



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTIN DE PORRES

FACULTAD DE
DERECHO

“Energías Renovables: El Desarrollo de la Energía Eólica en el Perú”

CENTRO DE ESTUDIOS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL Y DESARROLLO
SOSTENIBLE

Energías Renovables: El Desarrollo de la Energía Eólica en el Perú

Siglas y Abreviaturas _____	4
Introducción _____	5

CAPÍTULO I

ALCANCES GENERALES SOBRE LA ENERGÍA

1. Definición de Energía _____	7
2. Fuentes de energía no renovables: Los combustibles fósiles _____	8
a. Carbón _____	9
b. Petróleo _____	12
c. Gas Natural _____	15
d. Energía Nuclear _____	18
3. Consecuencias ambientales por el uso de combustibles fósiles _____	20
4. Energías Renovables _____	22
a. Evolución Histórica _____	23
b. Fuentes de Energía Renovables _____	24
b.1 Energía Solar _____	24
b.2 Biomasa _____	25
b.3 Energía Eólica _____	25
b.4 Energía Hidráulica _____	28
b.5 Energía Marina _____	28
b.6 Energía Geotérmica _____	29

CAPITULO II

SITUACION ENERGÉTICA DEL PERÚ

1. Balance Nacional de Energía _____	30
2. Plan Energético Nacional 2014-2025 _____	33

CAPITULO III

DESARROLLO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN EL PERÚ

1. Antecedentes _____ 37
2. Marco Normativo relacionado con la promoción de energías renovables __ 38
3. Principales Proyectos de Energía Eólica _____ 44
4. Beneficios de la utilización de la Energía Eólica _____ 47
5. Limitaciones para el desarrollo de los proyectos y acciones a realizar ____ 48

CAPITULO IV

PRINCIPALES PROYECTOS DE ENERGÍA EÓLICA A NIVEL INTERCACIONAL

1. Proyectos de Energía Eólica _____ 53

CONCLUSIONES _____ 63

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

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 escalada 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 atravesase 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 o extinguiendo 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, destacando como una de las más importantes el desarrollo de la energía eólica, a través de políticas estatales, contando con adecuado marco normativo y la colaboración de la comunidad internacional.

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 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 el 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, energicamente 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.

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

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

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 destacar 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.

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.

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.

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.

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.

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.

Imagen N° 1. **Drax Power Station**



Drax Power Station

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

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

Cuadro N° 1.

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.

Imagen N° 2. 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.

Imagen N° 3. 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 para 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.

Imagen N° 4. Planta nuclear de Wolf Creek, Kansas – EE.UU



3. Consecuencias ambientales por el uso de combustibles fósiles

La energía que proviene de la quema de combustibles fósiles se convierte en electricidad y calor en plantas eléctricas. Cuando se queman los fósiles el carbón e hidrogeno reaccionan con el oxígeno produciendo dióxido de carbono (CO₂) y agua (H₂O). Durante esta reacción se produce calor. La electricidad se genera mediante la transformación de energía mecánica (calor) con energía eléctrica por medio de una turbina o generador. Las plantas eléctricas son muy caras de construir y por lo tanto la inversión inicial es muy grande, pero cuando existen la eficiencia de transformar los combustibles en energía es muy alta. En la mayoría de las ocasiones se crea mayor electricidad que la que se necesita, porque la electricidad no se puede almacenar. La demanda eléctrica varía durante el año y por lo tanto la provisión debe de estimar cual será la carga máxima prevista, que significa la mayor demanda energética durante el año. Si las demandas exceden significativamente la capacidad de la planta eléctrica de generar energía puede provocar apagones temporales.

Históricamente, los combustibles fósiles están disponibles en grandes cantidades fácil de obtener y transportar. Sin embargo, existen claros signos en la actualidad que las fuentes de suministro de combustible fósiles son limitas y se agotan y que su reposición podría tardar del orden de siglos. Tanto las fuentes como los sumideros de combustibles fósiles son limitados. Las fuentes existen en capas profundas de la tierra y los sumideros, por ejemplo, el aire y el agua, que absorbe los productos residuales de estos combustibles fósiles.⁵

Los combustibles que se queman son responsables de grandes problemas medioambientales que son de gran relevancia en la agenda política actualmente. Ejemplos de la acumulación de gases invernadero, acidificación, contaminación del aire, contaminación del agua, daño de las capas superficiales y ozono troposférico. Estas son

⁵ McKinney, M.L. and Schoch, R.M., *Environmental Science, Systems and Solutions*. Third edition, University of Tennessee, Knoxville USA 2003

señales de problemas medioambientales causados por la liberación de contaminantes que normalmente están de forma natural presente en la estructura de los combustibles, como el Sulfuro y el Nitrógeno. Actualmente, la quema del petróleo es responsable de 30% de las emisiones de dióxido de carbono en aire. El gas natural no libera dióxido de carbono debido a su estructura de metano. Las emisiones mas largas son causadas por la combustión del carbón. El carbón puede dar como resultado fuegos en las capas subterráneas de la tierra que son virtualmente imposibles de extinguir. El polvo de carbón puede incluso explotar. Por eso se considera la minería del carbón una profesión muy peligrosa. El petróleo puede acabar en el suelo o en el agua en forma cruda, por ejemplo, en periodo de guerras o debido a fugas de petróleo. Esto ha causado grandes desastres naturales en el planeta.⁶

¿Porqué usamos extensamente los combustibles fósiles todavía? La pregunta es simple: porque es más barato que otras alternativas que existen en la actualidad. Algunos científicos medioambientalistas vaticinan que el precio de los combustibles fósiles aumentara en el tiempo debido a su escasez en el mercado. Esto puede provocar un cambio a fuentes de tecnología alternativa que, de hecho, ya se está empezando a notar. El IPCC no está seguro si desaparecerán totalmente los combustibles fósiles en un futuro.

3.1 Polución del aire

La contaminación del aire proviene de varias fuentes, pero los automóviles y la industria son los dos mayores contribuyentes. La quema de combustibles fósiles produce productos de desecho debido a las impurezas presentes en el combustible. Produce varios gases, dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles. El resultado es la lluvia ácida, el smog y el hollín. El smog se forma cuando varios compuestos orgánicos y dióxido de nitrógeno interactúan con la luz del sol y el calor. El smog causa graves problemas respiratorios. El hollín se forma a partir de pequeñas partículas de nitrógeno y dióxido de azufre. Las diminutas partículas se inhalan con facilidad. Las enfermedades asociadas con el hollín incluyen ataques al corazón, ritmo cardíaco irregular, asma y muerte prematura. La

⁶ Miller, G.T., *Living in the Environment: Principles, connections and solutions*. Fourth edition, Brooks/ Cole Publishing Company, Pacific Grove, USA 1999

contaminación del aire también tiene efectos perjudiciales sobre las plantas y la agricultura.

3.2 Polución del agua

La contaminación de los recursos hídricos tiene una amplia gama de efectos adversos en seres humanos y el medio ambiente. Las fuentes de agua están contaminadas por la lluvia ácida. Según Greenstudentu.com, más de dos tercios de "los estuarios y bahías estadounidenses son severamente degradados por la contaminación por nitrógeno y fósforo". La EPA establece normas de emisión para intentar regular los peligros de la contaminación del agua, pero presenta un serio peligro para los Estados Unidos. El agua contaminada afecta a las plantas, la vida animal y los seres humanos.

3.3 Cambio climático

La quema de combustibles fósiles contribuye a la acumulación de gases de efecto invernadero, que es considerado como el principal factor de cambio climático y el calentamiento global. El mayor contribuyente a los gases de efecto invernadero es la quema de combustibles fósiles. El uso del automóvil en los Estados Unidos es uno de los que más contribuyen a los gases de efecto invernadero. Las consecuencias perjudiciales son una reducción de la capa de ozono y las temperaturas más cálidas. La reducción de la capa de ozono amenaza la salud humana, la vegetación y el ecosistema marino. Contribuye a la subida de las aguas, que amenazan las regiones costeras.

4. Energías Renovables

Un concepto similar, pero no idéntico es el de las energías alternativas: una energía alternativa, o más precisamente una fuente de energía alternativa es aquella que puede suplir a las energías o fuentes energéticas actuales, ya sea por su menor efecto contaminante, o fundamentalmente por su posibilidad de renovación.

El consumo de energía es uno de los grandes medidores del progreso y bienestar de una sociedad. El concepto de "crisis energética" aparece cuando las fuentes de energía de las que se abastece la sociedad se agotan. Un modelo económico como el actual, cuyo

funcionamiento depende de un continuo crecimiento, exige también una demanda igualmente creciente de energía. Puesto que las fuentes de energía fósil y nuclear son finitas, es inevitable que en un determinado momento la demanda no pueda ser abastecida y todo el sistema colapse, salvo que se descubran y desarrollen otros nuevos métodos para obtener energía: éstas serían las energías alternativas.

4.1 Evolución Histórica

Las energías renovables han constituido una parte importante de la energía utilizada por los humanos desde tiempos remotos, especialmente la solar, la eólica y la hidráulica. La navegación a vela, los molinos de viento o de agua y las disposiciones constructivas de los edificios para aprovechar la del sol, son buenos ejemplos de ello.

Con el invento de la máquina de vapor por James Watt, se van abandonando estas formas de aprovechamiento, por considerarse inestables en el tiempo y caprichosas y se utilizan cada vez más los motores térmicos y eléctricos, en una época en que el todavía relativamente escaso consumo, no hacía prever un agotamiento de las fuentes, ni otros problemas ambientales que más tarde se presentaron.

Hacia la década de años 1970 las energías renovables se consideraron una alternativa a las energías tradicionales, tanto por su disponibilidad presente y futura garantizada (a diferencia de los combustibles fósiles que precisan miles de años para su formación) como por su menor impacto ambiental en el caso de las energías limpias, y por esta razón fueron llamadas energías alternativas. Actualmente muchas de estas energías son una realidad, no una alternativa, por lo que el nombre de alternativas ya no debe emplearse.

4.2 Fuentes de Energía Renovables

Energía verde es un término que describe la energía generada a partir de fuentes de energía primaria respetuosas con el medio ambiente. Las energías verdes son energías renovables que no contaminan, es decir, cuyo modo de obtención o uso no emite subproductos que puedan incidir negativamente en el medio ambiente.

Actualmente, están cobrando mayor importancia a causa del agravamiento del efecto invernadero y el consecuente calentamiento global, acompañado por una mayor toma de conciencia a nivel internacional con respecto a dicho problema. Asimismo, economías nacionales que no poseen o agotaron sus fuentes de energía tradicionales (como el petróleo o el gas) y necesitan adquirir esos recursos de otras economías, buscan evitar dicha dependencia energética, así como el negativo en su balanza comercial que esa adquisición representa.

b.1 Energía Solar

La energía solar es una fuente de vida y origen de la mayoría de las demás formas de energía en la Tierra. Cada año la radiación solar aporta a la Tierra la energía equivalente a varios miles de veces la cantidad de energía que consume la humanidad. Recogiendo de forma adecuada la radiación solar, esta puede transformarse en otras formas de energía como energía térmica o energía eléctrica utilizando paneles solares.

Mediante colectores solares, la energía solar puede transformarse en energía térmica, y utilizando paneles fotovoltaicos la energía lumínica puede transformarse en energía eléctrica. Ambos procesos nada tienen que ver entre sí en cuanto a su tecnología. Así mismo, en las centrales térmicas solares se utiliza la energía térmica de los colectores solares para generar electricidad.

Se distinguen dos componentes en la radiación solar: la radiación directa y la radiación difusa. La radiación directa es la que llega directamente del foco solar, sin reflexiones o refracciones intermedias. La difusa es la emitida por la bóveda celeste diurna gracias a los múltiples fenómenos de reflexión y refracción solar en

la atmósfera, en las nubes, y el resto de elementos atmosféricos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que no es posible concentrar la luz difusa que proviene de todas direcciones. Sin embargo, tanto la radiación directa como la radiación difusa son aprovechables.

Se puede diferenciar entre receptores activos y pasivos en que los primeros utilizan mecanismos para orientar el sistema receptor hacia el Sol -llamados seguidores- y captar mejor la radiación directa.

Una importante ventaja de la energía solar es que permite la generación de energía en el mismo lugar de consumo mediante la integración arquitectónica en edificios. Así, podemos dar lugar a sistemas de generación distribuida en los que se eliminen casi por completo las pérdidas relacionadas con el transporte -que en la actualidad suponen aproximadamente el 40 % del total- y la dependencia energética.

b.2 Biomasa

La formación de biomasa a partir de la energía solar se lleva a cabo por el proceso denominado fotosíntesis vegetal que a su vez es desencadenante de la cadena biológica. Mediante la fotosíntesis las plantas que contienen clorofila, transforman el dióxido de carbono y el agua de productos minerales sin valor energético, en materiales orgánicos con alto contenido energético y a su vez sirven de alimento a otros seres vivos. La biomasa mediante estos procesos almacena a corto plazo la energía solar en forma de carbono. La energía almacenada en el proceso fotosintético puede ser posteriormente transformada en energía térmica, eléctrica o carburantes de origen vegetal, liberando de nuevo el dióxido de carbono almacenado.

b.3 Energía Eólica

La energía eólica es la energía obtenida de la fuerza del viento, es decir, mediante la utilización de la energía cinética generada por las corrientes de aire. Se obtiene mediante unas turbinas eólicas que convierten la energía cinética del viento en

energía eléctrica por medio de aspas o hélices que hacen girar un eje central conectado, a través de una serie engranajes (la transmisión) a un generador eléctrico.

La energía del viento está relacionada con el movimiento de las masas de aire que desplazan de áreas de alta presión atmosférica hacia áreas adyacentes de baja presión, con velocidades proporcionales (gradiente de presión). Por lo que puede decirse que la energía eólica es una forma no-directa de energía solar. Las diferentes temperaturas y presiones en la atmósfera, provocadas por la absorción de la radiación solar, son las que ponen al viento en movimiento.

Es una energía limpia y también la menos costosa de producir, lo que explica el fuerte entusiasmo por sus aplicaciones. De entre todas ellas, la más extendida, y la que cuenta con un mayor crecimiento es la de los parques eólicos para producción eléctrica.

Un parque eólico es la instalación integrada de un conjunto de aerogeneradores interconectados eléctricamente. Los aerogeneradores son los elementos claves de la instalación de los parques eólicos que, básicamente, son una evolución de los tradicionales molinos de viento. Como tales son máquinas rotativas que suelen tener tres aspas, de unos 20-25 metros, unidas a un eje. El elemento de captación o rotorque está unido a este eje, capta la energía del viento. El movimiento de las aspas o paletas, accionadas por el viento, activa un generador eléctrico que convierte la energía mecánica de la rotación en energía eléctrica.

Estos aerogeneradores suelen medir unos 40-50 metros de altura dependiendo de la orografía del lugar, pero pueden ser incluso más altos. Este es uno de los grandes problemas que afecta a las poblaciones desde el punto de vista estético.

Los aerogeneradores pueden trabajar solos o en parques eólicos, sobre tierra formando las granjas eólicas, sobre la costa del mar o incluso pueden ser instalados sobre las aguas a cierta distancia de la costa en lo que se llama granja

eólica marina, la cual está generando grandes conflictos en todas aquellas costas en las que se pretende construir parques eólicos.

El gran beneficio medioambiental que proporciona el aprovechamiento del viento para la generación de energía eléctrica viene dado, en primer lugar, por los niveles de emisiones gaseosas evitados, en comparación con los producidos en centrales térmicas. En definitiva, contribuye a la estabilidad climática del planeta. Un desarrollo importante de la energía eléctrica de origen eólico puede ser, por tanto, una de las medidas más eficaces para evitar el efecto invernadero ya que, a nivel mundial, se considera que el sector eléctrico es responsable del 29 % de las emisiones de CO₂ del planeta.

Como energía limpia que es, contribuye a minimizar el calentamiento global. Centrándose en las ventajas sociales y económicas que nos incumben de una manera mucho más directa, son mayores que los beneficios que aportan las energías convencionales. El desarrollo de este tipo de energía puede reforzar la competitividad general de la industria y tener efectos positivos y tangibles en el desarrollo regional, la cohesión económica y social y el empleo.

Hay quienes consideran que la eólica no supone una alternativa a las fuentes de energía actuales, ya que no genera energía constantemente cuando no sopla el viento. Es la intermitencia uno de sus principales inconvenientes. El impacto en detrimento de la calidad del paisaje, los efectos sobre la avifauna y el ruido, suelen ser los efectos negativos que generalmente se citan como inconvenientes medioambientales de los parques eólicos.

Con respecto a los efectos sobre la avifauna el impacto de los aerogeneradores no es tan importante como pudiera parecer en un principio. Otro de los mayores inconvenientes es el efecto pantalla que limita de manera notable la visibilidad y posibilidades de control que constituye la razón de ser de sus respectivos emplazamientos, consecuencia de la alineación de los aerogeneradores. A las

limitaciones visuales se añaden las previsible interferencias electromagnéticas en los sistemas de comunicación.

b.4 Energía Hidráulica

La energía potencial acumulada en los saltos de agua puede ser transformada en energía eléctrica. Las centrales hidroeléctricas aprovechan la energía de los ríos para poner en funcionamiento unas turbinas que mueven un generador eléctrico.

En España se utiliza esta energía para producir alrededor de un 15 % del total de la electricidad.

Uno de los recursos más importantes cuantitativamente en la estructura de las energías renovables es la procedente de las instalaciones hidroeléctricas; una fuente energética limpia y autóctona pero para la que se necesita construir las necesarias infraestructuras que permitan aprovechar el potencial disponible con un coste nulo de combustible. El problema de este tipo de energía es que depende de las condiciones climatológicas.

b.5 Energía Marina

La energía marina o energía de los mares (también denominada a veces energía de los océanos o energía oceánica) se refiere a la energía renovable producida por las olas del mar, las mareas, la salinidad y las diferencias de temperatura del océano.

El movimiento del agua en los océanos del mundo crea un vasto almacén de energía cinética o energía en movimiento. Esta energía se puede aprovechar para generar electricidad que alimente las casas, el transporte y la industria. Los principales tipos son:

- Energía de las olas, olamotriz o undimotriz.
- Energía de las mareas o energía mareomotriz.

- Energía de las corrientes: consiste en el aprovechamiento de la energía cinética contenida en las corrientes marinas. El proceso de captación se basa en convertidores de energía cinética similares a los aerogeneradores empleando en este caso instalaciones submarinas para corrientes de agua.
- Maremotérmica: se fundamenta en el aprovechamiento de la energía térmica del mar basado en la diferencia de temperaturas entre la superficie del mar y las aguas profundas. El aprovechamiento de este tipo de energía requiere que el gradiente térmico sea de al menos 20°. Las plantas maremotérmicas transforman la energía térmica en energía eléctrica utilizando el ciclo termodinámico denominado “ciclo de Rankine” para producir energía eléctrica cuyo foco caliente es el agua de la superficie del mar y el foco frío el agua de las profundidades.
- Energía osmótica: es la energía de los gradientes de salinidad.

b.6 Energía Geotérmica

La energía geotérmica es aquella energía que puede ser obtenida por el hombre mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra.

Parte del calor interno de la Tierra (5.000 °C) llega a la corteza terrestre. En algunas zonas del planeta, cerca de la superficie, las aguas subterráneas pueden alcanzar temperaturas de ebullición, y, por tanto, servir para accionar turbinas eléctricas o para calentar.

El calor del interior de la Tierra se debe a varios factores, entre los que destacan el gradiente geotérmico y el calor radiogénico. Geotérmico viene del griego geo, "Tierra"; y de thermos, "calor"; literalmente calor de la Tierra.

CAPITULO II

SITUACION ENERGÉTICA DEL PERÚ

3. **Balance Nacional de Energía**⁷

En el año 2015, el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería-OSINERGMIN, publicó el Balance Nacional de Energía, con la finalidad de realizar un diagnóstico de la situación energética del Perú, considerando en este estudio como ingresos la producción e importación y como salidas el consumo interno, las exportaciones y las pérdidas.

Las formas de energía que intervienen en este estudio son: hidrocarburos líquidos y gas natural, la hidroenergía, electricidad, carbón mineral y otras no comerciales como la leña. La información está expresada en una unidad de medida única, Tera Joules (TJ).

La producción de **energía primaria**⁸ durante el 2014 reportó 25,296 miles de barriles de crudo, equivalente a 146,620 TJ, mientras que la producción de gas natural, registró 456,407 millones de pies cúbicos de gas seco y 37,751 miles de barriles de líquidos de gas natural, equivalente ambos a 626,356 TJ de Gas Natural. La Hidroenergía, como otra

⁷ “Balance de Energía Nacional 2014, desde la perspectiva de supervisor”, elaborado por OSINERGMIN (Dra. Sofía Amparo Carrasco Baca, especialista de la Gerencia de Operaciones), Octubre 2015.

⁸ Aquella que para ser usada debe ser procesada, convertida y acondicionada, ejemplo crudo de petróleo, gas natural, hidroenergía y carbón vegetal.

forma de energía primaria, durante el año 2014 registró una producción de 21,586 GW.h, equivalente a 77, 709 TJ.

La **energía secundaria**⁹ que se produce a partir de la transformación de la energía primaria, en caso de los hidrocarburos en 10 plantas de procesamiento de crudo y gas natural; mientras que la hidroenergía se alimenta junto al gas natural y carbón mineral a las generadoras eléctricas. La producción de derivados de hidrocarburos durante el 2014 registró un total de 97,641 miles de barriles, destacando la producción de Diésel con 36%, seguido de las gasolinas y residuales en menor medida.

El Perú durante el 2014, al igual que el año anterior, fue importador de crudo, debido a que la producción local sólo cubre el 36% de la demanda de las refinerías. Como productos refinados, el país ha importado productos en un volumen que representa el 38% de la demanda interna, asimismo exportó en un volumen equivalente al 55% de la demanda. Se observa que el porcentaje de importación disminuyó y la exportación aumentó ligeramente con respecto al año anterior.

Se considera también los inventarios o existencias de productos en las diversas instalaciones el 31 de diciembre del 2014, volumen que es reportado por las refinerías y plantas de abastecimiento, con el fin de asegurar el abastecimiento de combustible ante situaciones de emergencia. Asimismo, otro elemento es la pérdida de energía, que se da principalmente durante la transmisión y distribución de energía eléctrica, seguido del venteo y quemado de gas natural, y en menor medida durante la refinación, haciendo todos una cantidad de 5,588 TJ, equivalente a 6 días de la demanda interna de productos refinados.

Respecto a las reservas energéticas, de acuerdo al Libro de Reservas 2014 del Minem, se observa un descenso de casi 7% en las Reservas Probadas de hidrocarburos con respecto

⁹ Energía derivada de la energía primaria, lista para el consumo final, ejemplo, gasolinas, GLP, electricidad, gas natural vehicular, etc.

al año anterior, probablemente por la disminución de las exploraciones petroleras por la caída del precio del crudo.

Entre las conclusiones más importantes de este estudio, se debe destacar lo siguiente:

- a) La producción de crudo en el 2014, ha mostrado un crecimiento en un 10.2% con respecto al 2013, mientras que la de Gas Natural ha crecido en aproximadamente 6 % con respecto al 2012, cifra mayor que la registrada entre 2012 y 2013.
- b) La producción de combustibles refinados, entre el 2013 y 2014 ha crecido en 2.4 %. Del total de la producción, el Diésel constituye aproximadamente el 36%, seguido de las gasolinas con 26%, Gasolina de Aviación 6%, GLP y Propano/Butano con 16% y residuales con 10%.
- c) Del crudo que alimenta a las refinerías en el Peru, el 62% es importado, cifra menor que el año anterior.
- d) La demanda interna de combustibles líquidos ha crecido ligeramente en un 1.1 % con respecto al 2013, cifra menor al crecimiento del 2012 al 2013. El Diésel es el de mayor demanda con 63%, 23% de Gasolinas, 12% de Gasolinas de aviación y 3% de residuales. Por otro lado la demanda del GLP subió en casi 23% con respecto al año anterior.
- e) La demanda interna de gas natural distribuida en: uso industrial (20%), GNV (11%), generación eléctrica (67%) y en menor medida la demanda residencial (1.2%). La demanda total ha crecido en aproximadamente 7% con respecto al año 2013, y representa un 45% de la demanda de combustibles líquidos y GLP, cifra que ha crecido con respecto al año pasado que era de 30%.
- f) La producción de electricidad según fuente de energía, se alimenta en un 50.4% de Hidroenergía y en un 48.5% Termoeléctrica y en un 1% de energías solares y eólica. La producción en general se ha incrementado en cerca de un 8% con respecto al año 2013.

- g) La importación de productos refinados ha decrecido en un 2% aproximadamente con respecto al 2013, siendo el Diésel el producto de mayor porcentaje (78%), seguido de las gasolinas (17%).
- h) Respecto a la exportación de energía, el Gas Natural ha disminuido su volumen del 2013 al 2014 en un 17%. La exportación corresponde a la producción integral del Lote 56 de Pluspetrol Corporation.
- i) Con relación a los combustibles refinados, durante el 2014, la producción nacional fue de 499,869 TJ, hubo una demanda interna de 402,296 TJ, se importó 122,741 TJ y se exportó 175,148 TJ, existiendo así un excedente de 45,178 TJ, observándose que esa cifra es menor a la del año pasado, es debido al aumento de la demanda de combustibles líquidos durante el 2014.

4. Plan Energético Nacional 2014-2025¹⁰

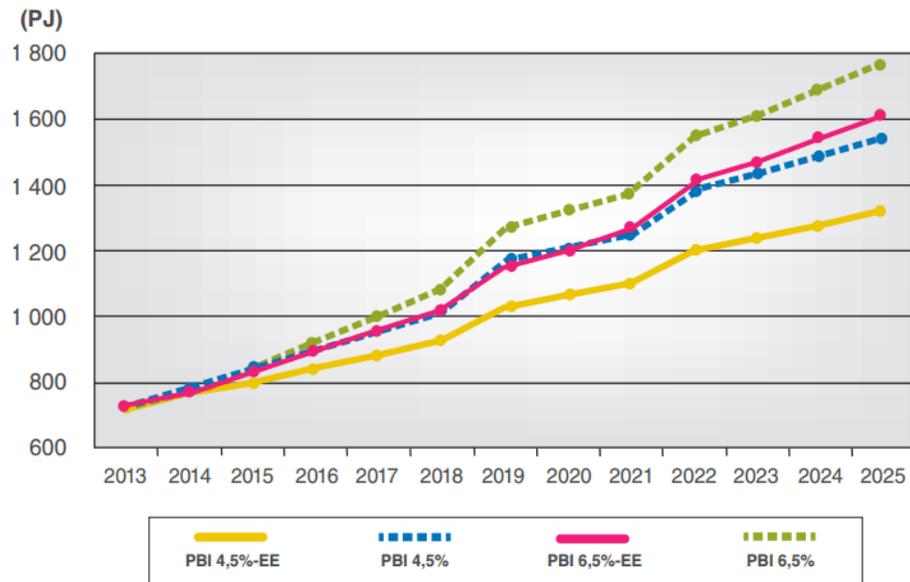
De acuerdo a lo señalado en este Plan, el Ministerio de Energía y Minas-MINEM, estima que en el próximo periodo del 2014-2025, se espera que el consumo final de energía continúe creciendo en función al desarrollo de la economía interna, el aumento de la población urbana y la ampliación de la cobertura energética, a pesar de la aplicación de medidas de uso eficiente de la energía (EE) en los sectores residencial, servicios, industrial y transporte. Sin embargo, **la dependencia a los combustibles fósiles seguirá siendo determinante**, y la contribución de los hidrocarburos líquidos y gaseosos en la matriz energética alcanzará el 76%, ligeramente menor a la actual contribución que alcanza el 80%. (Negrita y subrayado nuestro).

Por su parte, el gas natural, la electricidad, el gas licuado de petróleo - GLP y el diésel, serán los recursos energéticos con mayor participación en la estructura del consumo final de energía. Los energéticos con mayor tasa de penetración serán el gas natural y el GLP, mientras que el petróleo residual y los derivados de la biomasa (leña, bosta y yareta) tendrán menor participación, debido a su reemplazo en los mercados residenciales e industriales. Asimismo, la contribución de las energías renovables no convencionales

¹⁰ Elaborado por la Dirección General de Eficiencia Energética, Ministerio de Energía y Minas, Noviembre 2014.

(solar, eólica, geotermia) aún será pequeña; sin embargo, las energías renovables convencionales (hidroelectricidad) continuarán con una participación alta.

Gráfico N° 1. Proyección del Consumo Final de Energía (TJ)

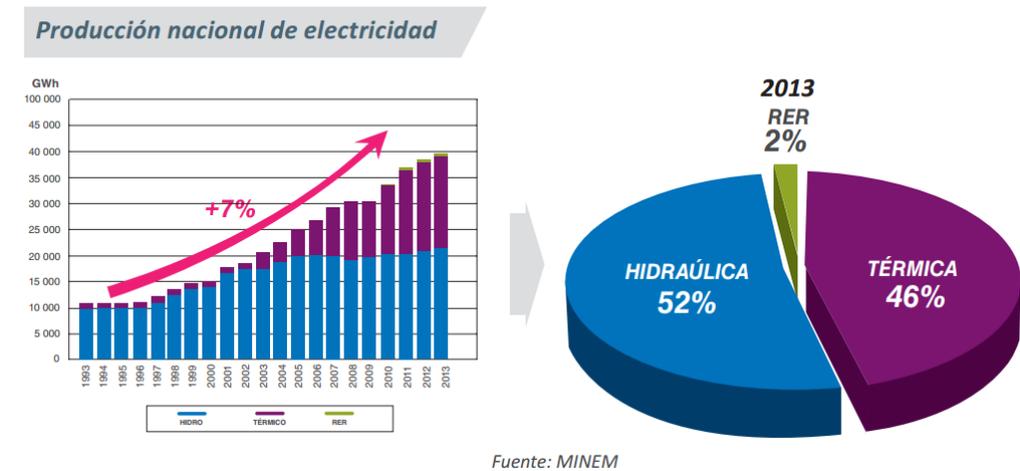


EE: proyección del consumo final de energía con medidas de eficiencia energética.

Fuente: MINEM

No obstante de lo señalado, parte de este Plan contempla el desarrollo y uso de fuentes de Energías Renovables, señalando que en ámbito eléctrico, más allá de las centrales de generación renovables convencionales (hidroeléctricas) que vienen operando en el país hace muchos años, se continuará con la promoción de las energías renovables no convencionales, entre ellos la energía eólica, solar, minihidros, etcétera. La región latinoamericana es abundante en potencial de energías renovables y se constituye actualmente como la región del planeta con mayor participación de las fuentes convencionales. Su evolución en el tiempo ha registrado niveles de participación de más de 90% en la producción de electricidad en años anteriores, según se explica en el siguiente gráfico:

Gráfico N° 2. Producción de Electricidad por Fuente



El MINEM indica que, las energías renovables no convencionales se han desarrollado con subastas realizadas por tipo de tecnologías y estas han logrado alcanzar 746 MW, conforme al detalle que se presenta en el siguiente cuadro:

Cuadro N° 1. Desarrollo de los Recursos Energéticos Renovables-RER

Tecnología	Potencia (MW)
Hidroeléctricas < 20 MW	391
Eólicas	232
Solares	96
Otros	27
Total	746

Fuente: MINEM

Adicionalmente, se culminó la subasta de 500 mil sistemas fotovoltaicos offgrid equivalentes a 50 MW de capacidad que se instalarán en las áreas rurales del país.

La oferta de energías renovables constará principalmente de la subasta de 1 200 MW de centrales hidroeléctricas para los años 2020-2021. Con relación a las RER se estima alcanzar el 5% previsto en la ley para las tecnologías no hidroeléctricas. Entre los proyectos a considerar están los sistemas híbridos (diésel/fotovoltaicos) en zonas aisladas, fotovoltaicos, eólicos y biomasa para los sistemas aislados e interconectado nacional. Se

estima alcanzar en el corto plazo no menos de 200 MW adicionales de nueva generación renovable no convencional. Estas medidas nos ayudarán a contar con una participación mayor al 60% de energías renovables en la matriz de producción eléctrica.

Respecto del **Cambio Climático**, en este documento se estima que en el 2025 las emisiones de Gases de Efecto Invernadero generadas por el consumo final de la energía en los diferentes sectores, fluctuaría entre 81 mil y 92 mil Giga Gramo de dióxido de carbono equivalente (Gg de CO₂ eq), valores inferiores entre 15 % y 10%, respectivamente, a lo que habría resultado sin la aplicación de medidas de eficiencia energética en los sectores residencial, servicios, industria y transporte.

De otro lado, en el año 2025 las emisiones generadas por el proceso de transformación de la energía fluctuarían entre 41 mil y 51 mil Gg de CO₂ eq.

Desde la perspectiva del sector energético, se considera que las medidas aplicadas para lograr las reducciones de emisiones se intensificarán en la década siguiente y sin duda incorporarán:

- Incremento en las inversiones para intensificar la exploración de recursos energéticos y el desarrollo de infraestructuras de producción y transporte.
- Eficiencia en el uso de la energía en general y de la electricidad en particular.
- Aumento de la eficiencia en el sector residencial, industrial y transporte vehicular principalmente.

CAPITULO III

DESARROLLO DE LA ENERGÍA EÓLICA EN EL PERÚ

1. Antecedentes

Los efectos del calentamiento global; así como, el aumento constante de los precios de los combustibles fósiles, tradicionalmente utilizados en la industria y en el transporte, han incentivado la búsqueda de la ansiada diversificación de la matriz energética.

Dentro de la gama de energías limpias encontramos a la energía eólica, fuente energética con mayor crecimiento debido a la cada vez mayor capacidad tecnológica y a la presencia de vientos suficientemente fuertes en varias partes del orbe para desarrollar esta empresa.

Debido a su ubicación geográfica, a su diversidad climática y topográfica, el Perú cuenta con gran potencial recursos renovables, los cuales con el correcto estudio y desarrollo podrían llegar a satisfacer la demanda energética interna y externa.

En ese sentido, resulta importante resaltar dos datos muy importantes el primero que conforme la Organización Mundial de Meteorología, el Perú posee 28 climas oficiales apropiados para la generación de energía; y, el segundo, que en algunos sectores de la costa y valles interandinos del Perú se han registrado vientos cercanos a los 7 metros por segundo, lo cual nos permitiría hablar sobre proyectos eólicos viables.

Las principales zonas de relevancia eólica se encuentran en Ancash (Chimbote); Arequipa (Punta Atico); Ica (San Juan de Marcona, Laguna Grande y Paracas); La Libertad (Malabrigo y Trujillo); Lambayeque (Chiclayo); Moquegua (El Ayro y Punta de Coles); y, Piura (Yasila, Paita y Talara).¹¹

TABLA N° 1. POTENCIAL ENERGÉTICO DEL VIENTO EN EL PERÚ

NOMBRE	DEPARTAMENTO	ALTITUD [MSNM]	VELOCIDA	ENERGÍA
			D MEDIA [M / S]	PRODUCIBLE [KWH / AÑO]
TUMBES	TUMBES	25	2,6	252
TALARA	PIURA	50	8,5	4993
PIURA	PIURA	46	4,0	642
CHICLAYO	LAMBAYEQUE	27	5,1	1281
TRUJILLO	LA LIBERTAD	33	5,0	1243
CHIMBOTE	ANCASH	11	5,5	1157
AEROPUERTO	LIMA	13	3,4	507
LAGUNA GRANDE	ICA	10	6,5	2465
MARCOTA	ICA	31	6,4	2329
PTA. ATICO	AREQUIPA	20	6,7	2701
PTA. DE COLES	MOQUEGUA	50	5,0	1223
TACNA	TACNA	452	2,5	363

FUENTE: CENERGIA (2006)

En la actualidad, se encuentran en operación proyectos en La Libertad, Ica y Moquegua; además de otros en fases iniciales.

2. Marco normativo relacionado con la promoción de energías renovables

2.1 Decreto Legislativo N° 1002 – «Ley de Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el Uso de Energía Renovables», publicado en el Diario “El Peruano” el 02 de Mayo de 2008.

¹¹ ELECTROPERU, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) y Corporación Peruana de Aeropuertos y Aviación Comercial (CORPAC) han realizado las principales mediciones sobre el potencial eólico con fines energéticos. Otras instituciones como Instituto de Investigación Tecnológica y de Normas Técnicas (ITINTEC) y la Cooperación Técnica Alemana (GTZ) han realizado evaluaciones para aplicaciones de bombeo eólico en Piura y Lambayeque.

Esta norma establece un porcentaje de participación exclusiva o cuota de Recursos Energéticos Renovables (energía solar, eólica, mareomotriz, geotérmica, biomasa e hidráulica cuando su capacidad instalada no supere los 20 MW) dentro del consumo nacional ascendente al 5%, a través de una subasta para la asignación de primas.

2.2 DS. 050-2008-EM – «Reglamento de la Generación de Electricidad con Energías Renovables

Mediante esta norma reglamentaria se establece la fórmula para la asignación de primas de energía que serán puestas en subasta (la cual se determina multiplicando el porcentaje objetivo de generación RER por el Consumo Nacional de Electricidad menos la producción real de energía RER del año previo proveniente de generadores adjudicatarios, excluyendo la producción de energía de las centrales hidroeléctricas no mayores a 20 MW).

2.3 Decreto Supremo N° 024-2013-EM: Modifican el Reglamento de la Ley de Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables y el Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas

De acuerdo al análisis realizado por el Estudio de Abogados Payet, Rey, Cauvi, estas modificaciones al Reglamento de la Ley de Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables, son significativas, teniendo en cuenta lo siguiente:

1. Modificación en las fechas de vigencia de la tarifa de adjudicación y de la puesta de operación comercial de los proyectos que participen en la Subasta convocada por OSINERGMIN

El Organismo Supervisor de Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN), entidad reguladora en el sector energía, convocará a las empresas con proyectos de generación eléctrica mediante recursos energéticos renovables (“RER”) a participar en procesos de subastas a fin de celebrar contratos de suministro de electricidad y otorgarles beneficios tarifarios por la energía suministrada.

Como consecuencia del desarrollo de la Subasta, los adjudicatarios suscribirán un contrato de suministro con un plazo de veinte (20) años y se les ofrecerá un ingreso mínimo anual por la energía colocada en el SEIN y vendida en el mercado spot, el cual se denomina bajo los alcances del marco regulatorio aplicable como Tarifa de Adjudicación. Debe precisarse que la Tarifa de Adjudicación tiene carácter firme y se preveía su aplicación desde la fecha de puesta en operación comercial del proyecto, hasta el final del transcurso del plazo de veinte (20) años de vigencia señalado previamente.

Bajo los alcances del DS 24-2013 se han incorporado una serie de modificaciones en la determinación del plazo de vigencia de la Tarifa de Adjudicación y los plazos en que deberá ocurrir la puesta en operación de los proyectos que se adjudiquen la buena pro en la Subasta a ser convocada por OSINERGMIN.

Sobre el particular, bajo los alcances del Decreto Supremo N° 12-2011-EM, Reglamento de Generación de Electricidad con Energías Renovables (el “Reglamento”), se regula la Tarifa de Adjudicación, la cual es la tarifa que se le garantiza a las empresas adjudicatarias de la Subasta, por las inyecciones netas de energía hasta el límite de su energía adjudicada. Asimismo, se indicó que la Tarifa de Adjudicación se mantendría vigente durante un periodo de veinte (20) años a partir de la Puesta en Operación Comercial del Proyecto adjudicado.

Según lo indicado en el recientemente publicado DS 24-2013, se modificó el plazo de vigencia de la Tarifa de Adjudicación, al desvincular la determinación de su vigencia a partir de la fecha de la puesta en operación comercial del proyecto. En efecto, el DS 24-2013 ha incorporado en el Reglamento nuevos términos a la lista de Definiciones descritas en el artículo 1 del Reglamento. Los términos definidos que han sido incorporados son los siguientes:

- a) Fecha de Cierre: Fecha en que se cumplen todos los requisitos establecidos en las Bases para la firma del Contrato de Concesión para el Suministro de Energía

Renovable al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (“Contrato de Suministro RER”) y conclusión de la Subasta.

- b) Fecha de Término del Contrato: Fecha máxima establecida en las Bases, hasta la cual el adjudicatario percibirá la Tarifa de Adjudicación. Esta fecha no está sujeta a modificación.
- c) Fecha Real de Puesta en Operación Comercial: Fecha en que se produzca la puesta en operación comercial de cada central, según lo establecido por el COES en sus procedimientos. La puesta en operación comercial no podrá exceder en dos (2) años de la fecha referencial de puesta en operación comercial, caso contrario el Contrato de Suministro RER quedará automáticamente resuelto y se ejecutará la Garantía de Fiel Cumplimiento.
- d) Fecha Referencial de Puesta en Operación Comercial: Fecha fijada en las Bases de la Subasta, considerando veinte (20) años hasta la Fecha de Término del Contrato.

Asimismo, en función a los términos definidos incluidos se han efectuado modificaciones a algunos artículos del Reglamento. La finalidad de tales modificaciones es adecuar el Reglamento a las nuevas restricciones previstas respecto a la puesta en operación comercial de los proyectos y la vigencia de la Tarifa de Adjudicación.

En consecuencia, los nuevos proyectos que se adjudiquen el cargo por prima en la siguiente Subasta que sea convocada por OSINERGMIN quedarán sujetos a las nuevas restricciones, según las cuales la fecha de culminación de la vigencia del Contrato de Suministro RER será establecida por este Organismo regulador.

Asimismo, OSINERGMIN indicará la Fecha Referencial de Puesta en Operación Comercial del proyecto.

Sin perjuicio de ello, pese a que se mantendrá la vigencia de veinte (20) años del Contrato de Suministro RER y del pago del cargo por prima, debe considerarse que este plazo empezará a contarse desde la Fecha Referencial de Puesta en Operación

Comercial, la cual culminará en la Fecha de Terminación del Contrato. Ello implica que el plazo de vigencia de la Tarifa de Adjudicación se encontrará vigente aún cuando la operación real de la central se inicie con posterioridad a la Fecha Referencial de Puesta en Operación Comercial.

En caso se produzca algún retraso en la puesta de operación comercial del proyecto adjudicado, debe considerarse que si bien es posible modificar la fecha de inicio de operación comercial a fin de fijar la Fecha Real de Puesta en Operación Comercial (según los nuevos términos definidos recogidos en el DS 24-2013), dicha modificación no podrá exceder en dos (2) años a la Fecha Referencial de Puesta en Operación Comercial, caso contrario el Contrato de Suministro RER quedará resuelto de pleno derecho y, adicionalmente a ello, se ejecutará automáticamente la Garantía de Fiel Cumplimiento.

Sin perjuicio de lo señalado, cualquier retraso en la puesta en operación comercial no generará una modificación en la fecha prevista para el inicio del plazo de vigencia de la Tarifa de Adjudicación. En consecuencia, de no entrar en operación en la Fecha Referencial de Puesta en Operación Comercial, la empresa adjudicataria no percibirá remuneración alguna por el cargo por prima, no pudiendo exigir posteriormente que se reembolse el pago no percibido. A efectos de recibir el cargo por prima durante los veinte (20) años de vigencia del Contrato de Suministro RER, todos los proyectos deberán iniciar su operación comercial en la fecha que las Bases de la Subasta lo prevea.

2. Modificación de la determinación de la potencia firme de las centrales eólicas, solares o mareomotrices

Se ha modificado el artículo 110 del Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas a efectos de indicar que la potencia firme de las centrales RER que utilizan tecnología eólica, solar o mareomotriz será determinada por el COES, según el procedimiento que corresponda aplicar.

Debe indicarse que de manera previa a la modificación introducida por el DS 24-2013, la potencia firme de este tipo de centrales se había establecido como equivalente a cero (0), por lo que los adjudicatarios de proyectos eólicos y solares no recibían remuneración por potencia. Sin embargo, a partir de esta modificación, una vez que el COES determine la potencia firme de dichas instalaciones, los generadores eólicos y solares podrán beneficiarse del pago por potencia firme que corresponda.

Por otro lado, otra de las restricciones derivadas del establecimiento de una potencia firme equivalente a cero (0) se encuentra vinculada a la posibilidad de poder vender energía en el mercado de usuarios libres. Esta última restricción se encontraba vinculada con una interpretación efectuada por el Ministerio de Energía y Minas sobre el artículo 3 de la Ley 28832, según la cual ningún generador podía contratar más potencia y energía que la contratada con terceros, concluyendo que en todos los contratos de suministro se debía vender tanto energía como potencia. En ese sentido, al contar los generadores eólicos y solares con una potencia equivalente a cero (0), sólo les era posible poder vender la energía producida directamente al sistema y no a usuarios libres bajo contratos, viéndose obligados a contratar potencia de otros generadores para respaldar las obligaciones contractuales que asumiera frente a usuario libre.

Consecuentemente, con la modificación incorporada, se levanta dicha restricción debido a que se establecerá la potencia firme con la que cuentan las centrales eólicas y solares en operación, pudiendo pactar así la venta de energía y potencia en los contratos que suscriban.

3. Posibilidad de modificar el Ingreso por Energía

Con las modificaciones incorporadas por el DS 24-2013, se ha establecido un nuevo plazo para solicitar la reducción de la Energía Adjudicada cuando el promedio anual de inyecciones netas de energía de una central de generación RER sea inferior a su Energía Adjudicada. Así, se ha establecido que el adjudicatario podrá solicitar tal

variación a partir del segundo año de la puesta en operación comercial. Cabe precisar que dicha modificación sólo puede ser solicitada por única vez.

3. Principales Proyectos de Energía Eólica

3.1 Central Eólica San Juan de Marcona (Ica)

Según los agentes del mercado eólico en el Perú, para instalar un sistema generador de energía eólica los vientos deben de superar el promedio de 5 m/s. La Central Eólica San Juan de Marcona (Ica) —promedio de 9.12 m/s a 40 metros de altura—, se puede resaltar como la más importante porque posee características para la viabilidad de un desarrollo masivo, suministra electricidad a una población aproximada a 3,000 habitantes (alrededor de 700 W por vivienda).

Cuadro N° 2. Central Eólica San Juan de Marcona (Operando)

DENOMINACIÓN	CENTRAL EÓLICA PARQUE EÓLICO MARCONA
EMPRESA CONCESIONARIA	PARQUE EÓLICO MARCONA S.R.L. (COBRA PERÚ)
TECNOLOGÍA	Energía Eólica
UBICACIÓN Departamento Provincia Distrito Altitud	Ica Marcona Marcona 200 msnm
DATOS TÉCNICOS Potencia Instalada Punto de Oferta Cantidad de Aerogeneradores Modelo de Aerogeneradores Potencia de Aerogenerador	32 MW Barra Marcona 220 kV 11 8 - SWT-3,15-108 y 3-SWT 2,3-108 8 x 3,15 MW + 3 x 2,3 MW
TRANSFORMADORES Cantidad de Transformadores Potencia Tensión	11 2,6 MVA y 3,4 MVA. 0,69 kV/20 kV
DATOS DE CONTRATO Firma de Contrato Puesta en Operación (POC) Energía Anual Ofertada Precio de la Energía Ofertado	31.03. 2010 25.04.2014 148 378 MWh 6,552 ctvs. US\$/kWh
INFORMACIÓN RELEVANTE	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ El proyecto contempló la instalación de 11 Aerogeneradores (8 x 3,15 MW + 3 x 2,3 MW). ▪ Los 11 Aerogeneradores tienen una tensión de generación de 0,69 kV. Se agrupan en 3 bloques, interconectados entre sí. Luego, cada uno de estos bloques se conecta a la S.E. de la Central Eólica en el nivel de 20 kV. En la S.E. se instaló un transformador 20/220 kV (35 MVA), el cual se conecta a la S.E. Marcona existente. ▪ El 13.08.2012, mediante R.S. N° 097-2012-EM, se otorgó la Concesión Definitiva de Generación y el 31.10.2012, mediante R.S. N° 104-2012-EM se otorgó la Concesión Definitiva de Transmisión. ▪ La potencia generada se inyecta al SEIN mediante una L.T. de 31 km en 220 kV que conecta la S.E. Central Parque Eólico Marcona con la S.E. Marcona existente. ▪ Con carta COES/D/DP-105-2014 del 27.01.2014 se aprobó el estudio de operatividad del Parque Eólico Marcona y su Línea de Transmisión. ▪ La R.M. N° 301-2013-MEM aprobó la modificación de la Puesta en Operación Comercial para el 21.03.2014. ▪ Con Carta COES/D/DP-530-2014 del 23.04.2014 se aprueba la Operación Comercial del Parque Eólico Marcona desde las 00:00 horas del día 25.04.2014. ▪ La inversión total informada por la concesionaria fue de 61,1 millones US\$. 	



Montaje de Palas



Aerogeneradores instalados



Transformador de 35 MVA – 220 kV

Fuente: OSINERGIM

3.2 Central Eólica de Talara (Piura)

Este proyecto eléctrico consta de grandes molinos de viento y 17 aerogeneradores con una potencia instalada de 30.6 MW que proveerán energía confiable y amigable con el medio ambiente durante 20 años.

Cuadro N° 3. Central Eólica de Talara (Operando)

DENOMINACIÓN	CENTRAL EÓLICA TALARA
EMPRESA CONCESIONARIA	ENERGIA EOLICA S.A.
TECNOLOGÍA	Generación Eólica
UBICACIÓN	
Departamento	Piura
Provincia	Pariñas
Distrito	Talara
Altitud	11 msnm
DATOS TÉCNICOS	
Potencia Instalada	30 MW
Punto de Oferta	S.E. Pariñas
Cantidad de Aerogeneradores	17
Potencia de Aerogenerador	1,8 MW c/u
DATOS DE CONTRATO	
Firma de Contrato	31.03. 2010
Puesta en Operación (POC)	30.08.2014
Energía Anual Ofertada	119 673 MWh
Precio de la Energía Ofertado	8,7 Ctsv. US\$/kWh
INFORMACIÓN RELEVANTE	
<ul style="list-style-type: none"> La central se encuentra ubicada en la costa Peruana, en el departamento de Piura, en la provincia de Pariñas, a una altura de 11 msnm, en la pampa "La Campana" a 10 km de la ciudad de Talara. El área total del campo que alberga los aerogeneradores es de 700 hectáreas. Cuenta con 17 aerogeneradores, modelo V100 de 1,8 MW c/u; formado por 3 palas de 49 metros de longitud c/u y un ángulo de 120° entre ellas. Dentro de cada aerogenerador, se encuentra la caja multiplicadora, el generador eléctrico, el transformador de baja tensión a media tensión y los equipos de control. Cada aerogenerador V100 de 1,8 MW está provisto de un transformador trifásico tipo seco, con refrigeración forzada por aire, ubicado en la parte trasera de la góndola (sus características principales son: potencia primario 2 100 kVA, potencia secundario (690 V) 1900 kVA, potencia secundario (480 V) 200 kVA, frecuencia 60 Hz, tensión primaria 30 kV y tensión secundaria 690/480 V.) La torre metálica que soporta al aerogenerador es de 80 m (3 cuerpos). Cada aerogenerador ocupa un área de 80 m², distanciados a 1,5 veces en diámetro que forman las palas (150 m) y 3 veces del diámetro en paralelo (300 m), distancia que permite evitar el efecto Estela (cola de viento turbulento). La energía generada se inyecta al SEIN a través de la L.T. 220 kV que parte de la S.E. Central Eólica Talara (30/220 kV) y se interconecta a la S.E. Pariñas. La interconexión comprende de un sistema de simple barra en la subestación de la central y una celda en la S.E. Pariñas. El EIA se aprobó mediante R.D. N° 016-2011-MEM/AAE del 19.01.11; asimismo, mediante R.S. N° 033-2011-EM del 26.04.11 se otorgó la Concesión Definitiva de Generación y con R.S. N° 045-2011-EM del 01.06.11 se aprobó la Concesión Definitiva de la L.T. Con carta COES/D/DP-344-2014 del 17.03.2014 se aprobó el Estudio de Operatividad de la C.E. Talara. La Supervisión de la ejecución de la obra estuvo a cargo de "SISENER ING". Las pruebas de comisionamiento se culminaron satisfactoriamente. El 27.08.2014 la C.E. Talara generó 23.3 MW a las 2:30 a.m. Con carta COES/D-643-2014, el COES declara fundado el recurso de reconsideración presentado por la concesionaria, señalando que la POC de la central es el 30.08.2014. La inversión aproximada es de 101 MM US\$ 	



Vista de los aerogeneradores montados



Vista de montaje de polos de seccionador triéscara 220 kV



Segundo Aero Completo (Aero 9)

Fuente: OSINERGIM

3.3 Central Eólica de Cupisnique (La Libertad)

El parque eólico Cupisnique, ubicado en Pacasmayo, departamento de La Libertad, cuenta con una capacidad instalada de 83,15 MW y con 45 aerogeneradores de 1,85 MW Vestas.

Cuadro N° 4. Central Eólica de Cupisnique (Operando)

DENOMINACIÓN	CENTRAL EÓLICA CUPISNIQUE
EMPRESA CONCESIONARIA	ENERGIA EOLICA S.A.
TECNOLOGÍA	Generación Eólica
UBICACIÓN Departamento Provincia Distrito Altitud	La Libertad Pacasmayo Cupisnique 20 msnm
DATOS TÉCNICOS Potencia Instalada Punto de Oferta Cantidad de Aerogeneradores Potencia de Aerogenerador Cantidad de Circuitos de Aerogeneradores Nivel de Tensión de Transformadores Factor de Potencia de Generadores Factor de Planta	80 MW Barra Guadalupe 220 kV 45 x 1,8 MW (3 en reserva) 1,8 MW c/u 6 (4 x 12,6 MW, 1 x 14,4 MW y 1 x 16,9 MW) 0,69/30 kV (2,1 kVA) 0,95 43%
DATOS DE CONTRATO Firma de Contrato Puesta en Operación (POC) Energía Anual Ofertada Precio de la Energía Ofertada	31.03. 2010 30.08.2014 302 952 MWh 8,5 Ctsv. US\$/kWh
INFORMACIÓN RELEVANTE	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ La central se encuentra ubicada en la costa peruana, entre los puertos de Malabrigo y Puémape, en las pampas de Cupisnique. ▪ La central cuenta con 45 Aerogeneradores de 1,8 MW c/u. dispuestos estratégicamente en 6 Celdas de Transformación de 30 kV. ▪ La marca y modelo de los aerogeneradores instalados es VESTAS, modelo V100 de 1,8 MW, el cual posee un rotor a barlovento equipado con tres palas a 120° entre ellas. ▪ Dentro de cada aerogenerador, se encuentran la caja multiplicadora, el generador eléctrico, el transformador de baja tensión a media tensión y los equipos de control. ▪ Cada aerogenerador V100 de 1,8 MW está provisto de un transformador trifásico tipo seco, con refrigeración forzada por aire, ubicado en la parte trasera de la góndola (sus características principales son: potencia primario 2 100 kVA, potencia secundario (690 V) 1900 kVA, potencia secundario (480 V) 200 kVA, frecuencia 60 Hz, tensión primaria 30 kV y tensión secundaria 690/480 V.) ▪ Cada aerogenerador V100 de 1,8 MW está provisto de un transformador trifásico tipo seco, con refrigeración forzada por aire, ubicado en la parte trasera de la góndola (sus características principales son: potencia primario 2 100 kVA, potencia secundario (690 V) 1900 kVA, potencia secundario (480 V) 200 kVA, frecuencia 60 Hz, tensión primaria 30 kV y tensión secundaria 690/480 V.) ▪ La torre metálica que soporta al aerogenerador es de 80 m (3 cuerpos). ▪ La torre metálica que soporta al aerogenerador es de 80 m (3 cuerpos). ▪ El EIA se aprobó mediante R.D. N° 008-2011-MEM/AAE del 07.01.11. ▪ Mediante R.S. N° 029- 2011-EM del 15.04.11 se otorgó Concesión Definitiva de Generación. ▪ Con Carta COES/D/DP-343-2014 del 17.03.2014 se aprobó el Estudio de Operatividad de la C.E. Cupisnique. ▪ Las pruebas de comisionamiento se culminaron satisfactoriamente. ▪ Con carta COES/D-644-2014, el COES declara fundado el recurso de reconsideración presentado por la concesionaria, señalando que la POC de la central es el 30.08.2014. ▪ La inversión aproximada es de 242 MM US\$ 	



Vista de los Aerogeneradores montados



Montaje concluido del Aerogenerador



Pruebas Eléctricas al seccionador de Línea

Fuente: OSINERGIM

3.4 Nuevos Proyectos Aprobados

En febrero de 2016, OSINERGMIN informó que trece (13) proyectos ganaron la licitación para generar electricidad empleando recursos **energéticos renovables** como el sol, el viento, los residuos sólidos urbanos y el agua.

Estos proyectos aportarán al sistema eléctrico 1.739,2 GWh/año, lo que implica el 99,38% de la energía solicitada y a un precio inferior al máximo establecido por Osinergmin.

Osinergmin destacó que los precios adjudicados de los proyectos eólicos y solares fotovoltaicos son los más bajos de los últimos años a nivel latinoamericano.

Los proyectos ganadores estarán ubicados en los departamentos de Áncash, Cajamarca, Ica, Lima, Moquegua y San Martín. La fecha referencial de puesta en operación comercial es diciembre de 2018.

4. **Beneficios de la utilización de la Energía Eólica**

A pesar de que a opinión de algunos expertos probablemente el potencial eólico no aprovechado en el litoral peruano es de 65,152 MW, se espera que la energía eólica interconectada a la red pública de energía nacional, cubra la demanda de las poblaciones que se encuentren en el límite de éstas y que posean vientos dentro de promedio.

La rentabilidad de los proyectos se verán reflejados en cuando el Estado reglamente un sistema tarifario de las energías renovables no convencionales y beneficios a los operadores intervinientes, mediante los “Bonos de Carbono”¹² (venta de toneladas de CO2 evitados); por lo que, se debe perfeccionar el Marco Legal a fin de abrir paso a los inversionistas interesados en desarrollar y comercializar esta fuente de energía.

En el Perú, la energía eólica se usa para fines como electricidad en el sector rural (domiciliario, agricultura, ganadería), electricidad para estaciones científicas en zonas

12 A nivel internacional, existe un futuro mercado de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y los proyectos eólicos serán beneficiados, los ingresos por este concepto, contribuirá a la rentabilidad de los proyectos. Las condiciones actuales para reducir las emisiones del CO2, es la generación de certificados, actualmente los precios varían entre US\$3.0 a US\$ 10.0 por cada tonelada de CO2 evitados.

aisladas, telecomunicaciones por microondas, pequeña industria, energía mecánica (bombeo de agua) e interconexión a la red. El bombeo eólico es usado desde principios del siglo XX, existiendo una amplia experiencia en este campo. Existe una demanda en el sector rural, sobre todo para la aplicación de la energía eólica en baja potencia (hasta 1 KW). Sin embargo, la energía eólica interconectada a la red eléctrica nacional está tomando importancia y ya existen dos empresas que están realizando mediciones locales de viento, a efectos de evaluar la factibilidad de instalar bosques eólicos.

Los primeros aerogeneradores de pequeña potencia (hasta 1 KW) fueron instalados en el año 1993. Hasta el momento existen alrededor de 50 aerogeneradores.

En cuanto a los equipos de gran potencia (más de 1KW), como se ha mostrado en los párrafos precedentes, existen actualmente dos: la central eólica de Malabrigo y la central eólica de San Juan de Marcona. El sector agrario utiliza las aerobombas en su mayoría, el sector público posee algunos aerogeneradores, así como el sector privado, pero donde está el mayor potencial es en la generación de gran potencia interconectada a la red nacional.

Los usos más representativos del consumo de energía eólica lo constituyen el bombeo de agua para parcelas agrícolas y la iluminación de domicilios y cercos perimétricos.

Por otro lado se evidencia que los sectores con más demanda de esta energía lo representan el sector agropecuario (bombeo): 38.6%, el comercial (mediante los dos aerogeneradores interconectados a la red): 59.74%, el rural (iluminación, aparatos menores, bombeo de agua. Este sector también consume energía eólica interconectada a la red): 1.66% y público: 0,0002%.

5. Limitaciones para el desarrollo de los proyectos y acciones a realizar

5.1. Costos de implementación y producción

La tecnología aún es primaria debido a sus altos costos; sin embargo, los resultados de la evaluación servirán para determinar los futuros niveles tarifarios. En general, la operatividad de los parques eólicos tienen una estructura tal que puede ser resumida en dos: la operación y mantenimiento, 72% alrededor del trabajo técnico; y, 28% en

soporte administrativo. En la actualidad se estiman pérdidas en los proyectos de San Juan de Marcona y Malabrigo, para que los proyectos sean rentables se hace necesario tarifas superiores a las actuales.

Las tarifas actuales (de alrededor de 0.03 US\$ / kWh) aún no hacen viable este tipo de proyectos. Por tal motivo es necesario contar con algún incentivo o subsidio que favorezca la inversión en estos proyectos. Es importante mencionar la experiencia europea que otorga precios superiores a aquellos generadores que produzcan energía con viento, motivo por el cual Alemania posee más de 17,000 MW de potencia instalada en proyectos eólicos y España tenga alrededor de 6,000 MW.

En el 2004, el consumo de energía por habitante en el Perú fue de 17,99 TJ por cada mil habitantes (TJ/103 Hab).

En función a lo mostrado, es posible apreciar que la intensidad energética del país, se encuentra entre las más bajas de la región, superando sólo a Uruguay. En cuanto al consumo de energía per cápita Perú se encuentra únicamente por delante de Bolivia (MEM, 2004).

Según el Censo Nacional de Población y Vivienda de 1993, el 56.80% de la población nacional contaba con servicio eléctrico. En ese año, el 79.90% de la población urbana y el 7.99% de la población rural tenían acceso a la electricidad. Al año 2002, el nivel de electrificación a escala nacional ascendió a 75.30% (Dirección General de Electricidad, 2006), pero aún se refleja un déficit de oferta en las zonas rurales y urbano-marginales.

El 23.40% de la población total y el 66% en las zonas rurales y aisladas, carecen de servicios de electricidad (Miranda, 2006). Este último porcentaje demanda la satisfacción de esta necesidad básica, representando el público objetivo de las energías solar y eólica. Además, existe un público objetivo de energía solar térmica (calentadores solares de agua) entre la población urbana y urbano-marginal, así como en el sector agrícola (secadores solares de productos), sobre todo en zonas de gran potencial solar. En el sub-sector electricidad se promueve la participación de

empresas privadas en la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Esta participación se está logrando en los mercados relativamente desarrollados.

En las zonas rurales y de frontera del Perú, aún no están dadas las condiciones técnicas y económicas debidas a su lejanía, el aislamiento y la poca accesibilidad que son características de estas localidades. Este mercado objetivo es de bajo poder adquisitivo, con una demanda eléctrica reducida y con cargas dispersas que impiden las economías de escala. Esta situación determina una baja rentabilidad privada, aunque sí una alta rentabilidad social para los proyectos de electrificación, en función de inversión y costos de operación y mantenimiento, lo cual motiva que no sean atractivos a la inversión privada y requieran de la participación activa del Estado.

5.2. Problemática del aprovechamiento de la energía eólica

El 70% de la inversión en un proyecto eólico radica principalmente en el coste del aerogenerador (AEE, 2006) por tanto, si bien es cierto el Perú cuenta con el potencial natural para su desarrollo, aún no se ha desarrollado la tecnología para la fabricación de los componentes de un aerogenerador, la gestión de una operación y la inclusión en la matriz energética actual. Se han venido empleando aerogeneradores a partir del año 1920 en versiones artesanales. Actualmente se comercializan con diámetros de rotor de 1.5 a 5 metros, y a precios que varían entre los US\$ 1,000 y los US\$ 2,500, empleándose por lo general para regar entre un cuarto y una hectárea de terreno. En este caso sólo se pueden instalar en zonas que, además del recurso eólico, cuenten con fuentes de agua disponibles.

Los aerogeneradores para cargar baterías, se comercializan en el Perú en potencias de 100 W, tienen diámetros inferiores a los 3 metros, y cuestan aproximadamente US\$ 400. En la actualidad, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC) viene co-financiando un proyecto para desarrollar un prototipo de 500 W. Estos equipos tienen un costo unitario muy elevado debido a la necesidad de trabajar con baterías de acumuladores para almacenar la energía. Se emplean en zonas aisladas donde no hay otra fuente de energía eléctrica disponible.

Por tanto, el desarrollo tecnológico en el Perú es muy poco y está en función a las capacidades técnica del personal y representa uno de los principales problemas que se debe analizar.

5.3. Oferta de la energía eólica

Para la elaboración de la oferta ha sido tomado como referencia el Plan de Electrificación Rural (PER) del Ministerio de Energía y Minas. Dentro de este plan se contemplan inversiones en equipos de generación eólica hasta el 2012. Respecto a los agentes de mercado podemos decir que no tendrán una participación significativa, pues el mercado cada vez es más limitado para competir con equipos de generación eólica de gran potencia. Entonces, la oferta en energía eólica en áreas rurales y aisladas quedará determinada por los proyectos que se implementen en el Plan de Electrificación Rural 2003 – 2012 del MEM-DEP.

El Ministerio de Energía y Minas, a través de la dirección ejecutiva de proyectos, desde agosto de 1993, asumió el compromiso de ampliar la frontera eléctrica a nivel nacional, llevando a los pueblos del interior del país, de manera prioritaria, el acceso a la energía como un medio para acelerar su desarrollo y mejorar su calidad de vida; a partir del año 2012 al 2020 es fundamental la participación de la cooperación internacional, así mismo la mayor participación de los agentes de mercado para la distribución de equipos de baja potencia (1 KW). En cuanto a la energía eólica interconectada a la red, ésta se desarrollará siempre y cuando se llegue a tener un marco legal como un mercado para incentivar la inversión privada (CENERGIA, 2006).

La energía eólica de pequeña potencia no se ha desarrollado en los últimos veinte años, debido a una serie de barreras, entre las cuales se encuentran la falta de promoción, la poca tecnología, la falta de recursos humanos capacitados, entre otros.

Lo mismo sucede con la energía eólica interconectada a la red, donde la falta de legislación y normatividad, lo que hace que proyectos factibles sean postergados o dejados de lado por inversionistas. Hace 40 años, existían pocos fabricantes de

molinos de viento para bombeo de agua. Sin embargo, su utilidad en el sur de país hizo que en la zona de Arequipa se utilicen mucho estos equipos. Hasta el momento, los fabricantes son artesanales y no se han formalizado. Como ha sido mencionado, actualmente, existe un solo fabricante conocido de aerogeneradores (Waira), motivo por el cual se importando equipos de grandes compañías. La distribución de la capacidad instalada se presenta en la Tabla 20.

Existen pequeños fabricantes de aerogeneradores con tecnología de imanes permanentes, y aunque esta tecnología es de punta y se necesitan profundos conocimientos e investigación, estos fabricantes tampoco son formales.

Los sectores más representativos identificados son el sector comercial con un 70,31% de la capacidad instalada, el mismo que responde a la existencia de las centrales eólicas de Malabrigo y Marcona; y el sector agropecuario con 27.63 %, debido a los aerogeneradores de baja potencia.

La participación más representativa de esta energía, en el uso artefactos eléctricos con 71%.

Si se llegaran a instalar bosques eólicos en Marcona, Paita y Malabrigo, se crearía en torno a estas instalaciones todo un mercado. Se concentrarían proveedores y técnicos en las zonas de influencia, y se generaría trabajo. La empresa ABB de Alemania, está realizando desde marzo de 2003, mediciones de viento en la zona de San Juan de Marcona (Ica) también con la finalidad de elaborar un estudio de factibilidad para un bosque eólico de 10 MW.

CAPITULO IV
PRINCIPALES PROYECTOS DE ENERGÍA EÓLICA A NIVEL INTERCACIONAL

A. COMPLEJO EÓLICO GANSU (CHINA):

El Proyecto Gansu Wind Farm, es un complejo de energía eólica que posee 100 parques eólicos al noreste de China, en una zona desértica. Una vez concluida la puesta en marcha de todos los aerogeneradores a finales del 2020, se transformará en la mayor planta de energía eólica del mundo con una gran capacidad de 20.000 megavatios.

Este gran proyecto comenzó en el 2009 logrando alcanzar los 3.800 megavatios, el cual se basó en 18 parques de 200 megavatios y otros 2 de 100 megavatios. Actualmente se encuentran en actividad un total de 7.965 MW que genera 90.000 GWH.

Imagen N° 5.



B. CENTRO DE ENERGIA EÓLICA ALTA – CALIFORNIA (EEUU)

El Centro de Energía Eólica Alta (AWEC), también conocido como parque eólico de Mojave, está situado en Tehachapi, (Condado de Kern), en California, Estados Unidos, y cuenta con una capacidad operativa de 1.547 MW. El parque eólico terrestre fue inicialmente desarrollado por Oak Creek Energy Systems bajo el contrato con Terra-Gen, pero es operado por los ingenieros de Terra-Gen Power. La producción se destina íntegramente a Southern California Edison bajo la modalidad de un contrato de compra de energía a un plazo de 25 años. Las primeras cinco unidades de AWEC fueron terminadas en 2011, instalándose dos unidades adicionales al año siguiente. La primera unidad estaba formada por 100 turbinas GE 1.5-MW SLE, mientras que las otras seis unidades operativas fueron instaladas con turbinas Vestas V90-3.0MW. A partir de 2013 se iniciaron las fases para implementar otras cuatro unidades más a AWEC, siendo la octava y novena unidad integradas por aerogeneradores de Vestas, mientras que las dos últimas unidades han sido instaladas con turbinas GE 1.7-MW y GE 2.85-MW de General Electric. Cuando se combinen, las 11 unidades del parque eólico estarán formadas por 586 turbinas en total.

Imagen N° 6.



C. PARQUE EÓLICO MUPPANDAL – TAMIL NADU (INDIA)

Se encuentra ubicado en una región montañosa abierta a las ráfagas de viento del Mar Árabe a través de puertos de montaña. El pueblo había sido seleccionado como el escaparate del programa de energías limpias de la India, dotado con 2.000 millones de dólares que proporciona a las empresas extranjeras incentivos fiscales para el establecimiento de parques eólicos. El parque tiene una potencia instalada de 1.500 MW y su capacidad de generación prevista para 2020 es de 26.200 MWH. La idoneidad de Muppandal como un sitio para los parques eólicos se debe a su ubicación geográfica, ya que tiene acceso a los vientos monzones estacionales. Ahora hay más sitios identificados para molinos de viento en esta zona (y alrededores Muppandal) y la capacidad de generación de energía eólica se estima en alrededor de 1.500 MW, que es aproximadamente el 20% de la capacidad de la India.

Imagen N° 7.



D. PARQUE EÓLICO JAISALMER – RAJASTHAN (INDIA)

El parque eólico de Jaisalmer es el segundo mayor parque eólico onshore operativo de la India. El proyecto está ubicado en el distrito de Jaisalmer, en Rajasthan. El proyecto, desarrollado por Suzlon Energy, se inició en agosto de 2001 y en él se puede contemplar la cartera eólica completa de Suzlon que va desde el modelo 350 kW más reciente al S9X, de 2,1 MW de serie. Su capacidad instalada es de 1.064 MW, lo que lo convierte en el cuarto mayor parque eólico onshore de los que están operativos en el mundo.

Imagen N° 8.



E. PARQUE EÓLICO SHEPHERDS – OREGÓN (EEUU)

El parque Eólico Shepherds Flat situado cerca de Arlington, al este de Oregón, en Estados Unidos, con una capacidad instalada de 845 MW. El proyecto, desarrollado por los ingenieros de Caithness Energy en un área de más de 77 km² entre los condados de Gilliam y Morrow, comenzó a construirse en 2009 con un coste estimado en 2.000 millones de dólares, recibiendo una garantía de préstamo de 1,3 mil millones de dólares del Departamento de Energía de EEUU en octubre de 2010, lo que supuso la mayor financiación jamás llevada a cabo en el mundo para la construcción de un parque eólico. El parque eólico se encuentra en funcionamiento desde septiembre de 2012, el cual lo integran 338 turbinas GE2.5XL, cada una con una capacidad nominal de 2,5 MW cuya energía producida es suministrada a la Southern California Edison para su distribución.

Imagen N° 9.



F. PARQUE EÓLICO ROSCOE – TEXAS (EEUU)

El Parque Eólico Roscoe localizado a 72 kilómetros al suroeste de Abilene en Texas, Estados Unidos, con una capacidad instalada de 781,5 MW, desarrollado por los ingenieros de E.ON Climate & Renewables (EC&R). Su construcción se realizó en cuatro fases entre 2007 y 2009 cubriendo un área de 400 km² de tierras de cultivo y en él se invirtieron más de 1.000 millones de dólares. Concretamente la primera fase incluyó la construcción de 209 turbinas Mitsubishi de 1 MW, en la segunda fase se instalaron 55 turbinas Siemens de 2,3 MW, mientras que la tercera y cuarta fase se integraron 166 turbinas GE de 1,5 MW y 197 turbinas Mitsubishi de 1 MW respectivamente. En total, se instalaron 627 aerogeneradores separados a una distancia de 274 metros, que comenzaron a operar en conjunto a plena capacidad desde octubre de 2009.

Imagen N° 10.



G. CENTRO DE ENERGIA EÓLICA HORSE HOLLOW - TEXAS (EEUU)

El Centro de Energía Eólica Horse Hollow ubicado entre el condado de Taylor y Nolan en Texas, Estados Unidos, cuenta con una capacidad instalada de 735,5 MW y está operado por los ingenieros de NextEra Energy Resources. Las instalaciones fueron construidas en cuatro fases durante 2005 y 2006, siendo los ingenieros de Blattner Energy los responsables de la ingeniería, adquisición y construcción (EPC) para el proyecto. Concretamente en las tres primeras fases del proyecto se instalaron 142 aerogeneradores de 1,5 MW de GE, 130

aerogeneradores de 2,3 MW de Siemens y 149 aerogeneradores de 1,5 MW de GE respectivamente.

Imagen N° 11.



H. PARQUE EÓLICO CAPRICORN RIDGE - TEXAS (EEUU)

El Parque Eólico Capricorn Ridge, situado entre los condados de Sterling y Coke en Texas, Estados Unidos, tiene una capacidad instalada de 662,5 MW y está operado por los ingenieros de NextEra Energy Resources. Su construcción se desarrolló en dos fases, finalizándose la primera en 2007 y la segunda en 2008. El parque eólico cuenta con 342 aerogeneradores de 1,5 MW de GE y 65 aerogeneradores de 2,3 MW de Siemens, que llegan a medir más de 79 metros de altura desde el suelo hasta el centro del buje. Como resultado, el parque eólico puede satisfacer las necesidades eléctricas de más de 220.000 hogares y ahorra más de 920.000 toneladas de emisiones de efecto invernadero.

Imagen N° 12.



I. PARQUE EÓLICO FANTANELE – COGEALAC – DROBUJA (RUMANIA)

El Parque Eólico Fantanele-Cogealac localizado en la provincia de Dobruja en Rumania, con una capacidad instalada de 600 MW. El proyecto se extiende por una superficie de 1.092 hectáreas en campo abierto a tan solo 17 kilómetros al oeste de la costa del Mar Negro. La primera turbina del parque eólico se instaló en junio de 2010, realizándose la conexión a la red de la última turbina en noviembre de 2012, siendo desde entonces el mayor parque eólico terrestre de Europa. Las instalaciones están compuestas por 240 aerogeneradores GE 2.5 XL con un diámetro medio de rotor de 99 metros y una capacidad nominal individual de 2,5 MW que, en conjunto, representan alrededor de una décima parte de la producción total de energía verde en Rumanía.

Imagen N° 13.



J. PARQUE EÓLICO FOWLER RIDGE – INDIANA (EEUU)

El Parque Eólico Fowler Ridge, ubicado en el condado de Benton en Indiana, Estados Unidos, se llevó a cabo en dos fases permitiendo alcanzar una capacidad instalada total de 599,8 MW. La construcción del parque eólico, con una superficie de más de 20.000 hectáreas, fue iniciado en 2008 comenzando finalmente las operaciones desde 2010. Las instalaciones se componen de 182 aerogeneradores Vestas V82-1.65MW, 40 aerogeneradores Clipper C-96 de 2,5 MW y 133 aerogeneradores de 1,5 MW de GE. En

conjunto, el parque eólico puede satisfacer las necesidades de energía de más de 200.000 hogares.

Imagen N° 14.



K. PARQUE EÓLICO SWEETWATER – TEXAS (EEUU)

El Parque Eólico Sweetwater localizado en el condado de Nolan, Texas, Estados Unidos, es actualmente el noveno mayor parque eólico del mundo con una capacidad instalada de **585,3 MW**, el cual fue desarrollado de forma conjunta por los ingenieros de Duke Energy y Infigen Energy.

El parque eólico fue construido en cinco fases. La primera de ellas comenzó sus operaciones comerciales en 2003, mientras que las cuatro fases restantes comenzaron a prestar servicio en 2007. Las instalaciones constan de un total de 392 turbinas, incluyendo 25 aerogeneradores GE de 1,5 MW, 151 aerogeneradores GE SLE de 1,5 MW, 135 aerogeneradores Mitsubishi 1.000A de 1 MW y 81 aerogeneradores Siemens de 2,3 MW.

Imagen N° 15.



L. PARQUE EÓLICO BUFFALO GAP – TEXAS (EEUU)

El Parque **Eólico Buffalo Gap**, situado 30 kilómetros al suroeste de Abilene en Texas, Estados Unidos, con una capacidad instalada de **523,3 MW**, propiedad de la compañía AES Wind Generation. El proyecto se llevó a cabo en tres fases, completándose la primera en 2006 y las dos últimas en 2007 y 2008.

La primera fase del parque eólico constó de 67 aerogeneradores Vestas V-80 de 1,8 MW, mientras que las fases segunda y la tercera integraron 155 aerogeneradores de 1,5 MW de GE y 74 aerogeneradores de 2,3 MW de Siemens respectivamente, contando por tanto con un total de 296 turbinas eólicas.

Imagen N° 16.



M. PARQUE EÓLICO SERRA SANTANA I (BRASIL)

Serra Santana I se encuentra en Lagoa Nova, en la región de Rio Grande do Norte. El proveedor de tecnología para este proyecto es Gamesa, con las turbinas G97. Con este proyecto, Gestamp Wind ha alcanzado una potencia total de más de 420 MW en Brasil. Cabe destacar que, actualmente, Gestamp Wind tiene más de 680 MW en operación.

Imagen N° 17.



N. PARQUE EÓLICO PEDRA DO REINO I (BRASIL)

Pedra do Reino I, se puso en operación en Brasil en el año 2012. Está ubicado en João Câmara en la región de Rio Grande do Norte, y las turbinas destinadas a este proyecto son Vestas V82.

Imagen N° 18.



CONCLUSIONES

El propósito de este trabajo es demostrar la importancia de fomentar el desarrollo de energías renovables, teniendo en cuenta que debe ser un marco que elimine barreras u obstáculos a esta industria energética, en especial el desarrollo de la energía eólica, debido a las características del territorio peruano que permite tener las condiciones óptimas para la implementación de parques eólicos en determinadas regiones del país.

En ese sentido, 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; Decreto Supremo N° 024-2013-EM: Modifican el Reglamento de la Ley de Promoción de la Inversión para la Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables y el Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas.

- ❖ 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.

BIBLIOGRAFÍA

1. BITACORAS.COM, “Los parques eólicos más grandes del planeta”, 18 de febrero de 2014. <http://www.abc.es/tecnologia/redes/20140218/abci-parques-eolicos-grandes-planeta-201402180916.html>
2. GIL GARCÍA, Gregorio (2008), Energías del Siglo XXI: de las energías fósiles a las alternativas, Madrid, Ediciones Mundi - Prensa.
3. MCKINNEY, M.L. and Schoch, R.M., *Environmental Science, Systems and Solutions*. Third edition, University of Tennessee, Knoxville USA 2003.
4. MILLER, G.T., *Living in the Environment: Principles, connections and solutions*. Fourth edition, Brooks/ Cole Publishing Company, Pacific Grove, USA 1999.
5. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (Dirección General de Eficiencia Energética), Plan energético nacional 2014-2025.
6. ROCA, José A., “Los 10 mayores parques eólicos terrestres del mundo”, 20 de octubre de 2015. <http://elperiodicodelaenergia.com/los-10-mayores-parques-eolicos-terrestres-del-mundo/>
7. RODRIGUEZ, Eugenio, “Los 10 mayores parques eólicos del mundo”, 14 de febrero de 2014. <http://www.fierasdelaingenieria.com/los-10-mayores-parques-eolicos-del-mundo/>
8. ROLDÁN VILORIA, José (2008), Fuentes de Energía: Instalaciones eólicas, instalaciones solares térmicas, Madrid, Paraninfo.
9. OSINERGMIN ((Dra. Sofía Amparo Carrasco Baca, especialista de la Gerencia de Operaciones), “Balance de Energía Nacional 2014, desde la perspectiva de supervisor”, Octubre 2015.