

Promoción de la participación pública y privada en proyectos de Energía Renovable y Fortalecimiento de la capacidad de FONAM

Lista de Cuadros y Anexos

Lista de Abreviaciones

Introducción

CAPÍTULO 1	<i>Situación Actual</i>	6
1.1	Sector energético	6
1.2	Energías Renovables (ER)	11
1.2.1	Energía Solar	12
1.2.2	Energía Eólica	12
1.2.3	Energía Hidroeléctrica a pequeña escala (mini – micro)	13
1.2.4	Energía Geotérmica	14
1.2.5	Biomasa	14
1.3	Contexto Legal	15
1.4	Programas y capacidad institucional en Energías Renovables	16
1.5	Barreras para el desarrollo de las Energías Renovables	17
1.5.1	Falta de políticas y marco regulatorio de largo plazo	18
1.5.2	Desconocimiento de las tecnologías de Energías Renovables	18
1.5.3	Falta de información	18
1.5.4	Retorno de Inversión inseguro y típicamente bajo	19
1.5.5	Costos de transacción elevados	19
1.5.6	Mecanismos de mercado y costos iniciales elevados	19
1.5.7	Ausencia de regulaciones técnicas	19
1.5.8	Elevadas tasas de descuento	20
1.5.9	Falta de personal capacitado	20
1.6	Incentivos para el desarrollo de las ER	20
1.7	Objetivos de la misión de consultoría	21
CAPÍTULO 2	<i>Promoción de proyectos en Energías Renovables</i>	23
2.1	Antecedentes	23
2.1.1	Experiencia de inversión en proyectos de Energías Renovables	23
2.2	Creación de mercados para las ER	25
2.3	Energías Renovables orientadas a actividades productivas	25
2.3.1	Solar	26
2.3.2	Eólica	26
2.3.3	Geotermia	26
2.3.4	Biomasa	27
2.3.4.1	Quema	27
2.3.4.2	Gasificación	27
2.3.4.3	Biometanación (biogas)	28
2.3.4.4	Combustibles líquidos	28

2.3.5	Energía hidroeléctrica a pequeña escala (mini y micro)	28
2.4	Energías Renovables no orientadas a actividades productivas	29
2.4.1	Energía solar fotovoltaica	29
2.4.2	Energía eólica	29
2.4.3	Energía solar térmica	30

Lista de Cuadros y Anexos

Cuadros

- Cuadro N° 1: Perú: Reservas Probadas de Energía - 2000
- Cuadro N° 2: Perú: Producción de Energía Primaria
- Cuadro N° 3: Producción y Reservas de Energía Comercial - 2000
- Cuadro N° 4: Perú: Consumo Final de Energía por fuentes
- Cuadro N° 5: Producción de Electricidad por tipo de fuente

Lista de Abreviaciones

APES	Asociación Peruana de Energía Solar
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BTG	<i>Biomass Technology Group</i>
	Grupo de Tecnología en Biomasa
CENERGIA	Centro de Conservación de Energía y del Ambiente
CER	Centro de Energías Renovables
CER's	Certificados de Reducción de Emisiones
CITE	Centro de Información Tecnológica.
CAF	Corporación Andina de Fomento
CONAM	Consejo Nacional del Ambiente.
COFIDE	Corporación Financiera de Desarrollo
CONFIEP	Confederación Nacional de Instituciones Privadas
CONCYTEC	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
DEP	Dirección Ejecutiva de Proyectos
ENCC	Estrategia Nacional de Cambio Climático
ER	Energías Renovables
ESMAP	<i>Energy Sector Management Assistance Programme</i>
	Programa de Asistencia en Manejo del Sector Energético
ESCO's	<i>Energy service companies</i>
	Compañías de servicio energía
FONAM	Fondo Nacional del Ambiente - Perú
FONCODES	Fondo Nacional de Compensación y Desarrollo Social
GEI	Gases de efecto invernadero
GEF	<i>Global Environmental Facility</i>
	Fondo Mundial para el Medio Ambiente
GNL	Gas Natural Licuado
GWh	Gigawatt-hora
IC	Implementación Conjunta
INRENA	Instituto Nacional de Recursos Naturales
INDECOPI	Instituto de Defensa del consumidor y la propiedad intelectual
ITDG	<i>Intermediate Technology Development Group</i>
	Grupo de Desarrollo de Tecnología Intermedia (ONG)
ITINTEC	Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas
MDL	Mecanismo de Desarrollo Limpio
MEM	Ministerio de Energía y Minas
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MINAG	Ministerio de Agricultura
MITINCI	Ministerio de Industria, Turismo, Integración y Negociaciones Comerciales Internacionales.
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
ONG	Organizaciones no gubernamentales
PAE-MEM	Programa de Ahorro de Energía - Ministerio de Energía y Minas
PCF	<i>Prototype Carbon Fund</i>
	Fondo Prototipo de Carbono
PBI	Producto Bruto Interno
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
PROER	Programa de créditos en energías renovables
PROFONAMPE	Fondo Nacional para Áreas Naturales Protegidas
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía
SENATI	Servicio Nacional de Trabajo Industrial
SEPES	Segunda Especialización Profesional en Energía Solar
SIEN	Sistema Eléctrico Interconectado Nacional
SFD	Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios
SNI	Sociedad Nacional de Industrias
SSAA	Sistemas Aislados
TJ	Tera Joules

INTRODUCCIÓN

Cuando en 1973 se produjeron eventos importantes en el mercado del petróleo en el mundo, manifestándose en un incremento de precios notable de esta fuente de energía no renovable. Resultado de esto, los países consumidores, tuvieron que modificar costumbres y buscar opciones para reducir su dependencia de fuentes no renovables.

Entre las opciones para reducir la dependencia del petróleo como principal energético, se reconsideró el mejor aprovechamiento de la energía solar y sus diversas manifestaciones secundarias tales como la energía eólica, hidráulica y las diversas formas de biomasa; es decir, las llamadas **energías renovables**.

A mediados de los años setenta, múltiples centros de investigación en el mundo retomaron viejos estudios, organizaron grupos de trabajo e iniciaron la construcción y operación de prototipos de equipos y sistemas operados con energéticos renovables. Asimismo, se establecieron diversas empresas para aprovechar las oportunidades que se ofrecían para el desarrollo de estas tecnologías.

En la década de los ochenta, aparecen evidencias de un aumento en las concentraciones de gases que provocan el efecto de invernadero en la atmósfera terrestre, las cuales han sido atribuidas, en gran medida, a la quema de combustibles fósiles. Esto trajo como resultado una convocatoria mundial para buscar alternativas de reducción de las concentraciones actuales de estos gases, lo que llevó a un replanteamiento de la importancia que pueden tener las energías renovables para crear sistemas sustentables. Como resultado de esta convocatoria, países, particularmente los más desarrollados, establecen compromisos para limitar y reducir emisiones de gases de efecto de invernadero renovando así su interés en aplicar políticas de promoción de las energías renovables.

Hoy en día, más de un cuarto de siglo después de la llamada *crisis del petróleo*, muchas de las tecnologías de aprovechamiento de energías renovables han madurado y evolucionado, aumentando su confiabilidad y mejorando su rentabilidad para muchas aplicaciones. Como resultado, países como Estados Unidos, Alemania, España e Israel presentan un crecimiento muy acelerado en el número de instalaciones que aprovechan la energía solar de manera directa o indirectamente a través de sus manifestaciones secundarias.

El trabajo de consultoría tiene por objetivo determinar las necesidades para fortalecer la capacidad institucional del FONAM; recomendar una estrategia así como los incentivos necesarios para el fortalecimiento de la capacidad del sector público y privado para la implementación de proyectos basados en fuentes renovables de energía; e Identificar opciones de asistencia técnica, transferencia tecnológica y/o relaciones comerciales entre la Holanda y el Perú.

CAPÍTULO 1

SITUACIÓN ACTUAL

1.1 Sector energético

De acuerdo al Balance Nacional de Energía 2000, elaborado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM 2001), las reservas probadas de energía al 31 de diciembre del 2000 fueron de aproximadamente de 21 959 213 TJ (Ver Cuadro N°1).

La correspondiente composición según fuente fue: gas natural 38.6 %, energía hidroeléctrica 27.2%, líquidos de gas natural 14.0 %, petróleo 8.5 %, carbón 7.7% y uranio 4.0%. Cabe resaltar, que la biomasa de origen agrícola y/o forestal en cualquiera de sus formas (bosques naturales, plantaciones, residuos/desechos) no se le contabiliza como fuente de energía comercial.

En el balance indicado las Energías Renovables (ER), excepto la energía hidráulica, no se consideran como fuentes reales/potenciales de energía comercial. Las horas de irradiación promedio/año, la potencia y frecuencia de vientos, los volúmenes de biomasa de origen agrícola y/o forestal en cualquiera de sus formas (bosques naturales, plantaciones, residuos/desechos) no se están contabilizando como fuentes de energía comercial.

Cuadro N° 1: PERÚ: RESERVAS PROBADAS DE ENERGÍA – 2000

Fuentes	Reservas Probadas (TJ)	Estructura (%)
Gas Natural	8 473 613	38.6
Líquidos del Gas Natural	3 081 584	14.0
Hidroenergía	5 965 666	27.2
Carbón	1 687 058	7.7
Petróleo	1 872 654	8.5
Uranio	878 639	4.0
TOTAL	21 959 214	100

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Oficina Técnica de Energía "Balance Nacional de Energía" Lima - Perú 2001.

En el 2000, la producción de energía primaria alcanzó a 440 939 TJ, cifra inferior en 1.1% respecto al año anterior (Ver cuadro N° 2). Este descenso se debió principalmente a una considerable disminución en los niveles de producción de petróleo crudo, manifestando por un menor rendimiento en los pozos de operación. La producción de "energía comercial" representó el 77,1% del total (340.023 TJ), cuya composición según fuente fue: petróleo crudo 59,4 %; hidroenergía 21.4 %; gas natural+GNL 19.0 % y carbón mineral 0,1%. La producción de "energía no comercial" llegó a 100.939 TJ, volumen que se compuso por uso de leña (74,0%), bagazo (13,0%), bosta/yareta (11,0%) y solar (2%).

Cuadro N° 2: PERU: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA

Fuente	1999 (TJ)	2000 (TJ)	Variación (%)
Energía Comercial			
Petróleo Crudo	216 690	202 044	-6.8
Gas Natural + LGN	61 649	64 736	5.0
Carbón Mineral	644	487	-24.4
Hidroenergía	65 401	72 756	11.2
Sub - total	344 383	340 023	-1.3
Energía No Comercial			
Leña	75 177	74 425	-1.0
Bagazo	13 250	13 583	2.5
Bosta & Yareta	10 703	10 692	-0.1
Energía Solar	2 180	2 217	1.7
Sub - total	101 310	100 917	-0.4
TOTAL	445 693	440 939	-1.1

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Oficina Técnica de Energía “Balance Nacional de Energía” Lima Perú 2001.

El 71,7% del total de las reservas probadas de “energía comercial” (15.114.908 TJ, en el 2000) está constituido por recursos de origen fósil (gas natural y líquidos de gas natural 54,8%, petróleo 8,9% y carbón mineral 8,0%), la hidroenergía representó el 28,3% de dichas reservas (Ver cuadro N° 3). Se observa una situación de asimetría en la relación producción/reservas de ‘energía comercial’. En efecto, si bien el 78,5% de la energía comercial se obtuvo de fuentes fósiles, la mayor contribución proviene del petróleo que es la fuente que representa menos de la décima parte del total de reservas probadas. La segunda magnitud de contribución se basa en la hidroenergía que alcanza al 21,4% de la energía comercial suministrada al mercado, ésta fuente posee algo más de la cuarta parte del total de reservas probadas. La mayoritaria reserva de energía que implica el recurso gas natural sólo contribuye con el 19,0% del suministro de energía comercial.

Las cifras descritas, además de la asimetría de la relación “reservas probadas/producción de energía comercial según fuentes”, muestran que en el Perú el suministro de dicha energía depende mayoritariamente de recursos no renovables.

Cuadro N° 3: PRODUCCIÓN Y RESERVAS DE ENERGÍA COMERCIAL – 2000

Fuente	Producción (TJ)	Reservas(*) (TJ)	Estructura (%)	
			Producción	Reservas
Petróleo	202 044	1 872 654	59,4	8,9
Gas Natural + Líquidos	64 736	11 555 196	19,0	54,8
Carbón Mineral	487	1 687 058	0,1	8,0
Hidroenergía	72 756	5 965 666	21,4	28,3
TOTAL	340 023	21 080 574	100,0	100,0

(*) Reservas a Diciembre 1999

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Oficina Técnica de Energía “Balance Nacional de Energía” Lima Perú 2001.

La estructura del consumo final de energía según fuentes, muestra claramente la potencialidad para el uso de ER en el país. En efecto, de acuerdo a las cifras que se muestran en el Cuadro N° 4, en el año 2000 el 20,6% de la energía consumida (95.117 TJ) provino de fuentes de ER. Resalta el uso de la leña (72% del conjunto de fuentes de ER y 15% del total). El volumen de consumidores involucrados y la baja eficiencia promedio en el uso de las ER (aproximadamente 7% en el caso de la leña) constituyen factores que sustentan la posibilidad para maximizar dichas fuentes mediante la incorporación de tecnología moderna para generación de calor/electricidad.

El uso de diesel oil y gasolina motor representó el 23% del total de la energía consumida en el país en el año 2000. El uso de las fuentes petróleo residual y electricidad alcanzó el 14% y 13% de dicho consumo, respectivamente.

Si bien el grado de electrificación del país (definido como el porcentaje de la población que tiene acceso a la electricidad) se incrementó de 65% a 73% entre 1995 y el 2000, el consumo per cápita de electricidad es aún reducido. Esta deficiencia explica en parte la alta incidencia de la energía de fuentes fósiles en el consumo total. La información sobre el Perú referente al suministro/consumo de energía primaria y consumo de electricidad, muestra que las condiciones que prevalecían hacia finales de la década pasada eran menos favorables en comparación al promedio de América Latina. El suministro de energía primaria por persona fue de 0,02 TJ, valor que representa el 56% del promedio regional. El consumo de kWh/cápita alcanzó a menos del 50% de la cifra registrada para el conjunto de América Latina (1.453 kWh), que llegó solo a 645kWh.

Cuadro N° 4: PERÚ: CONSUMO FINAL DE ENERGÍA POR FUENTES

Fuente	1999 (TJ)	2000 (TJ)	VARIACIÓN (%)
Carbón Mineral	12 763	15 948	25
Leña	69 326	68 541	-1,1
Bosta & Yareta	10 703	10 692	-0,1
Bagazo	11 251	11 313	0,5
Energía Solar	2 180	2 217	1,7
Coque	1 271	1 039	-14,6
Carbón Vegetal	2 340	2 354	0,6
Gas Licuado	18 676	19 714	5,6
Gasolina Motor	52 641	48 051	-8,7
Kerosene-Jet	43 642	42 907	-1,7
Diesel Oil	122 887	107 071	-5,2
Petróleo Industrial	66 930	64 506	-3,6
No Energéticos de petróleo y gas	6 111	5 121	-16,2
Gas Distribuido	60	32	-47,2
Gas Industrial	351	1 023	191
Electricidad	59 335	62 357	5,1
TOTAL	470 415	462 885	-1,6

Fuente: Ministerio de Energía y Minas – Oficina Técnica de Energía "Balance Nacional de Energía 2000". Lima - Perú 2001

Respecto al consumo final de energía por sectores, la suma de los sectores residencial, comercial y público alcanzó en el año 2000 a 160.438 TJ (43% basado en el uso de la leña), cifra que significa el consumo sectorial más elevado y equivale al 35% del total. El consumo registrado por el sector transporte fue de 141.688 TJ (31%) y los sectores industria y minero –metalúrgico en conjunto consumieron 123.404 TJ (26%)

El consumo final de energía por fuente y sectores muestra las siguientes tendencias principales:

- a) En la década del 90 el diesel incrementó su participación en el sector transporte, en 2000 su uso representó algo más del 50% de los carburantes utilizados en dicha actividad;
- b) En los sectores pesca e industrial, el consumo de éste combustible por ambas actividades alcanza a 40.000 TJ/año (alrededor de 6,6 millones de barriles de petróleo);
- c) Las actividades agropecuarias y agro-industriales consumieron 12.000 TJ/año, consumo que se basó principalmente en el uso de bagazo y petróleo industrial;
- d) En los sectores residencial y comercial la electricidad sólo representa el 11% del total de la energía consumida; y
- e) En el sector minero metalúrgico el consumo de energía basada en uso de combustibles fósiles duplica la proveniente de la electricidad.

La permanencia de indicadores sobre uso de energía según fuentes, cuyos valores muestran la dependencia de las actividades productivas respecto de combustibles fósiles y un nivel de consumo de electricidad relativamente bajo, constituyen una clara señal de la necesidad de incorporar tecnologías para elevar la productividad (generalmente operadas mediante electricidad) y para sustituir el uso de combustibles fósiles, dado los recursos con que cuenta el país, por fuentes de ER.

La situación respecto a la generación y suministro de electricidad, en tanto indicadores de desarrollo - condiciones de vida ameritan un comentario adicional. A diciembre del 2000 la capacidad instalada del conjunto de centrales de generación eléctrica del país fue de 5.742MW, la correspondiente potencia efectiva se estimó en 5.116MW. Las empresas dedicadas exclusivamente a la venta de energía eléctrica cuentan con el 85% de la misma; los autoprodutores explican el restante 15%.

La producción de energía eléctrica fue de 18.238GWh, con una estructura de origen hidráulico del 86% y térmico del 14%. El 91% de la producción total se destinó al mercado eléctrico.

En los años 90, la demanda de electricidad creció a una tasa promedio anual de 4,5% (pasó de 13.900 GWh a 18.238 GWh). El suministro comercial de electricidad se efectúa a través de dos tipos de sistemas eléctricos: sistemas interconectados (15.429GWh 1999) y sistemas aislados (1.906 GWh 1999). La venta de energía eléctrica clientes finales ascendió a 15.525 GWh, distribuidos principalmente en los sectores industrial, residencial y comercial. La relación "PBI/demanda de electricidad" registrada en las últimas décadas alcanza un coeficiente de elasticidad promedio del orden de 0,1

En el 2000 el número de clientes fue de 3.358.633, de los cuales los clientes residenciales representaron el 92%. Cabe señalar que el consumo de los clientes "libres" (empresas industriales y mineras principalmente) representó el 45% del total de las ventas a clientes finales.

Los precios medios de energía eléctrica en el 2000, en relación con los tipos de tarifa para el sector residencial (baja tensión) oscilaron entre USD 0,095 y USD 0,105 por kWh, los correspondientes a media tensión (industriales) fluctuaron en un rango de USD 0,045 a USD 0,055.

El Plan Referencial de Electricidad 2001-2010, estima que la potencia instalada para generación de electricidad al año 2000 es de 6070 MW, compuesta de un 53% térmico (3.210 MW) y 47% hidráulica (2.860 MW). Según el tipo de sistema interconectado, 1.140 MW (19%) por Sistemas Aislados (SSAA) y 4.930 MW (81%) por el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SIEN).

Por otro lado, la producción de electricidad en el año 2000, en el sistema interconectado fue de 17.872 GW.h, cuya composición fue de: 87% generado por energía hidráulica, 7% por petróleo residual, 4 % gas natural y 2% carbón (Ver Cuadro N°5).

Cuadro N° 5. PRODUCCIÓN DE ELECTRICIDAD POR TIPO DE FUENTE
(GWh)

Tipo	SIEN	SSAA*	Total
Hidráulica	15 609	567	16 176
Térmica	2 263	1 484	3 747
TOTAL	17 872	2051	19 923

Fuente: Plan Referencial de Electricidad 2001-2010 (OTERG-MEM)

* SSAA: Sistemas Aislados

Asimismo, El Plan Referencial de Electricidad considera tres escenarios para las proyecciones de demanda de potencia y energía del SIEN (bajo, medio y alto). Las cifras del escenario medio muestran que entre los años 2001 y 2005, se incrementará la demanda anual en un 7,4%, y además habrá un incremento por año en la máxima demanda de potencia de 7,1%.

El crecimiento en la oferta eléctrica prevé un aporte mayoritario basado en el uso de recursos hidráulicos y Gas Natural. El incremento de potencia mediante uso de Diesel y Carbón Mineral se estima como mecanismo complementario para atender localidades no integradas al SIEN.

Las proyecciones sobre expansión de potencia, muestran que el incremento de la capacidad de generación implicará consumo de combustibles fósiles. De tal manera que la demanda proyectada será ampliamente abastecida, estimándose que el margen de reserva medio estará alrededor del 30% a fines del horizonte de proyección.

1.2 Energías Renovables (ER)

Las energías se pueden clasificar como: convencionales en las que encontramos a la energía hidráulica de grandes potencias, energía nuclear y energías fósiles y no convencionales en donde encontramos a las fuentes renovables de energía como son: solar, eólica, biomasa, geotérmica, mareomotriz e hidráulica de pequeñas potencias.¹

Las fuentes fósiles de energía (petróleo, carbón y gas natural) han demostrado ser importantes vehículos del progreso económico, por otro lado representan causas centrales que explican el deterioro del ambiente y daños sobre la salud humana. Estas fuentes tradicionales de combustibles fósiles afrontan en la actualidad presiones para su reemplazo/racionalización que surgen de los compromisos asumidos en el marco del Protocolo de Kyoto. En ese contexto las energías renovables pueden cumplir un papel trascendente.

La capacidad nominal de las energías renovables indica que en base a ellas se podría atender la demanda mundial de energía. En la actualidad suministran alrededor del 11,6% del consumo mundial de energía². La mayoría del suministro indicado radica en el uso de biomasa para cocinar y proporcionar calor, especialmente en África, Asia y América Latina. Un importante aporte de energía renovable lo representan las grandes centrales hidroeléctricas, cuya producción implica alrededor del 20% del total del consumo mundial de electricidad.

La transición a sistemas de generación - comercialización de energía basados en fuentes renovables constituye un proceso creciente en el plano internacional. Se observa una marcada reducción de los costos para equipos/sistemas de energía solar y eólica. A su vez, se registran significativos avances en las tecnologías para el uso de la biomasa con fines energéticos. Se han diseñado mecanismos económicos e instrumentos de política necesarios para sustentar la diseminación del uso de energías renovables, lo cual coadyuvará al desarrollo y sostenibilidad de los correspondientes mercados. Existe consenso que el futuro crecimiento del sector energético dependerá en gran medida de las energías renovables y sistemas basados en el uso de Gas Natural. Se constata que el sector financiero también ha reaccionado favorablemente respecto de la potencialidad de inversión y competitividad que implican las energías renovables.

Sin embargo, a pesar de los avances descritos en materia de tecnologías, instrumentos de política, mecanismos financieros, compromisos internacionales, etc., a favor de la opción para la difusión de energías renovables, en países como el Perú se carece de una masa crítica mínima necesaria de capacidad de gestión y cartera de proyectos para el desarrollo de dicho tipo de inversiones.

Las fuentes de energías renovables consideradas, con distinto grado de aplicabilidad/extensión, para el Perú son: biomasa, eólica, solar (fotovoltaica y térmica), hidroenergía (mini/micro) y geotermia, la única fuente que es incluida parcialmente dentro del Balance Nacional de Energía es la biomasa. A continuación se

¹ Según OLADE, se considera a la energía hidráulica de pequeña potencia a la que tiene una potencia menor a los 500kW

² Fuente: Key World Energy Statics – International Energy Agency (1999)

describe sucintamente el perfil de la potencialidad que dichas fuentes presentan en el país.

1.2.1 Energía Solar

El uso de sistemas fotovoltaicos se centra principalmente en aplicaciones rurales de pequeñas escala para:

- a) Electricidad fotovoltaica, orientadas a cubrir la demanda de energía de poblaciones apartadas de la red eléctrica y para uso en iluminación doméstica;
- b) Calentadores domésticos de agua;
- c) Secadores de alimentos, cuya principal experiencia se tuvo con el Proyecto de Secadores Solares (1983-1988); y
- d) Cocinas solares.

Se estima que el país cuenta con condiciones favorables para el desarrollo de proyectos de energía solar. En extensas zonas de la Sierra Sur del país, la energía solar alcanza niveles promedio no menores de 6 kWh/m²/día (una de las mejores radiaciones a nivel mundial). En toda la franja central de la Sierra se registra un nivel de radiación del orden de 5 a 6 kWh/m²/día, en la región de la Selva Alta y parte de la Selva Baja dicho nivel se sitúa en un rango de 4.5 a 5 kWh/m²/día. La Costa Norte se caracteriza por niveles de radiación promedio de 4 a 5 kWh/m²/día, lo cual constituye uno de los factores que explican las ventajas comparativas de esta zona para el desarrollo agrícola. Actualmente el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrografía (SENAMHI) está elaborando el Mapa Solar en convenio con el MEM.

El Perú cuenta con un conjunto relativamente amplio de entidades públicas, empresas privadas, ONG's y profesionales independientes que reúnen la experiencia para el manejo de proyectos fotovoltaicos y para equipos colectores/acumuladores de energía.

1.2.2 Energía Eólica

Si bien la experiencia en el país sobre el manejo de energía eólica es de larga data, ésta se circunscribió fundamentalmente a la operación en el litoral costero de equipos simples para el bombeo de agua. La tecnología de generadores eólicos se introdujo hacia mediados de la década del 80 en módulos experimentales en las zona de Yacila en Piura, donde se instalaron aerogeneradores bipala que se encontraban en investigación. Dado los resultados poco satisfactorios de los mencionados programas, la posibilidad para esta opción tecnológica recién ha sido replanteada a finales de la década pasada, con la ejecución de dos proyectos piloto en Malabrigo (La Libertad) en 1996 y Marcona (Ica) en 1998, los proyectos, a pesar del pobre monitoreo y mantenimiento de los equipos, se han desempeñado satisfactoriamente y actualmente entregan la energía producida a la red eléctrica convencional.

El registro de vientos para establecer la potencialidad de la fuente eólica es aún sumamente parcial en términos de cobertura del territorio nacional. Además, la mayoría de los registros sobre vientos no son adecuados para ser utilizados en la determinación del potencial eólico de determinadas zonas. Las evaluaciones del recurso hechas indican que el potencial de aprovechamiento de la energía eólica es

muy alto. Sin embargo resultaría conveniente poder realizar mediciones puntuales en algunas zonas con un interesante potencial como son el La costa sur, la costa norte y algunos valles interandinos de la sierra, con la finalidad de determinar el verdadero potencial de aprovechamiento de la energía eólica en el país.

El Perú cuenta con grandes extensiones de terrenos viables teóricamente para implementar proyectos de bosques eólicos para la producción de energía eléctrica y distribuirla a través de la red eléctrica convencional o para aplicaciones aisladas. En la mayoría de las áreas donde se han registrado/medido la velocidad del viento, ésta en promedio varió desde $6^m/s$ a $8^m/s$ a una altura de 10m. Los registros muestran que las mejores condiciones para el fomento de la energía eólica se ubican en el litoral del país y en ciertas zonas del interior que cuentan con microclimas favorables a dicha fuente de energía. Cabe resaltar, que en las dos experiencias piloto de generación Malabrigo y Marcona se han medido velocidades de viento promedio superiores a los $8^m/s$ a 30 m.

Existe capacidad para la construcción de equipos de generación eléctrica de pequeña potencia, así como de aerobombas; sin embargo no se cuenta con muchas instituciones o personas con la capacidad para desarrollar o impulsar el desarrollo de la energía eólica, por lo que se necesita desarrollar planes de formación de capacidades en tecnologías y desarrollo de proyectos.

1.2.3 Energía Hidroeléctrica a pequeña escala (mini – micro)

La información oficial sobre el recurso Hidroenergía comprende lo referente a las reservas probadas del mismo. Estas se definen como la energía factible de generarse en las centrales hidroeléctricas del país que estén en operación, construcción y en proyecto (que cuenten con estudios de factibilidad y definitivos). Estas reservas se miden considerando la energía media a producirse durante 50 años.

No se dispone de información debidamente sistematizada sobre el potencial hidroenergético basado en mini o micro centrales. Dada la topografía montañosa de gran parte del país y relativa simplicidad de las inversiones requeridas, se deduce que tal opción para la generación de energía puede ser desarrollada en vastas zonas del territorio nacional.

Es vasta la experiencia nacional a nivel profesional y empresarial para el diseño y manejo de proyectos micro hidroenergéticos y fabricación de correspondientes equipos. Existe una demanda potencial para éste tipo de proyectos, la limitación para implementar los mismos radica en aspectos de orden financiero y económico. Son relativamente elevados los montos de inversión requeridos por unidad de generación instalada y dado el mercado a ser atendido (básicamente rural y poco denso) las tasas de retorno económico esperadas son reducidas.

Hablando de la electrificación rural, resulta vital conocer el potencial de las centrales hidroeléctricas pequeñas, el cual ha sido estimado en 1 000 MW. En comparación con las grandes centrales hidroeléctricas, sólo se ha desarrollado una pequeña parte del potencial real, unos 24 MW.³

³ Fuente: Estudio preliminar del mercado de las Energías Renovables, CENERGIA, 2000

1.2.4 Energía Geotérmica

Nominalmente la potencialidad de la energía de fuente geotérmica es enorme (cálculos científicos indican que apenas el 1% del calor contenido en 10 Km² de la tierra equivale a 500 veces la energía contenida por el petróleo existente en el mundo). Para el caso del Perú la información sobre ésta fuente se centra en la potencialidad que existe en el sur del país (en los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna). Si bien el país cuenta con diversas zonas que registran actividad volcánica, éstas no necesariamente reúnen condiciones para la explotación de la energía geotérmica.

CENERGIA realizó estudios preliminares del recurso en la década de los ochenta con apoyo de la Cooperación Técnica Italiana, y actualmente su explotación es considerada dentro de la Ley de Concesiones Eléctricas y tiene una Ley específica. Sin embargo la viabilidad para la explotación de la energía geotérmica requiere de estudios que evalúen en mayor detalle el recurso.

Asimismo no existe personal capacitado que pueda desarrollar actividades de exploración, evaluación o explotación del recurso, por lo que es necesario capacitar profesionales y técnicos y evaluar el potencial energético que puede suministrar dicho recurso.

1.2.5 Biomasa

Constituye una de las principales fuentes de energía del país. En el balance nacional de energía se contabiliza como biomasa a la leña, bagazo, bosta y yareta. La medición de dicho conjunto de fuentes de biomasa está referida a la energía producida. En los años 1997 – 1999 la energía producida mediante los recursos de biomasa señalados representó alrededor del 50% de la energía generada basándose en el petróleo crudo obtenido en el país.

No se cuenta con un inventario de las fuentes de biomasa. La clasificación oficial de las mismas es parcial. No se registran otros recursos/fuentes de biomasa como los residuos agrícolas y/o forestales, cuyo potencial energético supera largamente lo registrado en el balance nacional indicado.

De acuerdo a cifras sobre producción agrícola del Perú 1998/1999, se estima que la equivalencia energética del volumen de los residuos de los cultivos caña de azúcar, arroz y algodón alcanzó a 48 mil TJ/año. Esta cantidad representa el 10% de la energía primaria y el 15% de la energía primaria comercial que se produjo en el país en 1998 – 1999. A su vez, el conjunto de residuos considerados representó, respecto de la oferta interna de energía primaria, el 21.0% de la contribución del Petróleo Crudo y el 81.0% del aporte de la Hidroenergía.

El poder energético de los residuos agrícolas mencionados es similar al total de combustibles de origen fósil (Gas Natural, Petróleo Diesel y Petróleo Residual) utilizados por las centrales térmicas del Perú en 1998 para generar electricidad. Cabe señalar que dicho volumen de residuos representó (en TJ) el doble de la magnitud del Petróleo Residual utilizado en 1998 por las centrales indicadas.

Las cifras descritas indican que los residuos agrícolas constituyen una importante fuente de energía renovable. La posibilidad para su utilización como energía comercial

es inmediata. Existen tecnologías modernas, disponibles en el mercado internacional, que aseguran alta eficiencia y competitividad frente a opciones basadas en combustibles fósiles.

El país requiere de programas especiales para la difusión/capacitación en tecnologías modernas sobre uso con fines de energía de la biomasa (combustión, gasificación, obtención de líquidos, etc.).

1.3 Contexto Legal

El Perú no posee legislación específica sobre el tema de las energías renovables, lo que hace que estas se desenvuelvan en el contexto del libre mercado, bajo los criterios de rentabilidad, sin condiciones particulares para su financiamiento y sin tomar en cuenta su potencial rol en la energización del país.

En el año 1992, se promulga la Ley N° 25844 de Concesiones Eléctricas, la cual norma actividades referentes a la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica de fuentes hidráulicas y geotérmicas pero no prevé en sus artículos la utilización de otras fuentes renovables de energía. Posteriormente, en el año 1997, se promulga la Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos. Actualmente, existen dos iniciativas legislativas a nivel del Congreso de la República para definir la “Ley de Electrificación Rural”, en las cuales se propone el uso preferente de fuentes renovables de energía como la solar, eólica, hidráulica, geotérmica y biomasa en zonas rurales, localidades aisladas y de frontera, a través de la creación de un fondo de electrificación rural.

Con respecto a la Ley de concesiones, es necesario precisar que tanto la autorización como la concesión que otorga el Ministerio de Energía y Minas para el uso, generación y comercialización, así como transporte de la energía está en función a la potencia instalada cuyo mínimo valor para las concesiones es de 500 kW. En ambos casos se regula la energía obtenida tanto por recursos hidráulicos como geotérmicos (Art.3 y 4).

Para aplicaciones de pequeña escala, que se encuentran aisladas de la red eléctrica, no es aplicable la Ley de Concesiones Eléctricas ya que se trata de generación distribuida y no centralizada, lo que conlleva a la aplicación de tecnologías renovables dependiendo de los costos del proyecto. Adicionalmente deberá considerarse, para el destino que pueda darse a la energía, lo dispuesto en el Artículo 121, que indica que “todo suministro de energía eléctrica que no requiera de concesión puede ser desarrollado por personas naturales o jurídicas con el permiso que pueda ser otorgado por los consejos municipales para cada caso...”

La electricidad que se podría suministrar a partir de fuentes de energía renovable, provendrá de recursos que no necesariamente constituyen parte del patrimonio público, sobre los cuales, de acuerdo al ordenamiento legal vigente, el estado puede restringir su uso. Por ejemplo, el biocombustible de residuos agrícolas y/o forestales es y será generado por actividades productivas de empresas privadas. Por lo tanto la posibilidad para la utilización de dicha biomasa no implica la necesidad de contar con previo “derecho de concesión”, mientras la energía producida sea para autoconsumo.

Es importante desarrollar políticas energéticas que faciliten la incorporación de las fuentes renovables al Balance Nacional de Energía. Sin embargo, al no incluirse en la Ley de Concesiones Eléctricas a las energías renovables, no es posible ejecutar este tipo de proyectos conectados a la red eléctrica.

1.4 Programas y capacidad institucional en Energías Renovables

En esta sección, se presentarán a las instituciones que desarrollan programas de capacitación en ER así como las capacidades institucionales que se vienen formando en el país a diferentes niveles.

En el campo técnico el Servicio Nacional de Trabajo Industrial (SENATI) dentro del Proyecto: "Capacitación de energía renovables para instructores del SENATI", pretende desarrollar la capacidad de técnicos electricistas, electrónicos y metal-mecánicos para instalar, reparar y dar mantenimiento a sistemas de energías renovables. Además, a largo plazo busca desarrollar el uso de tecnologías de energías renovables en el Perú.

En una primera y segunda fase (años 1998 y 1999), SENATI tuvo como objetivos: capacitar a sus instructores en energías renovables; incorporar los conocimientos teórico-prácticos en los currículos del programa de técnicos industriales, y contribuir a la diversificación profesional de sus alumnos.

Se obtuvieron como resultados, la organización de un Equipo de Energías Renovables de SENATI; la edición y publicación de 4,200 ejemplares de manuales; y la inclusión de los módulos de energías renovables en los currículos de las especialidades de Electrotecnia (Programa Dual) y Electrotecnia Industrial (Programa de Técnicos Industriales) en todo el país, capacitándose en promedio 1000 alumnos por año.

En su tercera fase, se tiene por objetivo capacitar a instructores de SENATI en zonas donde se ha identificado un número importante de instalaciones de energías renovables. Además de apoyar las actividades de capacitación del proyecto MEM/GEF. Finalmente, crear una red para los instructores (intercambio de información y apoyo en sus actividades).

En el campo de formación de profesionales, la Universidad Alas Peruanas viene formando profesionales en la facultad de Recursos Naturales y Energías Renovables. Esta carrera está orientada a la formación de ingenieros especializados en energías renovables. Se forma a los alumnos dando énfasis a las áreas de energía solar, eólica, biomasa y geotermia. Además se les brinda cursos de gestión, administración y políticas. La carrera fue creada en 1996, tiene una duración de 5 años, la primera promoción tuvo 9 egresados.

La facultad de Ingeniería Mecánica y de Ciencias de La Universidad Nacional de Ingeniería y el CER-UNI, con 20 años realizando trabajos de investigación, desarrollo tecnológico, diseminación y capacitación en el aprovechamiento de la energía solar, dictan la Segunda Especialización Profesional en Energía Solar (SEPES). La mayor parte de los cursos que conforman la SEPES se ofrecen también al público en general

con la opción de llevar cada curso en forma individual con su respectiva certificación, estos son:

- Problemas energéticos y energías renovables no-convencionales;
- La radiación solar como recurso energético;
- Fundamentos de la energía solar;
- Transferencia de calor en aplicaciones de energía solar;
- Experimentos con energía solar;
- Aplicaciones de la energía solar;
- Electricidad solar;
- Calentamiento solar de agua.

Dentro del contexto de capacidad institucional desarrollada en el país para las ER, se presentan diversos actores:

Las universidades, a través de centros especializados en energías renovables, en algunas universidades nacionales estos son conocidos como Centros de Energías Renovables (CER). Estos centros tienen más de diez años trabajando en sus regiones en proyectos específicos y en la capacitación.

Es importante resaltar el rol de la Asociación Peruana de Energía Solar (APES) que organiza el Encuentro Nacional de Energías Renovables, donde se presentan los avances que se han logrado en diferentes campos de las energías renovables en el país, y del Grupo de Apoyo al Sector Rural edita la revista "América Renovable", donde se presentan temas relacionados directamente con las energías renovables.

Las organizaciones no gubernamentales, donde destacan principalmente ITDG y CENERGIA. ITDG, especializada en el desarrollo de tecnologías apropiadas aprovechando energías renovables principalmente aprovechando la energía hidroeléctrica, con programas de acción en el sector rural bien definidos. CENERGIA, orientada a la elaboración de estudios, supervisión de proyectos y ejecución de programas de capacitación en ER con el SENATI.

Finalmente, en el sector público se ha promovido el desarrollo de las ER a través del Programa de Ahorro de Energía del Ministerio de Energía y Minas (PAE-MEM), que apoya la fase inicial del proyecto en las isla Taquile para la instalación de paneles fotovoltaicos (implementado por el CER-UNI), desarrolla cursos de construcción de termas solares en diferentes ciudades del país, y promueve el conocimiento de las tecnologías que aprovechan ER mediante la publicación de cartillas.

1.5 Barreras para el desarrollo de las Energías Renovables

En el Perú el uso de tecnologías aprovechamiento de fuentes renovables de energía data de inicios de la década de los ochenta; desde esa época se han ejecutado varios proyectos para aplicaciones específicas (comunicaciones) o proyectos pilotos que no han tenido un impacto en el desarrollo del mercado de las energías renovables, ya que no han permitido la creación de condiciones que permitan lograr tal desarrollo.

A continuación se exponen las barreras que impiden el desarrollo de las energías renovables en el Perú.

1.5.1 Falta de políticas y marco regulatorio de largo plazo

El rol de estado promotor de inversiones no se da para el caso de las ER. Es necesario que el estado desarrolle una política para las ER que permita su introducción en el mercado, en la que se establezcan medidas claras, tales como: el establecimiento de un porcentaje fijo en la producción total de energía, reducción de impuestos, acuerdos para la compra de energía, inclusión de externalidades en los combustibles fósiles, etc.

Uno de los principales problemas normativos para la introducción de las energías renovables en el Perú es el aspecto de tarifas ya que estas se encuentran regidas por la energía que se suministra y por la potencia instantánea asegurada, que para el caso de las fuentes convencionales esta dada por la potencia nominal de los equipos.

En el caso de la energía eólica y solar solamente se puede asegurar una determinada cantidad de energía en el tiempo más no una potencia instantánea continua ya que su producción está ligada directamente a la velocidad del viento para el caso de la energía eólica y a la radiación solar para el caso de los sistemas fotovoltaicos. Por lo tanto si se estableciera una potencia mínima entregable por los sistemas de generación con ambas fuentes este valor estaría muy por debajo de la potencia nominal de todo el sistema

1.5.2 Desconocimiento de las tecnologías de Energías Renovables

Los inversionistas consideran a las ER como tecnologías inmaduras; sin embargo no es cierto que no lo estén. Actualmente están completamente desarrolladas y son una solución clara para los problemas de energía y medio ambiente. Hoy en día se puede acceder a tecnologías de gran fiabilidad por lo que el problema de tecnología confiable realmente no es una barrera para las el desarrollo de las energías renovables.

Sin embargo el hecho que el país tenga diferentes climas y características geográficas obliga a tener presente algunas consideraciones referidas a los efectos de la temperatura, corrosión, descargas eléctricas, etc. que usualmente no son tomadas en cuenta en el diseño de sistemas ocasionando que los equipos tengan una eficiencia menor a la esperada y disminuyan su periodo de vida.

1.5.3 Falta de información

Actualmente la población en general desconoce de las opciones comerciales que se tienen para aprovechar las ER, por lo que se limitan a usar las convencionales. Es necesario hacer una mayor difusión de las tecnologías disponibles por cada región, para que de esta manera, los potenciales usuarios las tomen en cuenta en el momento de evaluar que opción tomar. La difusión se puede realizar a través de la creación de centros de información y servicios. Además los equipos en el mercado deberían contar con etiquetados que permitan informar al consumidor de los beneficios de uso (económicos y ambientales).

1.5.4 Retorno de Inversión inseguro y típicamente bajo

Los proyectos en ER tienen típicamente ROI bajos y muchas veces inciertos, comparados con inversiones en proyectos con energía convencional. La experiencia acumulada permite tener proyecciones más realistas del ROI. Por otro lado una de las variables que un promotor de proyectos tiene que enfrentar en el Perú es lo oportuno político que tiende a presentar la energía como un beneficio libre, es el caso de las poblaciones menos favorecidas del sector rural las cuales pagan pequeñas cantidades de dinero o simplemente no pagan nada para satisfacer sus necesidades energéticas.

Para superar esta barrera un de los instrumentos más utilizados es la implementación de programas de financiamiento a largo plazo y a interés preferenciales.

1.5.5 Costos de transacción elevados

Los proyectos de ER, básicamente en sectores rurales, son pequeños en términos de necesidad de capital, lo que hace elevado el costo de preparación de una transacción financiera.

Para superar esta barrera se puede armar una cartera de proyectos con características técnicas y financieras similares y buscar su financiamiento conjunto. Otra solución es el subsidio de las actividades preparatorias. Es preferible escoger proyectos que pueden ser replicados, de manera que los costos de nuevos proyectos puedan ser reducidos paulatinamente, además la rigidez de las reglas de administración de pequeños proyectos podría ser reducida, lo que obviamente disminuye el riesgo.

Asimismo para superar los altos costos de transacción se pueden desarrollar programas de gestión de la demanda e incluir la participación de ESCO's.

1.5.6 Mecanismos de mercado y costos iniciales elevados

La comunidad financiera está acostumbrada a responder a pedidos de financiamiento, en vez de crear un mercado, el cual es el caso de los mercados rurales que no están creados. Asimismo el sistema financiero tradicional trabaja con mecanismos de crédito que están cubiertos por colaterales convencionales (capital, garantías bancarias, activos fijos, etc.) y tiene dificultades con otros tipos de colaterales o con clientes que tienen ingresos estacionales (como el de los agricultores).

Es necesario crear mecanismos financieros innovadores que puedan aceptar riesgos de este tipo.

1.5.7 Ausencia de regulaciones técnicas

Por el mismo desarrollo de las capacidades técnicas en un solo sector, se ha sesgado el desarrollo de estándares de calidad y normas técnicas en energía solar fotovoltaica y térmica.

De ser introducidas en el mercado nacional otras fuentes de energía, se desarrollarían los estándares respectivos.

1.5.8 Elevadas tasas de descuento

Los proyectos de ER son percibidos por la banca comercial como actividades de alto riesgo, por no ser muy conocidas.

Las ESCO al estar especializadas en el tema y conocer este tipo de inversiones pueden evaluar estos proyectos con tasas de descuentos menores.

1.5.9 Falta de personal capacitado

No se cuenta con personal calificado en todas las áreas de las ER, tanto a nivel técnico como de gestión, y el desarrollo de las capacidades es heterogéneo; por ejemplo el desarrollo de la energía solar es mayor. Este desarrollo desigual propicia que se mayoritariamente se desarrollen proyectos aprovechando un tipo de fuente de energía, limitando el desarrollo del resto.

A pesar de existir la capacidad en recursos humanos técnicos para el desarrollo en energía solar, no existe la capacidad en el diseño y gestión de proyectos. Una solución ante esta barrera es el desarrollo de un programa de construcción de capacidades en ER.

1.6 Incentivos para el desarrollo de las ER

Existen factores que actualmente pueden permitir el empleo de ER. Estas son entre otras: el avance tecnológico, disminución de costos, experiencia en la creación de mercados de tecnologías renovables, el apoyo del Mecanismo de desarrollo Limpio (MDL), etc.

El avance tecnológico es traducido en una fiabilidad técnica de un nivel tan elevado como el de los sistemas convencionales.

Los problemas con las tecnologías de ER son generalmente de orden institucional, de manejo o de mantenimiento. El avance tecnológico y crecimiento continuo del uso de ER también disminuyen los costos de estas tecnologías.

Por otro lado existe una creciente experiencia con la creación de mercados sostenibles para ER en varias partes del mundo, y se puede aprender las lecciones de estas experiencias.

Otro factor de suma importancia es la existencia de fondos orientados a proyectos que involucren la reducción de emisiones de gases de invernadero, que pueden hacer factibles proyectos que de otra forma no tendrían viabilidad comercial.

Los proyectos de ER presentan beneficios sociales y medioambientales cuando se les compara con las fuentes convencionales. Las ER son más limpias en comparación con toda la contaminación producida por todo el ciclo (desde la exploración hasta la oferta) de suministro de energías convencionales.

Es necesario crear lo que se denomina "condiciones de juego iguales" (level playing field) de manera que las ER puedan competir con las energías convencionales. Para lograr esto se necesitan decisiones políticas, adopción de leyes y reglamentos que alienten el planeamiento integrado de recursos energéticos, la privatización como instrumento y la comparación con la energía convencional basada en términos técnicos, financieros, económicos y de impacto ambiental (al menos en términos locales).

En el Perú el gobierno ha promovido varias iniciativas. Sin embargo estas han sido acciones puntuales y destinadas a satisfacer objetivos muy limitados. Por lo tanto, lo que hace falta es una visión no tecnológica para el desarrollo de un mercado para un determinado tipo de energía basada en sus méritos comerciales y el potencial de replicación y diseminación. Son necesarios proyectos piloto, pero solamente si hay una visión de que son necesarios para eliminar parte de las barreras que impiden la creación de un mercado guiado por las leyes de oferta y demanda. Por otro lado, también son necesarios subsidios, pero debe existir una visión espacio-tiempo necesaria para estos; el tipo de subsidio debe ser definido en función de la barrera que se pretende superar.

En la próxima década la implementación de los tratados relacionados con el Cambio Climático, y particularmente del Protocolo de Kyoto podrán ser un nuevo impulso para la creación de nuevos mercados para las ER debido a los mecanismos de Implementación Conjunta (IC) y los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL). La diferencia más significativa entre la IC y el MDL, es que para el caso del IC sólo se pueden vender las reducciones logradas entre los años 2008 y 2012 y no las que se pueden lograr en años anteriores. Esto si es posible a través de los proyectos MDL, en los que se logra un retorno de inversión inmediata. Por eso es necesario tener una cartera de proyectos – que satisfagan las necesidades de desarrollo de un país anfitrión – que no serían financiados si no se contarán con los ingresos provenientes de los Certificados de Reducción de Emisiones.

1.7 Objetivos de la misión de consultoría

Los objetivos de la misión son (Anexo 1):

- Determinación de las necesidades para fortalecer la capacidad institucional del FONAM, de manera que esta ejecute su mandato como mecanismo financiero. La misión se limitará a explorar los aspectos relacionados con la utilización de energías renovables.
- Recomendar una posible estrategia así como los incentivos necesarios para el fortalecimiento de la capacidad del sector público y privado para la implementación de proyectos basados en fuentes renovables de energía.
- Identificar posibles opciones de asistencia técnica, transferencia tecnológica y/o relaciones comerciales entre la Holanda y el Perú, en particular con el FONAM, en el campo de las ER.

La misión estuvo constituida por un componente local (personal del FONAM en el área de energía) y otro internacional (Consultor en Energía del Departamento de Medio Ambiente y Desarrollo del Ministerio de Relaciones Exteriores de Holanda). La misión visitó instituciones gubernamentales, no gubernamentales, académicas y del sector privado, así como a personas clave vinculadas al sector energético y de desarrollo rural. (Anexo 2)

Esta misión esta dirigida en identificar, orientar y fortalecer al FONAM en sus actividades que se encuentran concentradas en Cambio Climático. Particularmente, en el diseño y promoción de proyectos que logren la reducción y mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI), muchos de los cuales podrán cumplir con los requisitos del MDL. Dentro del sector energético, el uso de fuentes renovables es una de las opciones para lograr la reducción de GEI, motivo por el cual ha sido escogida esta área para la consultoría, además de constituir un área privilegiada por la cooperación holandesa.

CAPÍTULO 2

PROMOCIÓN DE PROYECTOS EN ENERGÍAS RENOVABLES

Este capítulo está orientado a acciones que promuevan el desarrollo sostenible de las ER, lo que significa la creación de mercados que satisfagan las necesidades energéticas del crecimiento económico y en los casos donde sea posible, que disminuyan las diferencias sociales. Particularmente las relacionadas con la pobreza. Así como, la introducción de tecnologías que conlleven beneficios ambientales globales (se asume que las tecnologías que aprovechan las ER tienen por definición beneficios ambientales locales y nacionales).

2.1 Antecedentes

En general, los inversionistas quieren tener información sobre el desempeño de una industria o tecnología en un país (track record). Las tecnologías que aprovechan las ER son nuevas en muchos países, y este historial prácticamente no existe en el Perú, existen sólo algunas experiencias aisladas que no tuvieron la intención de crear mercados sostenibles, sino simplemente cumplir con objetivos de equidad social. La realidad es que se ha tenido muy poco éxito después de todos los esfuerzos para hacer que las ER sean una solución para los problemas energéticos en las áreas rurales. Además los proyectos no han sido orientados para que den un retorno de capital interesante.

En el pasado, no se favoreció el desarrollo de estas tecnologías debido a proyectos no concebidos ni manejados adecuadamente, a la poca demanda, y a la carencia de un entorno macro-económico que incentive la inversión. Sin embargo en el Perú existen subsidios para los combustibles fósiles en la selva y para proyectos de extensión de la red creando un contexto desfavorable para las ER. Estos problemas forman parte de una experiencia acumulada y pueden ser superados.

2.1.1 Experiencia de inversión en proyectos de Energías Renovables

En el Perú, hay pocas experiencias de inversión en ER, básicamente orientada en fines productivos.

ITDG-Perú viene ejecutando el proyecto “Fondo de promoción de microcentrales hidroeléctricas”, por el cual se promueve e implementa un modelo de financiamiento de sistemas de generación de energía para zonas aisladas y modelos de organización apropiados para la sostenibilidad de los proyectos. El modelo financiero corresponde a un convenio suscrito entre el BID e ITDG-Perú, en ejecución desde 1994; el modelo organizativo corresponde a un trabajo desarrollado con el apoyo del ESMAP/Banco Mundial en un proyecto sobre búsqueda de alternativas económicas para la electrificación rural en el Perú

El modelo financiero combina un crédito blando con un fuerte cofinanciamiento de instituciones entre las cuales están, el gobierno central, gobiernos regionales y locales, organismos bilaterales, multilaterales y la población. A la fecha este modelo ha permitido la colocación de 24 créditos por un total de USD 850.000 y un palanqueo de más de USD 3.500.000 que han permitido poner en funcionamiento cerca de 1.6MW en zonas aisladas beneficiando directamente a más de 16.000 personas.

El CER-UNI a través de un primer proyecto de electrificación de la isla Taquile que fue apoyado por el PAE-MEM, ha logrado desarrollar un plan de acción que le ha permitido vender e instalar más de cuatrocientos SFD en cinco islas del lago Titicaca y una población ribereña. El proyecto trabaja otorgando préstamos blandos con cobros flexibles en función de los ingresos de los beneficiarios. El monto de inversión del proyecto es de USD 250.000, habiéndose recuperado USD 170.000 a la fecha y esperando recuperar el resto para el año 2004. Asimismo se espera una inversión de USD 150.000 en los próximos cinco años para ampliar su programa a otras zonas del país donde ya se están llevando a cabo los estudios preliminares.

Prácticamente no existe experiencia en el Perú en programas de inversiones en energía fotovoltaica, sin embargo si existe experiencia en energía fotovoltaica dentro del contexto de lucha contra la pobreza, con componentes totalmente subsidiados (desde la preparación del proyecto hasta la compra e instalación de los equipos) y no concebidos para la creación de un mercado sostenible.

El Ministerio de Salud y el Grupo de Apoyo al Sector Rural de la Pontificia Universidad Católica del Perú (GRUPO), ejecutaron entre los años 1997 y 1999, la instalación de alrededor de 450 sistemas fotovoltaicos para iluminación y refrigeración de vacunas en centros de salud y postas médicas en todo el país; este programa se ejecutó gracias al apoyo económico de la Unión Europea.

El Ministerio de Energía y Minas (MEM), a través de la Dirección Ejecutiva de Proyectos (DEP) ha instalado mil cien Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios (SFD) con el apoyo del Centro de Energías Renovables de la Universidad Nacional de Ingeniería (CER-UNI) en comunidades aisladas de la sierra y selva. Los SFD instalados son de propiedad del MEM y los beneficiarios no efectúan ningún pago por la energía que consumen; en la actualidad los equipos están en proceso de transferencia a la Empresa Administradora de Infraestructura Eléctrica (ADINELSA), que es la encargada de administrar todos los sistemas eléctricos que no han sido privatizados por el estado peruano. Asimismo la DEP está ejecutando un proyecto de electrificación rural a través de un proyecto GEF, donde se piensan instalar 12,500 SFD en comunidades rurales ubicadas alrededor de las ciudades de Jaén, Iquitos, Pucallpa y Puerto Maldonado. Este proyecto incluye además la elaboración de un mapa solar de las zonas de influencia del proyecto.

Para el diseño de una nueva iniciativa para fomentar el desarrollo de ER en el Perú, se tiene que tomar en cuenta la experiencia no exitosa del Programa de Crédito en Energías Renovables (PROER), financiado por el Gobierno Holandés. Las principales razones para el fracaso del programa fueron:

(a) la orientación del programa para actividades de reducción de pobreza,

- (b) la falta de capacitación a la institución financiera (COFIDE) para manejar el programa,
- (c) el uso de mecanismos financieros convencionales,
- (d) no involucrar a personas preparadas para manejar un programa de ER, y
- (e) el volumen reducido de la mayoría de los préstamos por proyecto.

Se asumió que con la existencia de una línea de crédito, los proyectos aparecerían por sí mismos. Las lecciones son entre otras que, en un futuro programa se debe dedicar más atención a las actividades de concientización, promoción y apoyo a las actividades de pre-inversión, demostración y diseminación

2.2 Creación de mercados para las ER

Una de las lecciones más importantes de las experiencias desarrolladas en ER en el Perú, es que ninguna iniciativa ha llevado a la creación de un mercado autónomo para las actividades o tecnologías implementadas. Para la creación de mercados sostenibles de tecnologías renovables es necesario hacer una división entre las tecnologías que aprovechan fuentes renovables de energía que pueden ser utilizadas en actividades productivas⁴ y las que no.

Este es evidentemente un criterio económico, y consiste en determinar que tecnologías pueden ser empleadas a un costo competitivo en comparación con las fuentes convencionales de energía. Esto es muy importante porque el tipo de incentivos, la metodología de difusión, los canales utilizados, objetivos de desarrollo, financiamiento, etc., son muy diferentes a las metodologías convencionales usadas.

La división de las tecnologías nunca será estática. Algunas tecnologías son de naturaleza mixta, por ejemplo, la electricidad producida con una mini-hidroeléctrica puede ser utilizada en ambos casos; actividades productivas durante el día y no productivas en la noche. Los sistemas fotovoltaicos suministran energía eléctrica de alta calidad, la cual puede ser utilizada para prolongar las horas útiles de iluminación.

2.3 Energías Renovables orientadas a actividades productivas

Dentro de las fuentes que se pueden incluir están la solar, eólica, geotermia biomasa, hidroeléctricas a pequeña escala (mini y micro). Las razones por la que se excluyen a la hidroeléctrica de gran escala son varias, entre ellas: las oportunidades de desarrollo están incluidas en los planes nacionales de electricidad. Además, aunque esta energía es renovable, algunas veces no es sostenible por su impacto ambiental negativo.

⁴ Una actividad productiva es aquella que aprovecha insumos, que son transformados para dar como resultado un bien o servicio

2.3.1 Solar

El aprovechamiento de la energía solar se puede realizar mayoritariamente en el uso térmico para el secado de alimentos, y/o productos agropecuarios. El aprovechamiento del sol para el secado de productos agrícolas se realiza desde épocas ancestrales, pero con carácter artesanal, que consiste en la exposición directa al sol de los productos. En la actualidad, el uso de secadores solares permitiría reducir en dos terceras partes, el tiempo de secado convencional, controlándose la humedad y apariencia (color) del producto, lo cual proporciona un mayor valor agregado al producto final.

Para desarrollar el mercado para esta tecnología, es necesario diseñar una estrategia orientada a aquellos productores que en alguna etapa del procesamiento de su cosecha incluyan el secado de sus productos. Algunos de los productos que pueden utilizar el secado solar de manera masiva son: café, plantas aromáticas, castañas, y madera.

2.3.2 Eólica

La energía eólica puede ser aprovechada para producir energía eléctrica que puede ser despachada a la red eléctrica convencional.

Para el caso de esta energía, sería favorable la ejecución de proyectos de gran escala en la franja costera peruana, por lo que se cuenta con el recurso eólico, infraestructura eléctrica y vías de comunicación de buena calidad, que permitirían su fácil aprovechamiento y la reducción de costos. Los equipos a utilizar serían aerogeneradores de medianas y grandes potencias (de por lo menos 400 kW).

El uso de turbinas eólicas puede ser una opción alternativa al uso de generadores diesel para la producción de energía eléctrica, en especial en la costa norte peruana donde se utilizan para abastecer de energía eléctrica a departamentos como La Libertad, Piura y Tumbes. Por lo tanto, será necesario realizar una promoción de este tipo de energía, a los actores del mercado eléctrico, para que incorporen dentro de su matriz energética el recurso eólico como fuente primaria de energía. Además es necesario impulsar la creación de normas que permitan el ingreso de la energía eólica de gran escala al mercado eléctrico nacional.

2.3.3 Geotermia

La explotación del recurso geotérmico debe de estar orientado a la producción de energía eléctrica, debido a la lejanía de las zonas potenciales, es difícil aprovechar directamente el calor para aplicación directa (como calefacción). En el Perú, el recurso se encuentra localizado en el sur del país, pero no ha sido cuantificado con exactitud. Se debe de promover la realización de estudios de exploración que permitan evaluar el potencial real de explotación del recurso y de ser factible, promover la instalación de plantas generadoras que puedan estar conectadas al sistema eléctrico nacional.

El aprovechamiento de este recurso se facilita debido a la existencia de la Ley de Geotermia, que permite la participación de generadores que aprovechen esta fuente en el mercado nacional eléctrico, con el incentivo de la exoneración de los impuestos de importación de los equipos necesarios para la explotación.

2.3.4 Biomasa

La biomasa se puede aprovechar por cuatro vías distintas: quema, gasificación, producción de metano y producción de combustibles líquidos.

Para la creación de un mercado para la utilización energética de la biomasa en el Perú deberán ser utilizados diferentes estrategias y modelos de diseminación. Así la tecnología de quema de biomasa sólida que es más apropiada a mayor escala tendría una aplicación en industrias mayores, comúnmente establecidas en la zona costera peruana. Asimismo estas industrias tienen mayor acceso al crédito, lo que podría simplificar el financiamiento de los proyectos. Sin embargo es necesaria una cobertura del riesgo para obtener capitales comerciales en términos favorables. También la creación ESCO's sería una posibilidad. La promoción de distintas oportunidades se podría efectuar a través de la colaboración de los gremios industriales, por lo que la diseminación y capacitación son también mucho más específicas y mejor orientada.

La gasificación de la biomasa estaría más orientada para su utilización en medios rurales que se encuentran aislados y no tienen acceso a la red eléctrica o lo tienen pero en condiciones costosas y/o con irregularidad de suministro. Por otro lado las industrias conectadas a la red podrían disminuir los costos energéticos en algunos casos, principalmente los costos en hora punta.

2.3.4.1 Quema

Se debe distinguir entre quema para producción directa de calor para procesos agro-industriales, quema para producción de vapor para procesos agro-industriales, quema para producción de vapor para la generación de electricidad, y para la producción de calor y electricidad (co-generación). Esta distinción es importante en razón de las escalas de la tecnología empleada: las dos primeras aplicaciones pueden empezar a pequeña escala, pero las dos últimas son normalmente a una escala mucho mayor.

2.3.4.2 Gasificación

En este caso la biomasa es gasificada en condiciones de restricción de oxígeno (pirólisis). La tecnología existente va desde algunos kilovatios hasta los megavatios.

Existen tres formas distintas de utilización: el gas es utilizado para producción térmica directa, esto es lo más simple y no presenta dificultades tecnológicas y/o operacionales. La segunda vía es la utilización del gas para substituir al diesel (después de ser debidamente purificado) en la generación de energía eléctrica. Esta última presenta una tecnología extremadamente útil para la substitución de diesel (hasta el 90%) en pequeñas unidades industriales y en sistemas aislados (electrificación rural). La tecnología existe comercialmente a partir de gasificadores de 10 kW. Una

tercera es la gasificación para su aprovechamiento en plantas de ciclo combinado para generación de electricidad, la escala en esta tecnología es de decenas de megavatios.

2.3.4.3 Biometanación (biogas)

En el proceso de biometanación, desperdicios orgánicos o biomasa con alto contenido de humedad se alimentan a un recipiente llamado digestor biológico. Por la acción de microorganismos adecuados, la materia orgánica se transforma en biogás (una mezcla de bióxido de carbono y metano esencialmente), que puede aprovecharse como combustible, produciéndose además lodos residuales empleables como mejoradores de suelos o fertilizantes. Esta tecnología ya está probada e introducida a gran escala en Asia, pero su aplicación exitosa es para unidades familiares.

El biogás también se produce en rellenos sanitarios, que contienen gran proporción de desechos orgánicos húmedos, generándose metano y el bióxido de carbono en el interior del relleno. Por ejemplo, un relleno sanitario de la Ciudad de México con 5.6 millones de toneladas de residuos sólidos produce suficiente biogás para alimentar una planta de 5 MW de capacidad para operar durante 10 años.

2.3.4.4 Combustibles líquidos

Los procesos de fermentación de alcohol y su destilación son conocidos y empleados por las sociedades humanas desde la antigüedad para la producción de vinos y aguardientes. A través de este mismo proceso es posible obtener etanol, un alcohol que se emplea actualmente como combustible en la sustitución de la gasolina o mezclado con ella, y como insumo en la obtención de productos químicos (vitaminas, antibióticos, solventes y otros).

La caña de azúcar, el sorgo dulce, las frutas y la remolacha son los cultivos más fácilmente convertibles en etanol; los azúcares base de la fermentación se obtienen con pretratamientos suaves tales como prensado, corte o lavado de los cultivos. Los procesos de fermentación tienen una eficiencia de conversión muy alta, ligeramente superior al 85%. El uso intensivo del etanol puede ser motivado por su habilidad para sustituir a la gasolina o utilizarlo como componente oxigenante de la gasolina y antidetonante principalmente de dos maneras:

- En vehículos de gasolina (90% gasolina y 10% etanol en volumen) gasoil, esto se practica sin ninguna modificación al motor.
- Etanol como sustituto de la gasolina. Una mezcla de 85 % etanol y 15% gasolina (E85) es un combustible viable para vehículos ligeros, éstos pueden operar con cualquier proporción de etanol mezclado con gasolina, teniendo como límite 85%. Algunos autobuses y camiones con la adecuada modificación a sus motores diesel, pueden operar con etanol casi puro.

2.3.5 Energía hidroeléctrica a pequeña escala (mini y micro)

Existen en el Perú experiencias exitosas de diseminación de esta tecnología, siempre relacionadas con actividades productivas. La energía hidráulica puede ser utilizada directamente como energía mecánica para mover molinos, prensas, etc. Su aprovechamiento más común es la generación eléctrica para ser transformada en

energía mecánica o para ser utilizada directamente en dar electricidad a la población. Existe en el Perú una industria nacional de producción de equipos completamente desarrollada y competitiva.

Existen mecanismos que facilitan el desarrollo de proyectos hidroeléctricos que permiten la participación del sector privado y no requieren la aplicación de subsidios para la tecnología. La hidroeléctrica permite la generación de energía para su venta a la red. También permite la electrificación rural de comunidades aisladas a las que no puede llegar la red convencional, y puede ser más económico generar su propia electricidad aún existiendo una red eléctrica.

2.4 Energías Renovables no orientadas a actividades productivas

Dentro de las tecnologías que no están orientadas a actividades productivas se incluyen a la energía solar fotovoltaica, la energía eólica y la energía solar térmica. Una diferencia importante, es que los sistemas fotovoltaicos y eólicos se aplican principalmente a pequeños consumos en poblaciones rurales aisladas. La tecnología es importada, y no existe un mercado completamente desarrollado. En el caso de la energía solar térmica, esta se aprovecha mediante el uso de termas solares para el calentamiento de agua principalmente en zonas urbanas, el componente nacional de producción es elevado, existen intereses comerciales y un mercado más o menos dinámico.

2.4.1 Energía solar fotovoltaica

Hay situaciones en las que los sistemas fotovoltaicos son la opción de menor costo a largo plazo, sin embargo tiene la barrera del elevado costo inicial de los equipos y de la instalación. Diversos programas del gobierno y provenientes de apoyos multilaterales y bilaterales se han empezado en el Perú.

La creación de un mercado para la tecnología fotovoltaica es un proceso de larga duración. Hay iniciativas bien concebidas (programa PAE-MEM, iniciativas del GEF), pero que no llevan a la creación de un mercado sostenible. Por tanto, es necesario una mayor intervención y creación de mecanismos para superar la barrera de los costos iniciales, como por ejemplo líneas de crédito para fabricantes, distribuidores o beneficiarios.

2.4.2 Energía eólica

El aprovechamiento de la energía eólica se orienta hacia la producción de energía eléctrica y el aprovechamiento mecánico para el bombeo de agua. Los aprovechamientos se dan en la costa principalmente y en algunas zonas andinas donde se conoce el buen potencial del viento por experiencia más que por la disposición de información sobre el recurso. Actualmente ITDG y la empresa WAIRA, con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYTEC), están desarrollando equipos de poca potencia orientados al mercado rural. Asimismo el aprovechamiento del viento para bombeo es una práctica generalizada en los valles de

la costa existiendo diversos talleres artesanales que las fabrican. El aprovechamiento del viento como fuente de energía es una opción económica a largo plazo, por lo que la implementación de sistemas de financiamiento apropiados favorecerían su utilización.

2.4.3 Energía solar térmica

Debido al apoyo del ITINTEC que a inicios de la década de los ochenta realizó la transferencia tecnológica a pequeñas empresas de la ciudad de Arequipa, las termas solares se han popularizado en el sur del Perú. Actualmente alrededor del 5% de las viviendas de la ciudad de Arequipa usan termas solares. Algunas ciudades como Cuzco y Puno se está comenzando a crear un mercado para los calentadores solares. El principal problema para la introducción de esta tecnología es el costo inicial elevado y la poca información de la que disponen los usuarios en cuanto a sus beneficios por ahorro de electricidad.

La activación y crecimiento del mercado de los calentadores solares se podría efectuar con créditos a los fabricantes de termas solares, una reglamentación y la normalización (que está en curso). Además, para llegar a los sectores menos favorecidos, es posible producir sistemas utilizando materiales y métodos de fabricación más simples que evidentemente tienen menos rendimiento, pero que son mucho más baratos.