituye un derecho fundamental de la persona reconocido constitucionalmente en la mayoría de los países del mundo, por ello, debe ser estrictamente respetado.

En la Constitución del Perú de 1979, en su artículo 123 se reconoció expresamente como un derecho ciudadano, al derecho a habitar en un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado, y en la Constitución actual del año 1993, reconoce el derecho al medio ambiente sano como un derecho fundamental de las personas en el artículo 2, inciso 22.

Así con la lectura del párrafo anterior, se puede ver que a este derecho se le ha dado la mayor importancia, un rango constitucional. Además, en la Constitución existen dos artículos más relacionados al tema: el artículo 7, que reconoce como derecho de la persona el derecho a la salud, el cual lamentablemente en varias ocasiones se ha visto vulnerado por ilícitos

ambientales; y el artículo 59, donde se establece claramente que el Estado garantiza la libertad de trabajo, empresa, comercio e industria, siempre y cuando esta libertad no lesione la salud de las personas.

Cabe mencionar los mecanismos constitucionales por los cuales se pueden ejercer la defensa inmediata de los derechos al ambiente, desde distintos aspectos:

- El Proceso de amparo, establecido en el artículo 200, inciso 2 de la Constitución. Este proceso ha sido utilizado en muchas ocasiones por ciudadanos que han visto vulnerado o amenazado su derecho a habitar en un ambiente saludable y ecológicamente equilibrado.
- El Proceso de Cumplimiento, establecido en el artículo 200, inciso 6 de la Constitución. Este Proceso es utilizado por ciudadanos que consideran que las autoridades y funcionarios no cumplen con aplicar las normas ambientales a pesar de estar obligados a ello. Este Proceso en muchas ocasiones ha obligado a funcionarios públicos a cumplir con la aplicación de las normas sobre la materia.
- El Proceso de Habeas Data, establecido en el artículo 200, inciso 3 de la Constitución. Este Proceso a criterio de unos juristas no debe ser utilizado. Este medio está siendo utilizado cuando las entidades públicas se niegan a brindar información ambiental, la misma que es muy importante para una adecuada defensa de los derechos ambientales.

Por otro lado, ya son varias las sentencias emitidas por el Tribunal Constitucional, órgano supremo de interpretación y control de la constitucionalidad en el Perú, en donde se evidencia el respeto al derecho de vivir en un ambiente sano como lo dispone la Constitución Política.

Se puede mencionar la siguiente jurisprudencia:

- Caso "Asociación de Propietarios del Sector Imperial del Asentamiento Humano Pamplona Alta contra Comisión de Formalización de la Propiedad Informal (COFOPRI) y Asociación de Pequeños Comerciantes Israelitas Unidos" (Expediente N° 03448-2005-PA/TC):

Resolución en que el TC brinda un concepto de lo que podríamos interpretar como medio ambiente: "*En la noción de medio ambiente debe comprenderse tanto el entorno globalmente considerado –espacios naturales y recursos que forman parte de la naturaleza, como son el aire, agua, suelo, flora, fauna- como el entorno urbano*".

De igual forma en relación con el contenido esencial del derecho fundamental a un medio ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la persona, ha establecido que "*está determinado por el derecho de gozar de ese medioambiente y el derecho a que ese medio ambiente se preserve*".

Finalmente concluye que "*el derecho a un medioambiente sano y equilibrado para el desarrollo de la persona supone la exigencia de condiciones mínimas que el Estado debe asegurar a los individuos a fin de permitir su desarrollo, siendo que el Estado no solo está obligado jurídicamente a establecer estas condiciones mínimas de modo técnico, sino, adicionalmente, a respetarlas y a asegurar el respeto de los demás agentes sociales. Para ello, el Estado determina una serie de actividades reguladoras imponiendo estándares mínimos, pero, además, se compromete a desplegar una serie de actos tendentes a asegurar esos estándares mínimos y, como resulta evidente, a no vulnerar los mismos ni permitir su vulneración como resultado de la actividad de terceros*".

- Caso "Ludesminio Loja Mori contra la Municipalidad Metropolitana de Lima" (Expediente N° 3330-2004-AA/TC):

En este caso se presentó un conflicto entre los derechos fundamentales a la libertad de empresa y el derecho a la salud. Al respecto el TC consideró que *"si el respeto a los derechos invocados en la demanda supone menoscabar los derechos a la salud y a un medio ambiente sano de los vecinos, convirtiéndolos en irreparables, es evidente que deben prevalecer estos últimos, por estar vinculados al principio de protección al ser humano, contenido en el artículo primero de la Constitución Política del Perú, en virtud del cual la defensa de la persona humana y el respeto de su dignidad son el fin supremo de la sociedad y del Estado y sin cuya vigencia carecerían de sentido todos los demás derechos constitucionales. Es evidente, también, que el interés individual no puede primar sobre el interés colectivo"*.

- Caso "Asociación Civil PROTERRA contra la Municipalidad Metropolitana de Lima, la Compañía Cervecera AMBEV PERU SAC., la Municipalidad Distrital de Lurigancho- Chosica y otro". (Expediente N° 2682-2005-PA/TC):

En esta Resolución se busca fortalecer el mecanismo de protección que tiene este derecho, como es el Proceso de Amparo.

Al respecto se cita:

"Que las demandas de amparo cuyo objeto es la protección ante amenazas o lesiones del derecho al medioambiente adecuado y el derecho a la salud exigen del juez ante el cual son planteadas, el desarrollo pleno e intenso de las potestades de investigación a efectos de esclarecer todos los extremos de la controversia"(Fundamento 5);

Asimismo:

"Cuando el derecho presuntamente amenazado o lesionado detenta un especial valor material en el sistema de derechos constitucionales dada su condición de presupuesto para el ejercicio de los otros derecho, tal como el caso del derecho a la vida, a la salud, a la integridad, el derecho a la integridad o el propio derecho al medio ambiente adecuado y equilibrado, la declaración de improcedencia que, prima facie, deriva de la ausencia de una etapa probatoria en el proceso de amparo, debe ser morigerada".(Fundamento 7)

Finalmente:

"El derecho a un medio ambiente adecuado y equilibrado detenta un especial valor material en el sistema de derechos constitucionales debido a sus condición prioritaria o de presupuesto para la vida y la propia salud de la sociedad, por tanto, el juez, luego de admitir la demanda, en ejercicio de su deber razonable y proporcional de investigación, deberá efectuar todos los actos procesales y acopiar la información relevante a efectos de esclarecer plenamente la controversia planteada".(Fundamento 10)

- Caso " Demanda de inconstitucionalidad interpuesta por más de 5,000 ciudadanos, contra el artículo 3° de la Ley N.º 28705 —Ley General para la prevención y control de los riesgos del consumo de tabaco” (Expediente N.º 00032-2010-PI/TC):

En el numeral 73 señala: *“...este Tribunal está de acuerdo con lo señalado por la Corte Constitucional de Colombia en el sentido de que “el ‘Convenio Marco de la OMS para el control del tabaco’ (...), constituye un importante instrumento internacional para evitar y contrarrestar las nefastas consecuencias del consumo del tabaco, en especial para la salud y el medio ambiente. (...). La finalidad del*

Convenio, señalada en su artículo 3, se enmarca en la protección de las generaciones presentes y futuras frente a las consecuencias sanitarias, sociales, ambientales y económicas del consumo de tabaco y de la exposición al humo, y por tanto, desarrolla los principios contenidos en los artículos 49, 78 [protección del derecho fundamental a la salud], y 79 [derecho a gozar de un ambiente sano] de la Carta. En efecto, dichas normas señalan la obligación del Estado en la atención a la salud y saneamiento ambiental (...) señalan el deber de toda persona de procurar el cuidado integral de su salud y la de su comunidad” (cfr. Sentencia C-665 de 2007).

- Caso “Recurso extraordinario interpuesto por doña Alida Cortez Gómez de Nano contra la sentencia de la Sala de Derecho Público de la Corte Superior de Justicia de Lima, de fojas 564, su fecha 18 de diciembre de 2001, que declaró improcedente la acción de amparo” (Expediente N.º 0964-2002-AA/TC):

En esta Resolución el TC hace referencia a conceptos interesantes, señalando lo siguiente: “La Constitución no señala el contenido protegido del derecho en referencia. A diferencia de muchos derechos constitucionales cuyo contenido protegido puede extraerse de su formulación constitucional o de los tratados internacionales en materia de derechos humanos, en el caso del derecho a un ambiente equilibrado y adecuado, la determinación de ese contenido es más problemática, pues la expresión “medio ambiente” a la que implícitamente se hace referencia, como lo reconoce la doctrina y jurisprudencia comparada, tiene un contenido difícilmente delimitable, debido a que este concepto está compuesto de muchos elementos, distintos los unos de los otros.

No obstante esto, la Constitución vigente proporciona algunas características a partir de las cuales es posible determinar su contenido.

En efecto, no solo se limita a señalar que es un atributo subjetivo del ser humano el vivir en un medio ambiente (lo que desde luego no significaría gran cosa, pues todos vivimos en uno), sino que también subraya que ese “ambiente” debe ser “equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida”. Lo que significa que, desde una perspectiva constitucional, se tenga que considerar al medio ambiente, equilibrado y adecuado, como un componente esencial para el pleno disfrute de otros derechos igualmente fundamentales reconocidos por la Norma Suprema y los tratados internacionales en materia de derechos humanos.

A partir de la referencia a un medio ambiente “equilibrado”, este Tribunal considera que es posible inferir que dentro de su contenido protegido se encuentra el conjunto de bases naturales de la vida y su calidad, lo que comprende, a su vez, los componentes bióticos, como la flora y la fauna, y los abióticos, como el agua, el aire o el subsuelo, los ecosistemas e, incluso, la ecósfera, esto es, la suma de todos los ecosistemas, que son las comunidades de especies que forman una red de interacciones de orden biológico, físico y químico.

Tales elementos no deben entenderse desde una perspectiva fragmentaria o atomizada, es decir, con referencia a cada uno de ellos considerados individualmente. Como destaca el inciso 22 del artículo 2° de la Constitución, se tiene el derecho a un medio ambiente “equilibrado”, lo que significa que la protección comprende al sistema complejo y dinámico en el que se desarrolla la vida”.

- SENTENCIA DEL PLENO JURISDICCIONAL DEL TRIBUNAL CONSTITUCIONAL (000041-2011-AI) del 14 de marzo de 2011: Demanda de inconstitucionalidad interpuesta por 58 ciudadanos contra determinados artículos de la Ordenanza N.º 165-2009-MDPH, de fecha 31 de agosto de 2009, y la Ordenanza N.º 175-2009-MDPH, de 17 de

noviembre de 2009, emitidas por la Municipalidad Distrital de Punta Hermosa, Lima.

“La tutela del medio ambiente se encuentra regulada en nuestra Norma Fundamental, específicamente mediante disposiciones que fijan las relaciones entre el individuo, la sociedad y el medio ambiente. Así, en el artículo 2º, inciso 22) se precisa que: “Toda persona tiene derecho (...) a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida”. Al respecto, este Tribunal ha precisado que el aludido derecho no se circunscribe únicamente a señalar que es un atributo subjetivo del ser humano el vivir en un medio ambiente, sino que ese ambiente debe ser “equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida”. Ello supone que, desde una perspectiva constitucional, se tenga que considerar el medio ambiente, bajo las características anotadas, como un componente esencial para el pleno disfrute de otros derechos igualmente fundamentales reconocidos tanto por la Constitución como por los tratados internacionales en materia de derechos humanos. A partir de la referencia a un medio ambiente “equilibrado”, el Tribunal Constitucional considera que es posible inferir que dentro de su contenido protegido se encuentra el conjunto de bases naturales de la vida y su calidad, lo que comprende, a su vez, los componentes bióticos, como la flora y la fauna; los componentes abióticos, como el agua, el aire o el subsuelo; los ecosistemas e, incluso, la ecósfera, esto es, la suma de todos los ecosistemas, que son las comunidades de especies que forman una red de interacciones de orden biológico, físico y químico. Los elementos mencionados no deben entenderse desde una perspectiva fragmentaria o atomizada, es decir, con referencia a cada uno de ellos considerados individualmente. Como destaca el inciso 22) del artículo 2º de la Constitución, se tiene el derecho a un medio ambiente “equilibrado”, lo que significa que la protección comprende al sistema

complejo y dinámico en el que se desarrolla la vida (Expedientes N.ºs 0018-2001-AI/TC y 964-2002-AA/TC).

El contenido del derecho fundamental a un medio ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la persona está determinado por los siguientes elementos, a saber: 1) el derecho a gozar de ese medio ambiente y 2) el derecho a que ese medio ambiente se preserve. En su primera manifestación, esto es, el derecho a gozar de un medio ambiente equilibrado y adecuado, dicho derecho comporta la facultad de las personas de poder disfrutar de un medio ambiente en el que sus elementos se desarrollan e interrelacionan de manera natural y armónica; y, en el caso en que el hombre intervenga, no debe suponer una alteración sustantiva de la interrelación que existe entre los elementos del medio ambiente. Esto supone, por tanto, el disfrute no de cualquier entorno, sino únicamente del adecuado para el desarrollo de la persona y de su dignidad (artículo 1º de la Constitución). De lo contrario su goce se vería frustrado y el derecho quedaría; así, carente de contenido.

El derecho al ambiente equilibrado y adecuado comporta un deber negativo y positivo frente al Estado. Su dimensión negativa se traduce en la obligación del Estado de abstenerse de realizar cualquier tipo de actos que afecten al medio ambiente equilibrado y adecuado para el desarrollo de la vida y la salud humana. En su dimensión positiva le impone deberes y obligaciones destinadas a conservar el ambiente equilibrado, las cuales se traducen, a su vez, en un haz de posibilidades, entre las cuales cabe mencionar la de expedir disposiciones legislativas destinadas a que desde diversos sectores se promueva la conservación del ambiente. Claro está que no solo supone tareas de conservación, sino también de prevención que se afecte a ese ambiente equilibrado.

El Tribunal considera que, por la propia naturaleza del derecho, dentro de las tareas de prestación que el Estado está llamado a desarrollar, tiene especial relevancia la tarea de prevención y, desde luego, la realización de acciones destinadas a ese fin. Y es que si el Estado no puede garantizar a los seres humanos que su existencia se desarrolle en un medio ambiente sano, estos sí pueden exigir del Estado que adopte todas las medidas necesarias de prevención que lo hagan posible. En ese sentido, el Tribunal Constitucional estima que la protección del medio ambiente sano y adecuado no solo es una cuestión de reparación frente a daños ocasionados, sino, y de manera especialmente relevante, de prevención de que ellos sucedan (STC 4223-2006-AA/TC)”.

A.2 Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, de 13 de octubre de 2005:

El objetivo de la LGA es establecer los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, mejorando la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

De acuerdo a lo indicado en el párrafo anterior, las leyes sectoriales relacionadas con el medio ambiente (como en el sector de minería, hidrocarburos y energía), deben respetar y estar en concordancia con las directrices y disposiciones contenidas en la LGA.

Por otro lado, se destaca en el artículo 8 de la ley en comentario, la mención a la Política Nacional del Ambiente, la cual constituye un conjunto de lineamientos, objetivos, estrategias, metas, programas e instrumentos de carácter público, que tiene como propósito definir y orientar el accionar de

las entidades del Gobierno Nacional, regional y local, y del sector privado y de la sociedad civil, en materia ambiental.

Asimismo, menciona los lineamientos básicos que deben contener las mencionadas políticas ambientales, como es el respeto de la dignidad humana y la mejora continua de la calidad de vida de la población, asegurando una protección adecuada de la salud de las personas; la prevención de riesgos y daños ambientales, así como la prevención y el control de la contaminación ambiental, principalmente en las fuentes emisoras, en particular, la promoción del desarrollo y uso de tecnologías, métodos, procesos y prácticas de producción, comercialización y disposición final más limpias; el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, incluyendo la conservación de la diversidad biológica, a través de la protección y recuperación de los ecosistemas, las especies y su patrimonio genético; el fortalecimiento de la gestión ambiental, por lo cual debe dotarse a las autoridades de recursos, atributos y condiciones adecuados para el ejercicio de sus funciones; entre otros.

La LGA hace referencia también a una adecuada gestión ambiental, siendo éste un proceso permanente y continuo, constituido por el conjunto estructurado de principios, normas técnicas, procesos y actividades, orientado a administrar los intereses, expectativas y recursos relacionados con los objetivos de la política ambiental (Art. 13). Cabe señalar, que el Sistema Nacional de Gestión Ambiental tiene a su cargo la integración funcional y territorial de la política, normas e instrumentos de gestión, así como las funciones públicas y relaciones de coordinación de las instituciones del Estado y de la sociedad civil, en materia ambiental.

Otro de los aspectos resaltantes contenidos en esta norma, son los instrumentos de gestión ambiental, pudiendo ser éstos de planificación, promoción, prevención, control, corrección, información, financiamiento, participación, fiscalización, entre otros. Entre los instrumentos de gestión

ambiental se puede mencionar los sistemas de gestión ambiental, nacional, sectoriales, regionales o locales; el ordenamiento territorial ambiental; la evaluación del impacto ambiental; los Planes de Cierre; los Planes de Contingencias; los estándares nacionales de calidad ambiental; la certificación ambiental, las garantías ambientales; los sistemas de información ambiental; los instrumentos económicos, la contabilidad ambiental, estrategias, planes y programas de prevención, adecuación, control y remediación; los mecanismos de participación ciudadana; los planes integrales de gestión de residuos; los instrumentos orientados a conservar los recursos naturales; los instrumentos de fiscalización ambiental y sanción; la clasificación de especies, vedas y áreas de protección y conservación.

Respetando el derecho a la información contenido en el numeral 5 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú, se hace mención en el artículo 41 de la LGA al derecho de acceder adecuada y oportunamente a la información pública sobre el ambiente, sus componentes y sus implicancias en la salud, toda entidad pública, así como las personas jurídicas sujetas al régimen privado que presten servicios públicos, facilitan el acceso a dicha información, a quien lo solicite, sin distinción de ninguna índole, con sujeción exclusivamente a lo dispuesto en la legislación vigente.

También se hace referencia acerca del aprovechamiento de los recursos naturales en el Capítulo 1 del Título III de la ley en comentario, considerando como recursos naturales a todos los componentes de la naturaleza, susceptibles de ser aprovechados por el ser humano para la satisfacción de sus necesidades y que tengan un valor actual o potencial en el mercado.

El Estado promueve la conservación y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales a través de políticas, normas, instrumentos y acciones de

desarrollo, así como, mediante el otorgamiento de derechos, conforme a los límites y principios expresados en la LGA y en las demás leyes (Art. 85).

De acuerdo al artículo 85.2, los recursos naturales son Patrimonio de la Nación, solo por derecho otorgado de acuerdo a la ley y al debido procedimiento pueden aprovecharse los frutos o productos de los mismos, salvo las excepciones de ley. Acerca del cumplimiento de este artículo, más adelante nos referiremos a la concesión de derechos sobre recursos naturales que el Estado Peruano ha otorgado a particulares para el desarrollo de energías renovables.

Finalmente, y sin restar importancia a otros artículos de la ley en comentario que tratan otros aspectos, se señala la importancia de la investigación científica y tecnológica en materia ambiental, estando orientada, en forma prioritaria, a proteger la salud ambiental, optimizar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y a prevenir el deterioro ambiental, tomando en cuenta el manejo de los fenómenos y factores que ponen en riesgo el ambiente; el aprovechamiento de la biodiversidad, la realización y actualización de los inventarios de recursos naturales y la producción limpia y la determinación de los indicadores de calidad ambiental. De acuerdo a lo señalado, en la actualidad el Estado impulsa el desarrollo de tecnologías de energías renovables, a través del organismo estatal Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), el cual es el encargado de dirigir, fomentar, coordinar, supervisar y evaluar las acciones de Estado en todo el país en el ámbito de la ciencia, tecnología e innovación tecnológica, además de orientar las acciones del sector privado, y ejecutar las acciones de soporte que impulsen el desarrollo científico y tecnológico del país.

B. Normas relacionadas con la promoción de Energías Renovables

En el Perú, la Energía Renovable no Convencional como la eólica, biomasa, mareomotriz, pequeña hidroeléctrica, geotermia y solar, se denomina “Recursos Energéticos Renovables o RER” y se fomentan a través de un marco normativo especial conformado por:

- El Decreto Legislativo N° 1002, Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el Uso de Energías Renovables, publicado en mayo de 2008.
- Decreto Supremo N° 012-2011-EM, Nuevo Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables, publicado en marzo de 2011.
- Decreto Legislativo N° 1058, Decreto Legislativo que promueve la inversión en la actividad de generación eléctrica con recursos hídricos y con otros recursos renovables.
- Decreto de Urgencia 019-2008, Declaran de interés nacional la implementación y aplicación de la tecnología alternativa de calefacción “Sistema pasivo de recolección de energía solar de forma indirecta” denominada “Muro Trombe”, publicado en junio de 2008.
- Decreto Supremo N° 056-2009-EM, Disponen adecuar competencia de los Gobiernos Regionales para el otorgamiento de concesiones definitivas de generación con recursos energéticos renovables, publicado en julio de 2009.
- Ley N° 26848, Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos, publicada en julio de 1997.
- Decreto Supremo N° 019-2010-EM, Aprueban nuevo reglamento de la Ley N° 26848, Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos, publicado en abril de 2010.

B.1 Decreto Legislativo N° 1002 y su reglamento, el Decreto Supremo N° 012-2011-EM

Este marco normativo establece, entre otros, que:

- a) El límite de participación de las RER en la producción de electricidad del país es hasta un 5% del consumo nacional cada 5 años. (Considerando el consumo nacional del año 2009 esto equivale aproximadamente 500MW en parques eólicos ó 700MW en bosques solares).
- b) Cada dos (02) años, en el mes de agosto, el Ministerio evaluará la necesidad de convocar a Subasta en el marco del artículo 2 de la Ley. El Ministerio publicará el Aviso Previo con una anticipación no menor de sesenta (60) días calendario a la fecha prevista de convocatoria a Subasta, se publicará en por lo menos un diario de circulación nacional y en su Portal de Internet, un aviso previo a la convocatoria indicando, como mínimo, la Energía Requerida, la energía adicional para hidroeléctricas y la fecha prevista de convocatoria a Subasta.
- c) Los precios aplicables a las RER se establecerán mediante subastas que serán conducidas por OSINERGMIN, de acuerdo con las Bases a ser establecidas por el Ministerio de Energía y Minas. Es decir, OSINERGMIN conducirá la subasta donde se asignarán las Tarifas de Adjudicación a los proyectos RER cuyas ofertas de precios sean menores al Precio Máximo determinado por el regulador, hasta cubrir la Energía Requerida para cada tecnología RER.
- d) La Bases de la Subasta RER serán aprobadas por el Ministerio de Energía y Minas y contendrán todas las especificaciones del proceso de subasta tales como el cronograma del proceso de subasta, los requisitos

para participar en la subasta, los límites de participación de las RER en el sector eléctrico según tecnología (eólica, biomasa, solar, mini-centrales hidroeléctricas, geotermia, etc).

- e) Plazo de Vigencia de la Tarifa de Adjudicación, es el período de veinte (20) años contado a partir de la Puesta en Operación Comercial. Durante el Plazo de Vigencia el Postor se compromete a suministrar electricidad al sistema con tecnología RER y se le garantiza el pago de la Tarifa de Adjudicación por las Inyecciones Netas de Energía producida por su central, hasta el límite de la Energía Adjudicada.
- f) OSINERGMIN mantendrá en su página Web un sitio donde publique información relacionada con la Subasta RER.
- g) El Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), en coordinación con el Ministerio de Energía y Minas y los Gobiernos Regionales, implementará los mecanismos y acciones correspondientes para el desarrollo de proyectos de investigación sobre energías renovables, promoviendo la participación de universidades, instituciones técnicas y organizaciones de desarrollo especializadas en la materia.
- h) El Ministerio de Energía y Minas, utilizará fondos con fines de investigación y desarrollo para proyectos de generación eléctrica con RER.
- i) Se dispone la elaboración del Plan Nacional de Energías Renovables.

B.2 Decreto Legislativo N° 1058: Promoción de la inversión en la actividad de generación eléctrica con recursos hídricos y con otros recursos renovables.

El objeto de este Decreto legislativo es establecer que la actividad de generación de energía eléctrica a base de recursos hídricos o a base de otros recursos renovables, tales como el eólico, el solar, el geotérmico, la biomasa o la mareomotriz, gozará del régimen de depreciación acelerada para efectos del Impuesto a la Renta.

Este régimen será aplicable a las centrales que entren en operación comercial a partir de la vigencia del presente Decreto Legislativo. La depreciación acelerada será aplicable a las maquinarias, equipos y obras civiles necesarias para la instalación y operación de la central, que sean adquiridos y/o construidos a partir de la vigencia de la presente norma. Para estos efectos, la tasa anual de depreciación será no mayor de veinte por ciento (20%) como tasa global anual. La tasa podrá ser variada anualmente por el titular de generación, previa comunicación a la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT), sin exceder el límite señalado en el párrafo que antecede, excepto en los casos en que la propia Ley del Impuesto a la Renta autorice porcentajes globales mayores.

B.3 Decreto de Urgencia 019-2008: El Muro Trombe

Cada año en el Perú, entre los meses de agosto y setiembre, en la zona andina por encima de los 3,500 metros sobre el nivel del mar, se produce el fenómeno físico cíclico y anual denominado “heladas”, el cual ocasiona un aumento considerable en la tasa de mortalidad, en especial en la población de niños menores de cinco (5) años y adultos de la tercera edad. El gobierno peruano, a fin de reducir los efectos negativos del fenómeno antes señalado,

ha dictado una medida urgente y extraordinaria a través de este Decreto de Urgencia para contrarrestar los efectos devastadores que tienen las heladas en los departamentos de Ayacucho, Apurímac, Arequipa, Cusco, Huancavelica, Huánuco, Junín, Moquegua, Pasco, Puno y Tacna.

Es importante resaltar que, el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción - SENCICO, como parte de sus funciones de investigación y capacitación, ha llevado a cabo un Plan Piloto en el departamento de Puno de aplicación de la tecnología alternativa de calefacción “Sistema pasivo de recolección de energía solar de forma indirecta” denominado “Muro Trombe”, el mismo que contó con la validación del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, el cual consiste en el calentamiento del ambiente dentro de las viviendas por medio de la captación de energía solar, tecnología cuya aplicación es de muy bajo costo, por lo que se ha visto viable continuar con el proyecto en otras zonas alto andinas.

En el Decreto en comentario, se declara de interés nacional la implementación y aplicación de la tecnología alternativa de calefacción “Sistema pasivo de recolección de energía solar de forma indirecta” denominado “Muro Trombe” en las viviendas ubicadas en las zonas alto andinas por encima de los 3,500 metros sobre el nivel del mar.

También se hace referencia a los criterios de selección de viviendas en las cuales se instalaran el Muro Trombe, como instalarlos en centros poblados ubicados a más de 3,500 metros sobre el nivel del mar; características sobre las vías de acceso (rutas conocidas, tiempos definidos, tipo de acceso vehicular, trocha afirmada, pavimentada peatonal y/o por camino de herradura), entre otras consideraciones.

Muro Trombe: Es un muro o pared orientada al sol, preferentemente al norte en el hemisferio sur y al sur en el hemisferio norte, construida con materiales que puedan acumular calor bajo el efecto de masa térmica (tales como piedra, hormigón, adobe o agua), combinado con un espacio de aire, una lámina de vidrio y ventilaciones formando un colector solar térmico.

Edward Morse patentó el diseño en 1881 (US Patent 246626), pero este fue ignorado hasta 1964. En los años 1960 el diseño fue popularizado por las construcciones que usaban los principios de las casas solares pasivas en Font-Romeu-Odeillo-Via, Francia, por el ingeniero Félix Trombe y el arquitecto Jacques Michel.

El concepto del muro, es que durante el día, los rayos del sol atraviesan la lámina de vidrio calentando la superficie oscura del muro y almacenando el calor en la masa térmica de este. En la noche, el calor se escapa del muro tendiendo a enfriarse principalmente hacia el exterior. Pero como se encuentra con la lámina de vidrio (es semiopaca a la radiación infrarroja) el calor es entregado al interior del local. Debido a esto la temperatura media diaria del muro es sensiblemente más alta que la media exterior. Si la superficie vidriada es mejorada en su aislamiento térmico (mediante doble o triple vidrio) la pérdida de calor hacia el exterior es mucho menor elevando la temperatura del local a calefactar. Esto permite que mientras en el exterior hay bajas o muy bajas temperaturas el interior del local se encuentre en confort higrotérmico y adecuadamente diseñado y calculado se puede lograr una temperatura constante de 18 o 20 °C en el interior de la casa.

**INSTALACION DE CALEFACTOR SOLAR EN ACRAQUIA
HUANCAVELICASENCICO –ORGANIZACIÓN PANAMERICANA
DE LA SALUD –ADECAP JULIO 2008**



MURO TROMBE

B.4 Decreto Supremo N° 056-2009-EM

La norma en comentario precisa la facultad relativa al otorgamiento de autorizaciones para la generación de energía eléctrica con potencia instalada mayor a 500 kW y menor a 10 MW, prevista en el Anexo que forma parte integrante del Decreto Supremo N° 052-2005-PCM, Plan Anual de Transferencia de Competencias Sectoriales a los Gobiernos Regionales y Locales del año 2005, comprende tanto el otorgamiento de autorización para la generación de energía eléctrica con potencia instalada mayor a 500 kW y menor a 10 MW, como el otorgamiento de concesiones definitivas para generación con Recursos Energéticos Renovables (RER) con potencia instalada mayor a 500 kW y menor a 10 MW, siempre que se encuentren en la respectiva región.

Las autorizaciones para generación de energía eléctrica con Recursos Energéticos Renovables (RER) cuya potencia sea mayor a 500 kW y menor a 10 MW, deberán ser sustituidas de oficio por parte los Gobiernos Regionales, dentro del marco de sus competencias, a efectos de adecuar sus alcances a lo dispuesto por el penúltimo párrafo del artículo 38 del Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, dentro del plazo de ciento ochenta (180) días calendario contados a partir de la vigencia de la presente norma.

En concordancia con lo establecido en el segundo párrafo del artículo 1 del Decreto Legislativo N° 1002, dicha norma legal no es de aplicación a la actividad de generación de electricidad con RER que al 02 de mayo de 2008 ya se encontraba en operación comercial.

B.5 Ley N° 26848 y su reglamento, el Decreto Supremo N° 019-2010-EM

La Ley en comentario, norma lo relativo al aprovechamiento de los recursos geotérmicos del suelo y del subsuelo del territorio peruano.

El Estado mediante esta normativa promueve el racional desarrollo de los recursos geotérmicos con la finalidad de asegurar el abastecimiento de energía necesaria para el crecimiento económico, el bienestar de la población y la eficiente diversificación de las fuentes de energía del país y cautela el desarrollo de las referidas actividades, su acceso y libre competencia.

El aprovechamiento de los recursos se otorga a través de derechos geotérmicos, bajo las modalidades de autorización y concesión, cuyo otorgamiento obliga a su trabajo, que consiste primordialmente en el cumplimiento de programas de trabajo y de compromisos de inversión.

El Estado promueve las inversiones en exploración y explotación geotérmicas, así como el uso racional de dichos recursos, privilegiando la conservación del ambiente.

En el Reglamento se establece el desarrollo del procedimiento administrativo para otorgar la concesión de explotación de los recursos geotérmicos. Así mismo, contiene los derechos y obligaciones del titular de una concesión.

También indica la determinación y pago de la Retribución Anual al Estado, en el cual se tomará en cuenta la energía eléctrica producida en el mes anterior en las centrales eléctricas generadoras a las que suministra energía geotérmica. Esta energía será valorizada al uno por ciento (1%) del precio promedio de la energía a nivel generación, para efectos de este cálculo. El

precio promedio de la energía a nivel generación es aquel que fija OSINERGMIN de acuerdo al Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas. De ser distintos los titulares de las concesiones eléctrica y geotérmica, el titular de la concesión eléctrica estará obligado a proveer la información que requiera el titular de la concesión geotérmica para efectuar este cálculo.

3. Proyectos de Energías Renovables

A. Electrificación Rural²⁴

La administración de las obras de electrificación rural está a cargo de ADINELSA (Empresa de Administración de Infraestructura Eléctrica S.A), es una empresa estatal de derecho privado que recepciona las obras de electrificación rural de las diversas entidades ejecutoras del Estado, construidas en zonas rurales y aisladas en situación de pobreza y extrema pobreza, las mismas que se encuentran fuera de las áreas de concesión de las empresas distribuidoras de electricidad donde no existan otras entidades que se puedan encargar de su operación y mantenimiento.

En cuanto a lo que se refiere al desarrollo de fuentes de energías renovables, ADINELSA tiene a su cargo el monitoreo de la operación y el control de información de las Centrales Eólicas de Malabrigo (La Libertad) de 250 kW. y Marcona (Ica) de 450 kW., ambas de su propiedad, las mismas que iniciaron su operación en Abril de 1996 y Agosto de 1998 respectivamente. Estos proyectos piloto tienen por objeto la obtención de experiencia e información para evaluar el desarrollo de bosques eólicos de 30 MW en Malabrigo y 100 MW en Marcona. Actualmente la energía generada por

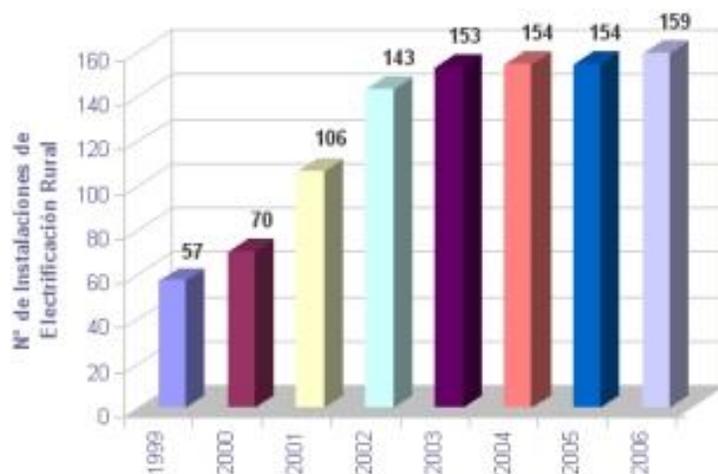
²⁴ ADINELSA (2011). <http://www.adinelsa.com.pe/Default.aspx>

estas instalaciones es colocada en el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional.

A partir del año 2001, ADINELSA viene administrando 123 Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios (SFD), instalados en seis comunidades campesinas aisladas, ubicadas en el departamento de Pasco. Asimismo, recientemente fueron transferidos por la DEP/MEM 1,355 Sistemas Fotovoltaicos que se encuentran instalados en zonas aisladas, remotas y de frontera del país, estando aún pendiente la entrega física de estos equipos a ADINELSA. Un SFD de 53 vatios permite suministrar energía hasta por 6 horas a tres lámparas de 9 vatios, un TV 14" B/N de 15 vatios y una radio grabadora de 6 vatios. El costo de cada SFD instalado en promedio ha sido de S/. 2,980.

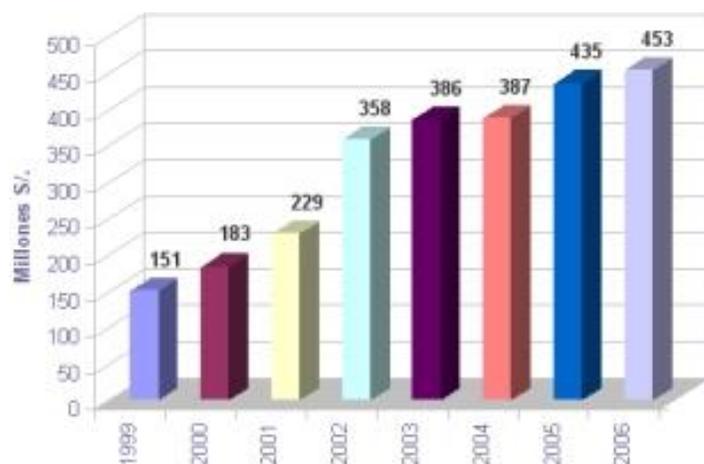
Al 30 de Junio del año 2006, ADINELSA administra 157 instalaciones de electrificación rural, distribuidas de la siguiente manera:

- 31 Minicentrales Hidroeléctricas (28.97 Megavatios - MW – de capacidad de generación).
- 9 Grupos Térmicos (0.80 MW de capacidad de generación).
- 2 Centrales Eólicas (0.70 MW de capacidad de generación).
- 3 Grupos de Sistemas Fotovoltaicos (1,478 SF).
- 79 Pequeños Sistemas Eléctricos (PSE).
- 1 Línea de Transmisión en 138 kV. (Yaupi -Oxapampa).
- 4 Líneas de Transmisión en 60 kV.
- 6 Subestaciones de Subtransmisión



El total de redes asciende a 6,335 Km de Líneas Eléctricas (Transmisión, Sub transmisión y Distribución, que incluyen 13 Subestaciones de Potencia y 2,152 Subestaciones de Distribución).

Al 31 de Marzo del 2006, ADINELSA ha venido administrando 157 instalaciones de electrificación rural, cuyo valor de transferencia asciende a S/. 453 Millones.



B. Subasta de Energías Renovables²⁵

En el Perú, el organismo regulador, supervisor y fiscalizador de las actividades en los subsectores de electricidad, hidrocarburos y minería, es el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), siendo éste integrante del Sistema Supervisor de la Inversión en Energía compuesto por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y Protección de la Propiedad Intelectual y el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía.

El OSINERGMIN, tiene personería jurídica de derecho público interno y goza de autonomía funcional, técnica, administrativa, económica y financiera. La misión del OSINERGMIN es regular, supervisar y fiscalizar, en el ámbito nacional, el cumplimiento de las disposiciones legales y técnicas relacionadas con las actividades de los subsectores de electricidad, hidrocarburos y minería, así como el cumplimiento de las normas legales y técnicas referidas a la conservación y protección del medio ambiente en el desarrollo de dichas actividades.

En este contexto, el OSINERGMIN es el encargado de realizar las subastas de energías renovables de acuerdo al artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1002, Ley de Promoción de la Inversión en Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables (2008). Hasta la redacción del presente trabajo, se han llevado a cabo dos subastas de energías renovables:

- *Subastas de la electricidad generada con Recursos Energéticos Renovables*

La primera subasta duró aproximadamente un año (agosto 2009 a julio 2010). Su objetivo fue seleccionar mediante un proceso de subasta los

²⁵ OSINERGMIN (2011). <http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/EnergiasRenovables.html>

proyectos de generación RER con biomasa, eólica, solar y pequeñas hidroeléctricas para el suministro de electricidad al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional, teniendo como límites, entre otros, a: a) la fecha máxima para la puesta en operación comercial el mes de diciembre de 2012; b) las cuotas de energía asignadas a tecnología y c) los precios base máximos.

Al no haberse cubierto la totalidad de la energía requerida en el proceso de subasta, se procedió con una segunda convocatoria para cubrir la energía remanente. En tal razón la Primera Subasta RER tuvo dos convocatorias, cuyo detalle se describe a continuación.

1. Primera convocatoria

La primera convocatoria se inició en agosto de 2009 y culminó en marzo de 2010 con la firma, entre el Estado Peruano y los Adjudicatarios, de los contratos de suministro de electricidad con energías renovables.

1.1. Requerimientos de Energía

Requerimientos de energía – Primera convocatoria

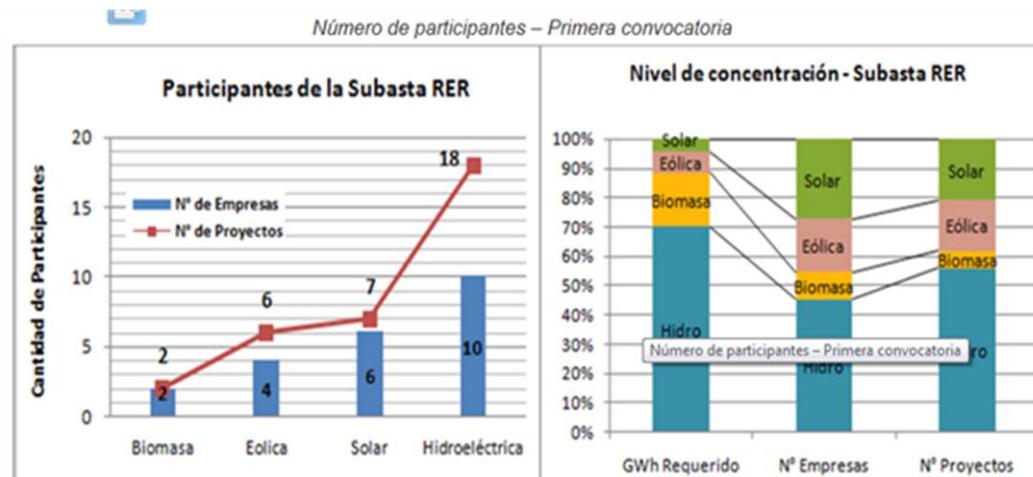
Requerimientos de energía – Primera convocatoria

Tecnología RER	Biomasa	Eólica	Solar	Total
Energía requerida (GWh/año)	813	320	181	1314

En el caso de las hidroeléctricas RER (menores a 20 MW) el requerimiento fue efectuado por capacidad, hasta un límite de 500 MW.

1.2. Número de Participantes

La primera convocatoria tuvo en total 22 empresas con 33 proyectos participantes, distribuidos según los gráficos siguientes:



1.3. Proyectos RER Adjudicados

Como resultado de la subasta RER se adjudicaron contratos de suministro eléctrico a 17 proyectos hidroeléctricos menores a 20 MW, 4 proyectos solares fotovoltaicos, 3 proyectos eólicos y 2 proyectos de biomasa, haciendo un total 411 MW y 1887 GWh/año.

Tecnología	Postor	Proyecto	Punto de Suministro	Precio Ofertado (Ctv US\$/kWh)	Potencia a instalar (MW)	Factor de planta (%)	Energía Adjudicada (GWh/año)	Fecha de Puesta en operación comercial	Condición
Biomasa	Agro Industrial Paramonga S.A.A.	Central de Cogeneración Paramonga I	Paramonga Existente 138 kV	5,200	23,000	57,000%	115,000	31/03/2010	Adjudicado en 1° Ronda
Biomasa	Petramas S.A.C.	Huaycoloro	Cajamarquilla 220 kV	11,000	4,400	73,000%	28,295	01/07/2011	Adjudicado en 1° Ronda
Eólica	Consorcio "Cobra Perú S.A. / Perú Energía Renovable S.A."	Marcona	Marcona 220 kV	6,552	32,000	52,980%	148,378	01/12/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Eólica	Energía Eólica S.A.	Central Eólica Talara	Talara 220 kV	8,700	30,000	46,000%	119,673	29/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Solar	Consorcio Panamericana Solar 20TS (Grupo T-Solar Global, S.A. / Solapack Corporación Tecnología, S.L.)	Panamericana Solar 20TS	Ilo ELP 138 kV	21,500	20,000	28,900%	50,676	30/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Solar	Grupo T-Solar Global, S.A.	Majes Solar 20T	Repartición 138 kV	22,250	20,000	21,500%	37,630	30/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Solar	Grupo T-Solar Global, S.A.	Repartición Solar 20T	Repartición 138 kV	22,300	20,000	21,400%	37,440	30/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Solar	Consorcio Tacna Solar 20TS (Grupo T-Solar Global, S.A. / Solapack Corporación Tecnología, S.L.)	Tacna Solar 20TS	Tacna (Los Héroes) 66 kV	22,500	20,000	26,900%	47,196	30/06/2012	Adjudicado en 1° Ronda
Eólica	Energía Eólica S.A.	Central Eólica Cupisnique	Guadalupe 220 kV	8,500	80,000	43,000%	302,952	29/06/2012	Adjudicado en 2° Ronda

Postor	Proyecto	Punto de Suministro	Precio Ofertado (Cv US\$/kWh)	Potencia a instalar (MW)	Factor de planta (%)	Energía Adjudicada (GWh/año)	Fecha de Puesta en operación comercial	Condición
Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C.	Central Hidroeléctrica Santa Cruz II	Huallanca 138 kV	5,500	6,50	66,000%	33,0	01/07/2010	Adjudicado
Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C.	Central Hidroeléctrica Santa Cruz I	Huallanca 138 kV	5,500	6,00	65,000%	29,5	29/05/2009	Adjudicado
Hidrocañete S.A.	Central Hidroeléctrica Nuevo Imperial	Cantera 220 kV	5,599	3,97	81,340%	25,0	01/05/2012	Adjudicado
Eléctrica Yanapampa S.A.C.	Central Hidroeléctrica Yanapampa	Paramonga Nueva 138 kV	5,600	4,13	77,430%	28,0	01/12/2012	Adjudicado
Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C.	Central Hidroeléctrica Huasahuasi II	Caripa 138 kV	5,700	8,00	70,500%	42,5	01/04/2012	Adjudicado
Hidroeléctrica Santa Cruz S.A.C.	Central Hidroeléctrica Huasahuasi I	Caripa 138 kV	5,800	7,86	70,000%	42,5	01/10/2012	Adjudicado
Sindicato Energético S.A. (SINERSA)	Central Hidroeléctrica Chancay	Zapallal 220 kV	5,850	19,20	85,000%	143,0	31/12/2012	Adjudicado
Sindicato Energético S.A. (SINERSA)	Central Hidroeléctrica Poechos 2	Piura Oeste 220 kV	5,950	10,00	75,000%	50,0	27/05/2009	Adjudicado
Mija Energía S.A.C.	Central Hidroeléctrica Roncador	Paramonga Nueva 220 kV	5,985	3,80	88,890%	28,1	01/12/2010	Adjudicado
Generadora de Energía del Perú S.A.	Central Hidroeléctrica La Joya	Repartición 138 kV	5,995	9,60	65,000%	54,7	01/10/2009	Adjudicado
Generadora de Energía del Perú S.A.	Central Hidroeléctrica Angel I	San Gaban 138 kV	5,997	19,95	75,000%	131,0	31/12/2012	Adjudicado
Generadora de Energía del Perú S.A.	Central Hidroeléctrica Angel II	San Gaban 138 kV	5,998	19,95	75,000%	131,0	31/12/2012	Adjudicado
Generadora de Energía del Perú S.A.	Central Hidroeléctrica Angel III	San Gaban 138 kV	5,999	19,95	75,000%	131,0	31/12/2012	Adjudicado
Eléctrica Santa Rosa S.A.C.	Central Hidroeléctrica Purmacana	Paramonga Nueva 220 kV	6,000	1,80	71,300%	9,0	01/07/2011	Adjudicado
Consortio "Energoret Ingenieros Consultores E.I.R.L. / Manufacturas Industriales Mendoza S.A."	Central Hidroeléctrica Shima	Tocache 138 kV	6,400	5,00	75,000%	32,9	30/09/2012	Adjudicado
Duke Energy Egenor S. en C. por A.	Central Carhuaquero IV	Carhuaquero 220 kV	7,000	10,00	76,000%	66,5	22/05/2008	Adjudicado
Duke Energy Egenor S. en C. por A.	Central Caña Brava	Carhuaquero 220 kV	7,000	6,00	41,000%	21,5	19/02/2009	Adjudicado

Los precios de reserva o precios máximos fueron fijados por el regulador a través de sendos estudios encargados a una empresa consultora especialista en este tipo de tecnologías y considerando entre otros, el tipo de tecnología, costos de inversión, costos de explotación, un horizonte de 20 años, una tasa de rentabilidad de 12% anual, el tamaño de los proyectos, los costos de conexión y otros factores que incentiven la inversión de proyectos con costos eficientes.

1.4. Cobertura de la energía requerida

Con estos resultados se logró cubrir el 68% de la energía requerida para las tecnologías eólica, biomasa y solar. En el caso de las centrales hidroeléctricas RER, se adjudicó el 32% de lo ofertado. En consecuencia, la primera convocatoria fue declarada parcialmente desierta, lo que originó iniciar una segunda convocatoria para subastar los requerimientos no cubiertos.

Cobertura de Energía y Potencia requerida – Primera convocatoria

	Biomasa	Eólica	Solar	Total
Energía requerida (GWh/año)	813	320	181	1314
Energía adjudicada (GWh/año)	143	571	173	887
% adjudicado	18%	178%	96%	68%

	Hidroeléctricas
Potencia requerida (MW)	500
Potencia adjudicada (MW)	162
% adjudicado	32%

□

2. Segunda convocatoria

La segunda convocatoria de la Subasta RER tuvo como objetivo cubrir la energía remanente de la primera convocatoria para las tecnologías biomasa, solar y pequeñas hidroeléctricas.

2.1. Requerimientos de Energía

Las cuotas de energía y potencia remanentes para la segunda convocatoria son:

Requerimientos de energía – Segunda convocatoria

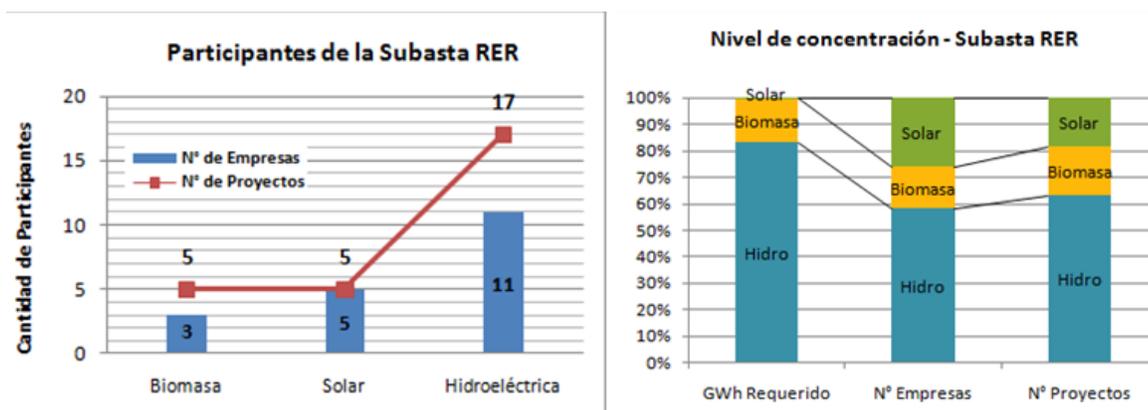
Energía Requerida	Biomasa	Solar	Total
GWh/año	419	9	427

Potencia	Hidroeléctrica
MW	338

2.2. Número de Participantes

La segunda convocatoria tuvo en total 19 empresas con 27 proyectos participantes, distribuidos según los gráficos siguientes:

Número de Participantes – Segunda convocatoria



2.3. Resultados de la Subasta

Como resultado de la segunda convocatoria se adjudicó a un único proyecto hidroeléctrico de 18 MW. Los demás participantes fueron descalificados debido a que los precios ofertados han resultado mayores que los precios máximos establecidos por OSINERGMIN.

Proyectos Adjudicados: Hidroeléctrica

Postor	Proyecto	Punto de Suministro	Precio Ofertado (Ctv US\$/kWh)	Potencia a instalar (MW)	Factor de planta (%)	Energía Adjudicada (GWh/año)	Fecha de Puesta en operación comercial	Condición
EMPRESA ELECTRICA RIO DOBLE S.A.	LAS PIZARRAS	Carhuaquero 220 kV	6,400	18,00	67,00%	85,00	31/12/2012	Adjudicado

C. Otros Proyectos

Gracias a las políticas estatales que están dando la debida importancia al desarrollo de las energías renovables, y a un marco normativo que por lo menos cuenta con las condiciones mínimas para la promoción de ER, se ha visto en aumento la inversión tanto pública como privada en proyectos de energías renovables. Ello, se puede apreciar en los proyectos implementados por ADINELSA y en las subastas efectuadas por OSINERGMIN.

Además de lo indicado en el párrafo anterior, también se llevan a cabo diversos proyectos para la ayuda comunitaria, contando con la colaboración de países de comunidad mundial, como es el caso de La Unión Europea, mencionando a continuación dos proyectos llevados a cabo con la finalidad de producir electrificación en zonas de pobreza extrema, con total respeto al medio ambiente.

EURO-SOLAR

El Programa EURO-SOLAR es una iniciativa pionera a nivel mundial de la Oficina de Cooperación de la Comisión Europea (EuropeAid). El objetivo principal del Programa es promover las energías renovables como motor de desarrollo humano en los ocho países más desfavorecidos de América Latina: Bolivia, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Paraguay y Perú.

El apoyo hecho al Perú tiene como objetivo reducir la pobreza en 130 comunidades rurales aisladas y privadas de electricidad. El programa se desarrolla en coordinación con los Ministerios de Energía y Minas (MINEM), Educación y Salud.

Cabe resaltar que, este programa se ejecuta en 8 países de América Latina con un presupuesto total es de 35.8 millones de Euros, cofinanciados por la Comisión Europea (80%) y los países beneficiarios (20%), beneficiando a 600 comunidades rurales.

El Programa contempla la instalación de 600 kits de producción de energía basados 100% en fuentes renovables y compuestos por paneles fotovoltaicos y, en algunos casos, por un aerogenerador de apoyo.

Los beneficiarios finales del Programa y futuros propietarios de los kits se estiman en más de 300.000 personas de 600 comunidades rurales, que actualmente no tienen conexión a la red de suministro eléctrico.

El kit, que será instalado en cada una de las comunidades rurales beneficiarias constará, además del sistema de generación de energía, de los siguientes equipos:

- 5 ordenadores portátiles
- 1 equipo multifunción (impresora y escáner)
- 1 proyector
- Equipos (antena, ODU e IDU) para permitir acceso a internet vía satélite y telefonía de voz sobre IP.
- Purificador de agua
- Nevera
- Cargador de baterías

EURO-SOLAR es un programa integral, ya que no sólo se limita a la instalación y puesta en marcha de los equipos, sino que incluye la capacitación a miembros de las comunidades para la gestión y mantenimiento de los equipos y el apoyo a los beneficiarios en el desarrollo de servicios básicos en las áreas de educación, salud, tecnologías de la información y fomento de actividades productivas.

Entre los objetivos generales del programa, se encuentra el de promover el desarrollo humano de comunidades rurales aisladas con condiciones socio-económicas marginales, y además, añade otros objetivos como la mejora de la educación y salud de las personas, promoción de actividades productivas, generación de capacidades dentro de las comunidades y enfoque de género, gracias al abastecimiento de energía.



Primer Kit - Perú

El proyecto Villa Solar de Taquile²⁶

Para evaluar en el campo de factibilidad técnica, económica y social de la tecnología fotovoltaica, el Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería, CER-UNI, por encargo del Proyecto para Ahorro de Energía (PAE) del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), inició en 1996 un proyecto piloto de electrificación fotovoltaica rural. Este proyecto se desarrolló en la comunidad insular de Taquile en el lago Titicaca, con la instalación de 100 Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios (SFD) en 1996. En 1998 se ha instalado como 72 en Taquile y en las islas vecinas de Uros y Soto.

Una característica esencial del proyecto es que los usuarios adquieren los SFD, pagando mayormente sus costos, pero con facilidades (en el caso del primer proyecto piloto: 70% del costo total, pagado en cinco cuotas durante 3 años).

Considerando hoy que se ha demostrado con este proyecto piloto la conveniencia de usar sistemas fotovoltaicos para la electrificación de regiones rurales remotas. Se ha verificado las siguientes premisas en Taquile:

- La tecnología fotovoltaica es fácilmente aceptada por la población rural, y donde es conocida, es considerada útil y deseada.
- Los gastos para iluminación (velas, kerosene para mecheros y lámparas de gas) y pilas y baterías para radios y TV son para una amplia parte de población rural mayores que el costo de la electricidad fotovoltaica que suministraría un mejor servicio.

²⁶ HORN, Manfred (1999). "¿Son los paneles solares una alternativa real para la electrificación rural en el Perú? Experiencia en la Isla Taquile – Lago Titticaca", Revista EFICIENCIA (vol. II), págs. 19-22.

- La experiencia de Taquile y de otros lugares ha demostrado que no es conveniente instalar sistemas fotovoltaicos centralizados para una electrificación rural básica domiciliaria, sino que se debe instalar en cada casa un SFD en forma individual e independiente.
- Salvo casos excepcionales, la mayoría de población rural del Perú no tiene la capacidad económica de pagar un SFD al contado, sino requiere una financiación que le permita adquirir su SFD con pagos a su alcance. Para un amplio sector rural se requiere inclusive subsidiar los SFD, por lo menos exonerarlos de pagos de impuesto. Al respecto hay que anotar que la electrificación rural tradicional, con extensión de redes, es íntegramente financiado por el Gobierno.

Isla Uros (2011) – Puno, Perú



Foto: Rosario Quiroz Ramírez

Soluciones Prácticas

Soluciones Prácticas es un organismo de cooperación técnica internacional que contribuye al desarrollo sostenible de la población de menores recursos, mediante la investigación, aplicación y difusión de tecnologías apropiadas.

Este organismo investiga activamente alternativas bioenergéticas que permitan reducir los efectos nocivos de los humos de la biomasa en cocinas mejoradas y difundir el uso de biocombustibles líquidos a pequeña escala para el autoabastecimiento energético en la Amazonía, biodigestores de bajo costo para la producción de biogás en zonas alto andinas, etc.

Alguno de los proyectos de energía renovable que se vienen implementado son los siguientes:

- **Nombre:** Acceso a Bioenergía en Comunidades de la Amazonía Peruana
Propósito: Contribuir a la reducción en los niveles de pobreza en comunidades aisladas y dispersas en la Amazonía peruana, y por lo tanto demostrar la viabilidad técnica, social, económica y ambiental de un modelo autosuficiente de energía basada en la producción local de aceite vegetal de *Jatropha* y el biogás procedente de la biomasa para producir electricidad para promover su uso doméstico, social y uso productivo, al tiempo que mejora los niveles de ingresos mediante la articulación de los pequeños productores de *Jatropha* en el mercado local de biodiesel
Periodo: 2010 a 2012
Ámbito: distrito de Huimbayoc, provincia de San Martín, en la región San Martín (Perú)
Beneficiarios: 224 habitantes de la comunidad de Santa Rosillo
Financiera: FACT – Foundation y CORDAID
Monto: 299,355 euros

- **Nombre:** Innovación e Investigación en Tecnologías de Energías Renovables (IITER)

Propósito: Este proyecto buscar innovar e investigar en tecnologías de energías renovables, especialmente pensando en favorecer a los más pobres y aislados del país. En estos momentos se está trabajando en el desarrollo técnico de nuevas innovaciones en los microarogeneradores, mejorando los mecanismos de seguridad y desarrollando un nuevo regulador; así como en las turbinas de río, implementando motores como generadores en éstas

Ámbito: Perú

Periodo: 2007 en adelante

Fuente: Directorate General for International Cooperation (DGIS) de los Países Bajos

Socio: Universidad Politécnica de Catalunya (UPC)

Monto: 97,515 dólares

- **Nombre:** FOPER. Fondo de promoción de energías renovables

Propósito: Contribuir al acceso sostenible a servicios eléctricos para pobladores de localidades aisladas rurales a partir del aprovechamiento de recursos renovables, tales como la energía hidráulica, fotovoltaica y eólica mediante la promoción de esquemas de financiamiento combinado, incluyendo donaciones a fondo perdido, crédito, inversión de gobiernos locales y regionales, y aportes de los usuarios de los sistemas

Periodo: 2006 en adelante

Ámbito: Cajamarca y Cusco (Perú) y Cochabamba (Bolivia)

Financieras: Gobiernos locales, asociaciones de productores, Directoraten-Generaal Internationale Samenwerking (DGIS) del Reino de los Países Bajos, Waterloo Foundation, Toyota Foundation

Socio: Universidad Politécnica de Catalunya (UPC), Asociación Catalana de Ingeniería Sin Fronteras (ISF), Green Empowerment

Monto: 440,000 dólares

CAPÍTULO IV

CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA PARA POTENCIAR EL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Como se ha podido apreciar en lo expuesto en el capítulo precedente, para impulsar el desarrollo de las energías renovables, el país debe contar con políticas nacionales orientadas a tal fin, eliminando cualquier barrera u obstáculo que impidan su desarrollo. Además, debe poseer un marco normativo donde se promueva la inversión en la generación de electricidad con el uso de fuentes de energía renovable, otorgando incentivos, o subvenciones, e incentivando a la investigación científica y tecnológica en este campo.

Hoy en día, el Perú cuenta con normas que configuran un marco legislativo confiable para los inversionistas, y como resultado de ello, se ha podido apreciar un aumento significativo en el desarrollo de proyectos de electricidad usando energía renovable. Sin embargo, no todo está dicho, ya que si tomamos como referencia la legislación comparada (en algunos casos se trata de países que le llevan ventaja al Perú en cuanto al desarrollo de temas ambientales), nos daríamos cuenta que aun hay camino por recorrer, reforzando las disposiciones normativas, declarando mejores incentivos tributarios, y

disponiendo subvenciones por parte del Estado para zonas de pobreza y extrema pobreza.

Pero, cabe destacar los incentivos que a la fecha se establecen en las normas peruanas, los cuales brindan por lo menos la seguridad mínima para que los inversionistas tanto extranjeros como nacionales, decidan llevar a cabo proyectos en el territorio nacional. Las medidas son las siguientes:

- De acuerdo a lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1058, la actividad de generación de energía eléctrica a base de recursos hídricos o a base de otros recursos renovables, tales como el eólico, el solar, el geotérmico, la biomasa o la mareomotriz, gozará régimen de depreciación acelerada para efectos del Impuesto a la Renta. Para estos efectos, la tasa anual de depreciación será no mayor de veinte por ciento (20%) como tasa global anual. La depreciación acelerada será aplicable a las maquinarias, equipos y obras civiles necesarias para la instalación y operación de la central, que sean adquiridos y/o construidos a partir de la vigencia de dicho Decreto Legislativo.

Debe advertirse que esta tasa máxima supone un tratamiento más favorable que el establecido en las normas contenidas en el TUO de la Ley del Impuesto a la Renta para la determinación de este impuesto, ya que la tasa de depreciación aplicable para edificios y construcciones es de cinco por ciento (5%) anual, según el artículo 39° del mencionado TUO. En ese sentido, la depreciación acelerada contemplada en el Decreto Legislativo N.º 1058 al suponer un tratamiento especial y diferenciado respecto del régimen ordinario, tiene el carácter de un beneficio tributario, en la medida que se fundamenta exclusivamente en la promoción de las inversiones en determinadas actividades económicas.

- Subastas de energía a ser cubierta con RER, se busca garantizar al inversionista adjudicatario un precio firme (ofertado en la subasta) por la energía que inyecta al sistema durante el periodo de contrato de suministro de hasta por 20 años.

- “Régimen de Recuperación Anticipada del impuesto general a las ventas (IGV)²⁷” ofrece incentivos tributarios a estos recursos (Ley N° 28876).

A pesar de este avance en los incentivos para el desarrollo de energía renovable en nuestra normativa, el Perú debe tener en cuenta la experiencia de varios países en el mundo, los cuales han logrado la creación de mercados sostenibles para ER, contando con un marco normativo seguro, estableciendo medidas adecuadas que incentivan su desarrollo. Se puede aprender las lecciones de estas experiencias, tomando como ejemplo a España, que cuenta con diversos instrumentos, como:

- Programas públicos de apoyo a instalaciones de energías renovables: Ayudas y Subvenciones

Préstamos IDAE²⁸

Se trata de una línea de préstamos para financiar inversiones en proyectos de energía solar térmica, fotovoltaica aislada y biomasa doméstica e instalaciones de cogeneración.

Financiación por Terceros (FPT) IDEA

El IDAE realiza directamente la inversión, por lo que no se requieren desembolsos del destinatario final de la instalación (normalmente, una pequeña industria). Los equipos son propiedad del IDAE hasta que recupere la inversión. Así el destinatario mantiene íntegra su capacidad de endeudamiento.

²⁷ Consiste en la devolución del IGV que grava las importaciones y/o adquisiciones locales de bienes de capital nuevos, bienes intermedios nuevos, servicios y contratos de construcción, realizados en la etapa pre-productiva a ser empleados por los beneficiarios del Régimen directamente para la ejecución de los proyectos previstos en los Contratos de Inversión y que se destinen a la realización de operaciones gravadas con el IGV o a exportaciones.

²⁸ IDAE, entidad pública empresarial del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, tiene como misión el fomento del uso de las energías renovables y la mejora en la eficiencia energética.

El IDAE recupera su inversión (incluyendo su beneficio) mediante los ahorros energéticos inducidos o por la energía generada. Luego, la instalación pasa a ser propiedad del destinatario final, quien a partir de este momento, se beneficia de la totalidad de los ahorros energéticos o de la energía generada por las instalaciones y, además, habrá mejorado su competitividad al disponer de unas instalaciones tecnológicamente avanzadas.

Combinación Financiación de proyecto- Arrendamiento de Servicios IDAE

Es también una solución integral que permite al promotor disponer de financiación del 100 % de los costes de inversión de un proyecto energético (IVA incluido), contando además con el asesoramiento técnico y la experiencia del IDAE en el desarrollo de este tipo de proyectos.

- Tarifas reguladas, Primas subvencionadas y complementos por venta a la red eléctrica de energías renovables

Estos incentivos están regulados en el Real Decreto 661/2007 5, en función del origen de la energía producida. Se distinguen estas categorías principales:

Categoría A: Cogeneración u otras formas de producción de electricidad a partir de energías residuales, tanto para un uso propio como para la venta.

Categoría B: instalaciones que utilicen como energía primaria alguna de las energías renovables no consumibles, biomasa, o cualquier tipo de biocombustible, siempre y cuando su titular no realice actividades de producción en el régimen ordinario.

Categoría C: Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de instalaciones industriales.

- Ayudas de ámbito autonómico: Todas las Comunidades Autónomas de España cuentan con líneas de apoyo a las energías renovables en mayor o menor medida. La mayoría de ellas han diseñado planes o programas en materia de promoción de las energías renovables, de aplicación en su respectivo territorio, que pueden incluir ayudas o subvenciones para favorecer la implantación. En muchas Comunidades las ayudas se gestionan a través de Centros específicos.

- Incentivos fiscales a las inversiones y gastos en instalaciones de energías renovables.

Dentro de inversiones medioambientales, que son objeto de incentivo fiscal en Impuesto de Sociedades y en IRPF, se incluyen las instalaciones y equipos para el aprovechamiento de fuentes de energía renovables.

Quedan incluidas las instalaciones dirigidas a la venta a red (Ej. Instalación de paneles solares fotovoltaicos a modo de ‘huerto solar’), ya que al ser la venta a red una actividad económica, son de aplicación las deducciones por incentivos y estímulos a la inversión empresarial en actividades económicas en estimación directa, conforme al artículo 69.2 Ley del I.R.P.F.

La deducción en la cuota que pueden aplicar los contribuyentes para inversiones medioambientales tanto en IRPF como en Impuesto de Sociedades (Artículo 39 del RDL 4/2004, de 5 de marzo) era en el 2006 de un 10%, y ahora, ha pasado a un 8% para las inversiones en instalaciones realizadas en 2007.

Además, la deducción va a ser reducida a razón de dos puntos porcentuales por año, quedando de la siguiente forma:

- 6% para inversiones en instalaciones en 2008
- 4% para inversiones en instalaciones en 2009

- 2% para inversiones en instalaciones en 2010

Hay que tener en cuenta que las cantidades no deducidas pueden aplicarse en las declaraciones de los 10 ejercicios inmediatos o sucesivos, y que no da derecho a deducción la parte de inversión financiada con subvenciones.

- Incentivos normativos

Cumplimiento de obligaciones del Código Técnico de la Edificación

En el Código Técnico de la Edificación (CTE) 14, aprobado en Marzo del 2006, señala la normativa aplicable para conseguir un mejor ahorro energético en los edificios. Este cuerpo legal señala desde las obligaciones de realizar determinado tipo de instalaciones, como características obligatorias de los componentes y sistemas de control.

El CTE establece que es obligatorio instalar paneles solares térmicos y/o fotovoltaicos en edificios de nueva construcción o en aquellos que se vayan a rehabilitar. La instalación de captadores solares térmicos para producción de agua caliente sanitaria, es de aplicación a edificios de nueva construcción y rehabilitación de edificios existentes, de cualquier uso, siempre que exista una demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscinas cubiertas. Respecto a las instalaciones fotovoltaicas es obligatorio en determinados edificios (Ej. hipermercados, centros de ocio, naves de almacenamiento, pabellones de recintos feriales...) incorporar sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos cuando superen unos límites de aplicación establecidos.

Así como en España, se pueden citar otras medidas en la legislación comparada que tienen la finalidad de incentivar el desarrollo de ER, tal es el caso de La República de El Salvador, que en su Decreto No. 462, Ley de incentivos fiscales para el fomento de las energías renovables en la generación de electricidad, establece que las personas naturales o jurídicas que sean titulares de nuevas inversiones en nuevos proyectos de

instalación de centrales para la generación de energía eléctrica, utilizando para ello fuentes renovables de energía, gozarán de beneficios e incentivos fiscales tales como:

- Durante los diez primeros años gozarán de exención del pago de los Derechos Arancelarios de Importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de preinversión y de inversión en la construcción de las obras de las centrales para la generación de energía eléctrica, incluyendo la construcción de la línea de subtransmisión necesaria para transportar la energía desde la central de generación hasta las redes de transmisión y/o distribución eléctrica. La exención del pago de los Derechos Arancelarios se aplicará a proyectos de hasta 20 megavatios (MW).
- Exención del pago del Impuesto sobre la Renta por un período de cinco (5) años en el caso de los proyectos entre 10 y 20 megavatios (MW) y de diez (10) años en el caso de los proyectos de menos de 10 megavatios MW; en ambos casos, a partir de la entrada en operación comercial del Proyecto, correspondiente al ejercicio fiscal en que obtenga ingresos.

En ese mismo sentido, no se puede dejar de mencionar la Ley N° 57-07, Ley de Incentivos a las Energías Renovables, de La República Dominicana, en la que se establece que:

- La Comisión Nacional de Energía (CNE) recomendará la exención de todo tipo de impuestos de importación a los equipos, maquinarias y accesorios importados por las empresas o personas individuales, necesarios para la producción de energía de fuentes renovables. La exención será del 100% de dichos impuestos.
- La exención del Impuesto sobre la Renta. Se liberan por un período de diez años (10) años a partir del inicio de sus operaciones, y con vigencia máxima

hasta el año 2020, del pago del impuesto sobre la renta sobre los ingresos derivados de la generación y venta de electricidad, agua caliente, vapor, fuerza motriz, biocombustibles o combustibles sintéticos señalados, generados a base de fuentes de energía renovables, así como de los ingresos derivados de la venta e instalación de los equipos, partes y sistemas que se describen en esta Ley.

- La reducción de impuestos al financiamiento externo. Se reduce a 5% el impuesto por concepto de pago de intereses por financiamiento externo establecido en el Artículo 306 del Código Tributario.
- Incentivo fiscal a los autoproductores. En función de la tecnología de energías renovables asociada a cada proyecto, se otorga hasta un 75% del costo de la inversión en equipos, como crédito único al impuesto sobre la renta, a los propietarios o inquilinos de viviendas familiares, casas comerciales o industriales que cambien o amplíen para sistemas de fuentes renovables en la provisión de su autoconsumo energético privado y cuyos proyectos hayan sido aprobados por los organismos competentes.
- El incentivo a proyectos comunitarios. Todas aquellas instituciones de interés social (organizaciones comunitarias, asociaciones de productores, cooperativas registradas e incorporadas) que deseen desarrollar fuentes de energía renovables a pequeña escala (hasta 500Kw) y destinado a uso comunitario, podrán acceder a fondos de financiamientos a las tasas más bajas del mercado para proyectos de desarrollo, por un monto de hasta el 75% del costo total de la obra y su instalación.
- Certificados y/o bonos por reducción de emisiones contaminantes. Los certificados o bonos por reducción de emisiones (secuestro de carbono) canjeables según el llamado "Acuerdo de Kyoto" y que puedan derivarse de los proyectos de energía renovables, pertenecerán a los propietarios de dichos

proyectos para beneficio comercial de los mismos. Dichos certificados serán emitidos por el órgano competente que evalúe las emisiones reducidas por dichos proyectos.

Como hemos podido apreciar de la lectura de la legislación comparada (España, La República de El Salvador y La República Dominicana), se puede concluir que a pesar de los esfuerzos del Perú en contar con un marco normativo idóneo para fomentar el desarrollo de energías renovables, se debe considerar mejorar diversos aspectos, como por ejemplo el aspecto tributario (hasta el momento solo se cuenta con beneficios tributarios y no con exenciones tributarias), poner mayor énfasis en el tema de los Bonos de Carbono, y fortalecer los instrumentos de apoyo para el desarrollo de nueva tecnología para generar electricidad a partir de energías renovables, tomando en cuenta la experiencia internacional, y evaluando, de acuerdo a nuestra realidad nacional, en qué medida podemos implementar mecanismos de promoción utilizados en otros países.

CONCLUSIONES

El propósito de esta tesina es demostrar la importancia del marco normativo para fomentar el desarrollo de energías renovables, teniendo en cuenta que debe ser un marco que elimine barreras u obstáculos a esta industria energética.

Para lograr el propósito de esta tesina, se realizó un trabajo de investigación sobre la eficiencia de las normas que se encuentran en vigencia en el Perú, cuyo objetivo es la promoción del desarrollo de energías renovables. Asimismo, se investigó legislación comparada de países que están dando relevancia al fomento de estas energías. Por otro lado, se determinó mediante referencias históricas, que tanto las energías fósiles no renovables como las energías renovables, han sido utilizadas por el hombre desde hace miles de años, pero ha sido la explotación a gran escala de energías fósiles, que ha causado graves daños al medio ambiente, sobre todo después de la Revolución Industrial, que dio paso al desarrollo de la gran industria como la conocemos hoy en día.

El cuerpo de la tesis se ha dividido en cuatro capítulos. El primero titulado “Alcances generales de la energía”, expone consideraciones generales, como el concepto de la energía, historia y características de las energías fósiles, y de las energías renovables. Un punto resaltante en este capítulo es que se ha hecho referencia a las consecuencias ambientales de las energías fósiles, pudiendo el lector darse cuenta de sus graves efectos.

En el segundo capítulo de título “Situación energética del Perú”, se consignó información relevante acerca del escenario energético por el cual está atravesando el país, incluyendo datos estadísticos, pudiéndose inferir que aún se utiliza un alto porcentaje de energía fósil para abastecer de electricidad a nivel nacional, mientras que las energías renovables, como la solar y eólica, ocupan un porcentaje pequeño. Hay

que resaltar que se presenta un índice elevado de electrificación de origen hidroeléctrico en el Perú.

Por otro lado, en el tercer capítulo, “Desarrollo de las energías renovables en el Perú: situación normativa nacional”, se ingresa al tema medular del presente trabajo de investigación, haciendo referencia a las normas nacionales cuyo objetivo es impulsar el fomento de las ER, así como el desarrollo de nueva tecnología para tal fin. Analizando además, si este marco normativo como está redactado a la actualidad cumple su objetivo.

Finalmente, en el cuarto y último capítulo titulado, “Consideraciones a tener en cuenta para potenciar el desarrollo de las energías renovables”, se hace referencia a la legislación comparada para tener conocimiento de la experiencia internacional, así como los diversos mecanismos que emplean países como España, El Salvador y República Dominicana, para impulsar el desarrollo de energías renovables. También se establecen consideraciones que los legisladores deben tener en cuenta para mejorar el marco normativo peruano, con la finalidad de otorgar mejores beneficios para aquellas personas, tanto naturales como jurídicas, que deseen llevar a cabo proyectos de energías renovables.

Asimismo, de la lectura del presente trabajo, se llega a las siguientes conclusiones:

- ❖ La utilización de la energía significa desarrollo económico y tecnológico para el ser humano, y es ahí donde entra en escena el desarrollo sostenible, que propugna un crecimiento económico acorde con el respeto al medioambiente, logrando el punto de conexión entre el sistema socioeconómico y el sistema ambiental.
- ❖ En la actualidad se registran índices elevados de contaminación ambiental, y en gran parte debido a la quema de combustibles fósiles, cuyos gases como el CO₂, CO y NH₄, causan el efecto invernadero en el planeta.

- ❖ Se ha tomado conciencia del daño que la actividad antropogénica causa al medio ambiente, y en estos últimos años los países del mundo a través de organismos internacionales, están adoptando políticas ambientales con el objetivo principal de tratar de minimizar la degradación y el deterioro ambiental.
- ❖ Entre las medidas que se han tomado a nivel mundial para la protección del medioambiente, es impulsar el desarrollo de energías renovables, mediante el apoyo entre países para desarrollar tecnologías para la explotación de ER, y creando marcos normativos donde se establezcan incentivos y subvenciones para el desarrollo de estas energías, con la finalidad de fomentar la inversión. Todo ello con el objetivo de dejar de depender de las energías fósiles, sobre todo ahora en el que se está atravesando por una crisis energética a nivel mundial, debido que el sistema en general ha cimentado su desarrollo sobre la base de las energías fósiles.
- ❖ En el Perú, se han promulgado diversas normas relacionadas con la promoción de energías renovables, estableciendo incentivos e impulsando la investigación científica e innovación tecnológica. Entre las normas se destacan el Decreto Legislativo N° 1002, Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el Uso de Energías Renovables y su Reglamento; el Decreto Legislativo N° 1058, Decreto Legislativo que promueve la inversión en la actividad de generación eléctrica con recursos hídricos y con otros recursos renovables; el Decreto Supremo N° 056-2009-EM, Disponen adecuar competencia de los Gobiernos Regionales para el otorgamiento de concesiones definitivas de generación con recursos energéticos renovables; la Ley N° 26848, Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos, publicada en julio de 1997, y su reglamento.
- ❖ A pesar del avance en el marco normativo para impulsar el desarrollo de ER, el Perú debe tomar en cuenta la experiencia de otros países, que como se ha podido apreciar cuentan con diversos instrumentos y beneficios para aquellos que decidan invertir en el desarrollo de energías renovables. Además, de acuerdo a la realidad

nacional se debería evaluar copiar alguna de esas medidas, ya que lo bueno se toma como ejemplo.

- ❖ Además del cambio de la matriz energética por energías renovables, se deben establecer medidas adicionales como:
 - Lograr la limpieza de la tecnología fósil, lo que significa mitigar alguna de las consecuencias ambientales de los combustibles fósiles y nucleares que se usa, a través de desarrollo de tecnología que deberían reducir sensiblemente los efectos contaminantes, así como lograr que los métodos de combustión más limpio y eficiente.
 - Promover el uso eficiente de energía, no solo con la utilización de tecnología más limpia, sino también con cambios sociales, como el promover la construcción de viviendas ecológicas donde se instalen sistemas de calefacción y de agua caliente con energías renovables, de esa manera se ahorraría energía y se iniciaría un completo cambio medioambiental.

Finalmente, debemos agradecer vivir en una nación riquísima en recursos naturales, que a diferencia de otras regiones del planeta, posee un verdadero potencial en recursos energéticos renovables, y su adecuada explotación significaría un cambio crucial de la matriz energética nacional., teniendo en cuenta que para lograr el desarrollo sostenible tan deseado, se debe tener presente tres cosas: primero, no se deben utilizar los recursos naturales en niveles superiores a su tasa de renovación; segundo, el territorio donde se va a desarrollar las actividades debe poseer una suficiente capacidad de acogida; y tercero, la emisión de contaminantes debido a las actividades realizadas no debe sobrepasar el límite de asimilación del medio en donde se llevan a cabo.

ANEXOS

1. Entrevista

Dr. Pedro Gamio Aita: Gerente Regional para América Latina de GVEP INTERNATIONAL, Ex Viceministro de Energía del Ministerio de Energía y Minas - Perú



- A. *¿En qué situación cree Usted que se encuentra actualmente el desarrollo de las energías renovables en el Perú?*

El Perú ha comenzado a tener un nuevo camino con un marco normativo, quizás el más completo que hay en América Latina en cuanto a energías alternativas, y están en construcción 3 parque eólico, 4 sistemas solares fotovoltaicos 142 megavatios en energía eólica y 80 megavatios en solar, más de dos proyectos de biomasa, uno de tratamiento de basura en Huaycoloro²⁹, y otro de utilización de bagazo de caña, más 17 centrales hidroeléctricas. Creo que es un primer paso para cambiar la situación energética del Perú, que se basa en su mayoría de la utilización de energía fósil, pero aún hay mucho camino por recorrer para lograr una eficaz masificación de la matriz energética.

Hay temas como el fiel cumplimiento de la ley, no solamente garantizando la prioridad al despacho a estas nuevas tecnologías, sino cumpliendo con el porcentaje de llegar al 5% que todavía no se llega a esa cifra, solamente tenemos casi 250 megavatios pero en realidad lo que se quería primero era llegar a 500 megavatios.

²⁹ Huaycoloro se considera uno de los mejores rellenos sanitarios del mundo y un modelo que se ha de seguir en Latinoamérica" - (David Reinstein - Banco Mundial).

Luego, también se tiene que poner en las subastas que hacen en los concursos, no solo un precio tope o techo modelos eficientes de parques eólicos, modelo eficiente de biomasa, modelo eficiente de central solar fotovoltaica, sino también tendría que consignarse precio piso, porque las normas consagran un garantía, que es que la tasa de interna de retorno de estos proyectos debe ser de 12%, con lo que se evitan proyectos que pueden no ser tan bien elaborados, proyectos muy ajustados, por debajo del punto de equilibrio económico y eso puede traer malas experiencias, no se trata de ganar por ganar, por eso la ley consagra una línea que debe ser aplicada en un conjunto de bases de concursos que se convocan o que se van a convocar.

En lo esencial, el hecho de que ya haya un espacio, por mandato legal, que permita veinte años de compra segura de energía para estos proyectos de energía renovable alternativa, es creo, una muy importante señal, pero esto tiene que ser acompañado de un requisito necesario y esencial: “**voluntad política**”, voluntad política de hacer que las renovables jueguen un papel protagónico en la lucha por la competitividad del país a partir de una diversificación de su matriz energética, aprovechando la ventaja de contar con agua, vientos, geotermia, biomasa, que hasta el día de hoy no han valorado.

B. ¿Cuál es la importancia del marco normativo para el desarrollo de las energías renovables?

En el mundo moderno las formas de hacer valer las políticas públicas, digamos, la forma principal de hacer valer las políticas públicas es a través de la Ley, de las normas. Constó prácticamente, dos años de esfuerzo tratar de que el Perú tenga un marco legal promotor y, finalmente se consiguió con el Decreto Legislativo N° 1002, que es uno de los pocos Decretos Legislativos que no ha sido cuestionado por ninguna de las partes del Congreso de la República, ni por ninguna institución, ha sido aceptado como

una norma de desarrollo, y llega en un momento en que el precio del petróleo amenaza ser cada día más oneroso, donde la economía está amenazada por las crisis internacionales, y donde el factor energético tiene un peso enorme para asegurar competitividad, productividad, y que podamos aprovechar los Tratados de Libre Comercio que el Perú ha firmado. Dicho de otra forma, tener energías renovables nos debe ayudar, como también el tener gas natural, nos debe ayudar a ganar en cadenas productivas, a ganar en eficiencia, en costos, al mismo tiempo que apostamos por construcción de capacidades frente al gran déficit tecnológico que tiene el Perú.

- C. *Numerosos autores sostienen que los principales inconvenientes para el desarrollo de energías renovables, es que la tecnología utilizada es muy costosa, falta una infraestructura adecuada y, además, la falta de inversión para el desarrollo de esta tecnología porque muchas veces no parecen rentables. Con la experiencia que Ud. tiene en el campo de energías renovables ¿Qué de cierto tienen estas afirmaciones en estos momentos, cuando se vienen desarrollando diversos proyectos con ayuda de capital extranjero para el desarrollo de energías renovables?*

La experiencia peruana ha demostrado que los precios que se han logrado, en el caso de energía eólica, en el caso de la biomasa, son ya muy competitivos, y dependiendo del precio internacional del petróleo, pueden ser hasta más económicas que la utilización de diesel en generación eléctrica, sin tomar en cuenta las externalidades negativas que implica el uso de combustibles de origen fósil. Es decir, el Perú ha tenido precios muy competitivos en la primera subasta, y recordemos que en el año 2008 se ha llegado a producir energía eléctrica a casi 200 dólares megavatio/hora, y con los parques eólicos se está hablando de un costo de 80 dólares megavatio/hora. Entonces, estamos hablando de una tecnología que ya es competitiva, en el caso de pequeñas hidroeléctrica todavía más, el ahorro es mayor, y en el caso de proyectos de biomasa, igualmente.

Entonces ya no es cierto el mito de hace treinta años, de que las renovables son onerosas, ya hay algunas tecnologías que ya han alcanzado en eficiencia a los costos de su tradicional competidor, que si el precio del petróleo mantiene la tendencia estructural alcista, definitivamente estamos haciendo lo correcto al diversificar nuestra matriz energética, ya que reducimos los gases de efecto invernadero y tenemos un rol de liderazgo en la región frente a la estrategia de mitigación en relación al cambio climático.

D. Siendo Ud., gerente regional para América Latina de GVEP INTERNATIONAL, organización internacional sin fines de lucro que busca reducir la pobreza a través del acceso acelerado a servicios modernos de energía. ¿Cuál es el impacto que ha podido apreciar en la población que ahora cuenta con energía renovable, debido a proyectos que ha llevado a cabo su organización?

Todavía no se percibe el beneficio en términos prácticos, pero cuando empiecen a operar los parques eólicos, cuando empiecen operar los sistemas solares, ya hoy por ejemplo, ha empezado a operar la planta de Huaycoloro, entonces ya el Perú le está dando valor económico a la basura que produce Lima, y eso es un hecho extraordinario. Estos proyectos van a aplicar para mecanismos de desarrollo limpio, cuando haya más conciencia y más gente informada de lo que significa diversificar la matriz con energía limpia, se van a dar cuenta muchas mas personas de lo importante de todo esto.

Solo mencionar un ejemplo, nosotros participamos en la acción decidida para acabar con el diesel de cinco mil partes por millón de contenido de azufre en Lima y Callao, ya no vemos esas humaradas negras en Lima y Callao, pero fuera de Huacho y más allá de Cañete, el problema de cinco mil partes por millón de contenido de azufre sigue afectando a la ciudadanía, entonces ahí se marca una diferencia.

De la misma forma, en la medida en que la economía peruana entienda que no va a tener necesidad de duplicar el costo del pasaje urbano si es que aprovechamos más las energías limpias que tenemos a nuestro alcance, que vamos a reducir los gases que producen el efecto invernadero, que vamos a poder acreditar el sello de economía y el ciclo de vida en los productos que exportemos al mundo, porque cada vez más se va a exigir estas certificaciones y acreditar esta forma de producir. Es decir, interesa qué tipo de combustible utilizo, qué tipo de energía utilizo desde la siembra de un producto hasta el container cuando llega a la ciudad de destino.

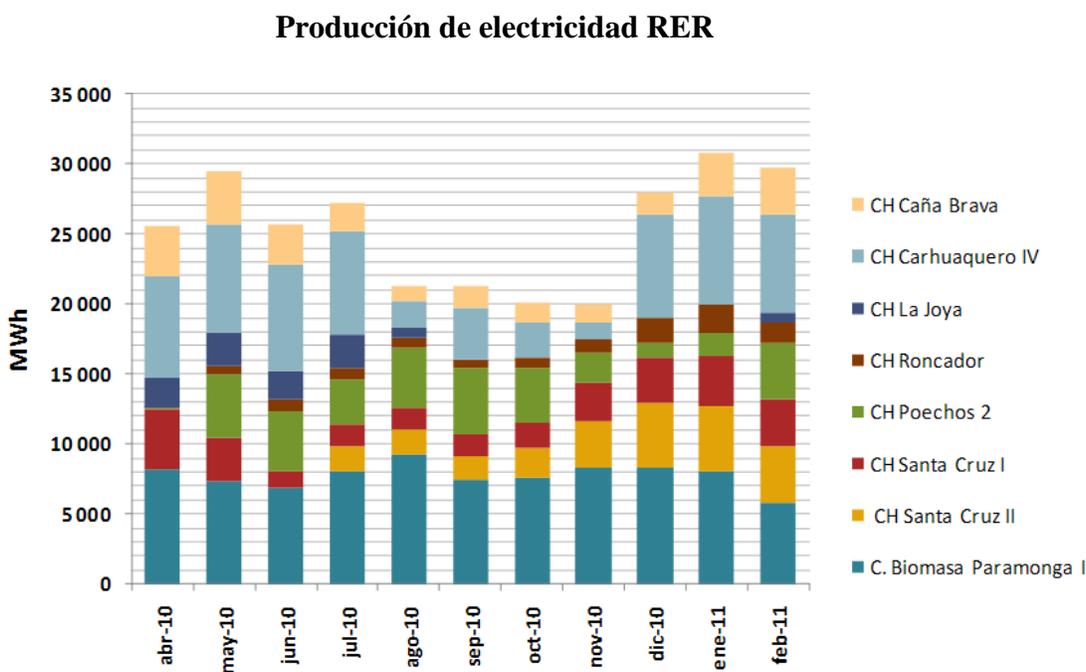
Entonces tenemos que adelantarnos a ese paradigma mundial que es el régimen del cambio climático, paradigma en el sentido que genera tales trastornos que está desarrollándose toda una regulación para obligar a los países a reducir su producción de gases de efecto invernadero.

2. Estadísticas³⁰

A. Producción de electricidad RER

A febrero de 2011, son ocho las centrales de generación RER que vienen produciendo electricidad en el Sistema interconectado Nacional, siete de ellos ingresaron a operación comercial en abril de 2010 y el octavo en julio de 2010. Los demás proyectos RER tienen previsto ingresar a operación comercial a más tardar el 31 de diciembre de 2012.

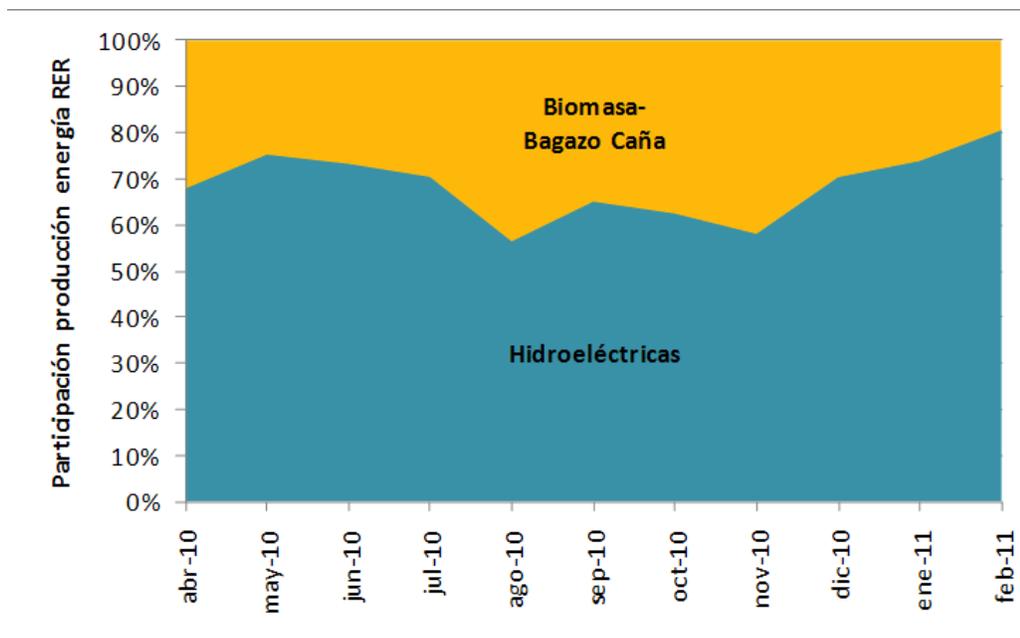
El siguiente gráfico muestra la producción mensual de las centrales RER que han ingresado a operación comercial.



Entre los ocho generadores RER destaca la producción de electricidad de la central de generación con Biomasa (Bagazo de caña de azúcar) con aproximadamente el 30% de la producción de energía eléctrica con recursos energéticos renovables.

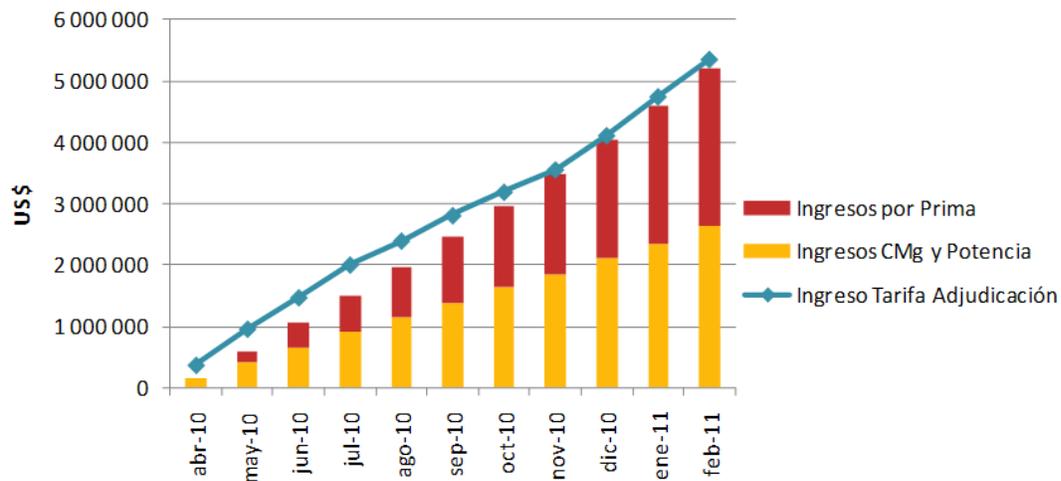
³⁰ Fuente: OSINERGMIN

Producción de electricidad RER



B. Evolución de ingresos y Primas RER

El siguiente gráfico muestra la evolución de los ingresos que vienen percibiendo los primeros generadores RER donde se debe resaltar que, sin haber efectuado aún la liquidación anual de ingresos, los ingresos por la tarifa de adjudicación vienen siendo cubiertos casi al 100% por los ingresos por la venta al costo marginal en el mercado de corto plazo, más los ingresos por prima que son asumidos por los usuarios de electricidad como sobrecargos en las tarifas eléctricas.



En la regulación de Tarifas en Barra del mes de mayo de 2011, actualmente en curso, se efectuará la liquidación por cada generador RER de la energía anual producida respecto de la energía anual ofrecida; los ingresos percibidos y los ingresos garantizados. El procedimiento de liquidación y otros relacionados se encuentran publicados en la sección: marco normativo.

BIBLIOGRAFÍA

1. AZCÁRATE LUXAN, Blanca; MINGORANCE JIMENEZ, Alfredo (2002), Energías e Impacto Ambiental, Madrid, Equipo Sirius.
2. BALDOVINO FERNANDINI, Enrique (2008), Energía Eólica en el Perú, México, CENTRUM.
3. COMUNIDAD ANDINA (2007). ¿Y por donde comenzamos? Prioridades de la Comunidad Andina ante el Cambio Climático, Lima, Comunidad Andina – Secretaria General.
4. GIL GARCÍA, Gregorio (2008), Energías del Siglo XXI: de las energías fósiles a las alternativas, Madrid, Ediciones Mundi - Prensa.
5. GONZALES VELASCO, Jaime (2009), Energías Renovables, Madrid, Editorial Paraninfo.
6. HORN, Manfred (1999). “¿Son los paneles solares una alternativa real para la electrificación rural en el Perú? Experiencia en la Isla Taquile – Lago Titticaca”, Revista EFICIENCIA (vol. II), págs. 19-22.
7. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (2009). Balance Nacional de Energía 2009.
8. MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL PERÚ (2010). “El Perú y el Cambio Climático. Segunda Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático 2010”. Lima. Fondo Editorial del MINAM.
9. ROLDÁN VILORIA, José (2008), Fuentes de Energía: Instalaciones eólicas, instalaciones solares térmicas, Madrid, Paraninfo.
10. ROJAS LAZO, Oswaldo, ROJAS ROJAS, Jorge y SALAS BACALLA, Julio. “Situación energética de los hidrocarburos en el Perú”. Ind. data, jul. 2006, vol.9, no.2, p.21-32. ISSN 1810-9993.

11. SECRETARÍA GENERAL DE LA COMUNIDAD ANDINA (2008), “El Cambio Climático no tienen fronteras: Impacto del cambio climático en la Comunidad Andina”, Lima, Libélula-Comunicación, Ambiente y Desarrollo.
12. ADINELSA (2011). <http://www.adinelsa.com.pe/Default.aspx>
13. AMBIENTUM, actualizado al mes de agosto de 2011, [Fecha de consulta: 10 de agosto de 2011]. Disponible en:
http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/energia/Impacto_ambiental_de_la_biomasa.asp
14. OSINERGMIN, actualizado al 25 de agosto de 2011, [Fecha de consulta: 03 de agosto de 2011]. Disponible en:
<http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/contenido/IntroduccionEnergiasRenovables.html>