

PLAN NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

COMPONENTE SECTORIAL ENERGÍAS

2013

Contenido

I. GENERALIDADES	1
1. Antecedentes.....	1
2. Contextualización del sector de Energías, en concordancia con el marco legal normativo vigente	1
3. Diagnóstico de primera aproximación	4
4. Justificación	5
4.1. Justificación política.....	5
4.2. Justificación socioeconómica.....	7
4.3. Justificación técnico – operativa	9
5. Problemática a abordar en el Componente Sectorial	10
II. COMPONENTE SECTORIAL	11
6. Objetivos de desarrollo del Componente Sectorial.....	11
7. Líneas Estratégicas del Componente Sectorial.....	12
7.1. Línea estratégica 1: Investigación Científica y Tecnológica en Energías Renovables y No Convencionales.....	12
7.1.1. Programa 1: Eficiencia Energética en sistemas de poli generación de las Energías Renovables para su aplicación en zonas aisladas.....	12
7.1.2. Programa 2: Sistemas de almacenamiento de energía para su aplicación al campo de las Energías Renovables.....	12
7.1.3. Programa 3: Sistemas energéticos alternativos híbridos para usos en complejos	13
7.1.4. Programa 4: Desarrollo de la núcleo - electricidad.....	13
7.2. Línea 2: Investigación Científica y Tecnológica en Energías Convencionales ..	13
7.2.1. Programa 5: Desarrollo de Centrales Hidroeléctricas	14
7.2.2. Programa 6: Desarrollo de Centrales Termoeléctricas.....	14
7.2.3. Programa 7: Generación de Energía Geotérmica	14
7.2.4. Programa 8: Generación de productos energéticos a partir de Hidrocarburos	14
8. Conclusiones y Recomendaciones	15
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	17
Referencias generales	17
Referencias específicas	17
ANEXOS.....	17
Anexo 1. Análisis FODA	17
Anexo 2. Instituciones participantes.....	19
Anexo 3. Estadísticas de los participantes	20
Anexo 4. Mapa de intervención del Sector Energías.....	21



Índice de figuras

Figura 1. Estructura del Ministerio de Energía e Hidrocarburos, y de las instituciones o empresas dependientes del mismo.....	3
--	---

Figura 2. Resumen de líneas estratégicas y programas de investigación del Sector Energías	15
---	----

Índice de tablas

Tabla 1. Número de Maestros y Doctores en formación vinculados al campo de Energía e Hidrocarburos en la UMSA y la UMSS	7
Tabla 2. Inversión de financiamiento externo y/o nacional (ASDI, IDH, otros) para investigación, y formación de talentos humanos en Energía e Hidrocarburos, datos aproximados	8

Lista de siglas

ASDI	Agencia de Cooperación Sueca
COMIBOL	Corporación Minera de Bolivia
CPE	Constitución Política del Estado
EBIH	Empresa Boliviana de Industrialización de los Hidrocarburos
ENDE	Empresa Nacional de Electricidad
IDH	Impuesto Directo a los Hidrocarburos
LIB	Baterías de Ion Litio
MEH	Ministerio de Energía e Hidrocarburos
MMM	Ministerio de Minería y Metalurgia
ONG	Organismo no Gubernamental
PND	Plan Nacional de Desarrollo
SFV	Sistemas Fotovoltaicos
SIN	Sistema Conectado Nacional
UAJMS	Universidad Autónoma Juan Misael Saracho
UMSA	Universidad Mayor de San Andrés
UMSS	Universidad Mayor de San Simón
UNIVALLE	Universidad del Valle
UPSA	Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra
UTO	Universidad Técnica de Oruro
VEEA	Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas
YPFB	Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos



I. GENERALIDADES

1. Antecedentes

La gran potencialidad de los recursos energéticos existentes en el territorio nacional se constituyen en un recurso estratégico, no sólo porque el mismo debe responder a un derecho fundamental y esencial para el desarrollo integral y social del país (artículo 378, CPE), sino también porque este potencial debe ser transformado para su exportación y generación de recursos económicos. Estos elementos determinan que la política nacional asegure el desarrollo del sector, generándose altas demandas en Ciencia, Tecnología, e Innovación, como en la Formación y/o Capacitación de Talentos Humanos. No obstante, estos elementos claves actualmente son descuidados por los diferentes actores del Sistema (el Estado, los demandantes, los generadores de conocimiento). En este marco se hace indispensable consolidar al sector dentro el Sistema Boliviano de Innovación, como un componente clave, que coadyuvará al desarrollo del País.

2. Contextualización del sector de Energías, en concordancia con el marco legal normativo vigente

La gran potencialidad de la política energética, se enmarca en la Constitución Política del Estado (CPE), en el Plan Nacional de Desarrollo (PND) que responde al paradigma del Vivir Bien, en la Ley Marco de Autonomías, el Sistema de Planificación Integral del Estado Plurinacional, el Programa Electricidad Para Vivir con Dignidad y el Plan de Universalización Bolivia con Energía.

En la CPE en su Parte IV, Título II, Capítulo VI: Energía, se tiene artículos específicos:

Artículo 378 I. Las diferentes formas de energía y sus fuentes constituyen un recurso estratégico, su acceso es un derecho fundamental y esencial para el desarrollo integral y social del país, y se regirá por los principios de eficiencia, continuidad, adaptabilidad y preservación del medio ambiente. II. Es facultad privativa del Estado el desarrollo de la cadena productiva energética en las etapas de generación, transporte y distribución, a través de empresas públicas, mixtas, instituciones sin fines de lucro, cooperativas, empresas privadas, y empresas comunitarias y sociales, con participación y control social. La cadena productiva energética no podrá estar sujeta exclusivamente a intereses privados ni podrá concesionarse. La participación privada será regulada por la ley. 87.

Artículo 379 I. El Estado desarrollará y promoverá la investigación y el uso de nuevas formas de producción de energías alternativas, compatibles con la conservación del ambiente. II. El Estado garantizará la generación de energía para el consumo interno; la exportación de los excedentes de energía debe prever las reservas necesarias para el país.



Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

El PND, aprobado mediante D.S. 29272, estructura los siguientes lineamientos estratégicos para el desarrollo energético en el País:

- *Soberanía Energética*

Política

Garantizar y consolidar la soberanía energética del Estado, ejerciendo a nombre y en representación del Pueblo Boliviano la propiedad de los recursos naturales y la administración de sus rentas y beneficios.

- *Seguridad Energética*

Política

Alcanzar y garantizar la autosuficiencia e independencia energética para el abastecimiento energético del mercado interno.

Política

Diversificar la matriz energética, garantizando la producción con el uso sustentable y eficiente de los recursos energéticos.

- *Universalización Energética*

Política

Asegurar el acceso universal y equitativo del suministro de gas natural y electricidad.

- *Eficiencia Energética*

Política

Fomentar y desarrollar, el uso eficiente de la energía en sus diferentes formas, con el menor impacto socio ambiental.

- *Industrialización*

Política

Desarrollar la industria de los recursos naturales energéticos, enfocada en ejes regionales para un desarrollo equilibrado, que consiga el beneficio equitativo del país.

- *Integración Energética*

Política

Consolidar y ampliar los mercados externos con los excedentes energéticos, buscando complementariedad y subsidiaridad económica a partir de espacios de integración ampliados

- *Fortalecimiento del Sector Energético*

Política

Reestructurar, consolidar y fortalecer las instituciones y empresas públicas del sector energético para el logro de la nueva visión de país y de la política energética.

Asimismo, el PND en la matriz de desarrollo productivo, define al sector electricidad como estratégico, generador de excedentes, dinamizador de los sectores: agropecuario, de



Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

transformación, industria, transporte, turismo y vivienda, que son los generadores de empleo e ingresos.

El Plan de Universalización Bolivia con Energía (2010 – 2025)

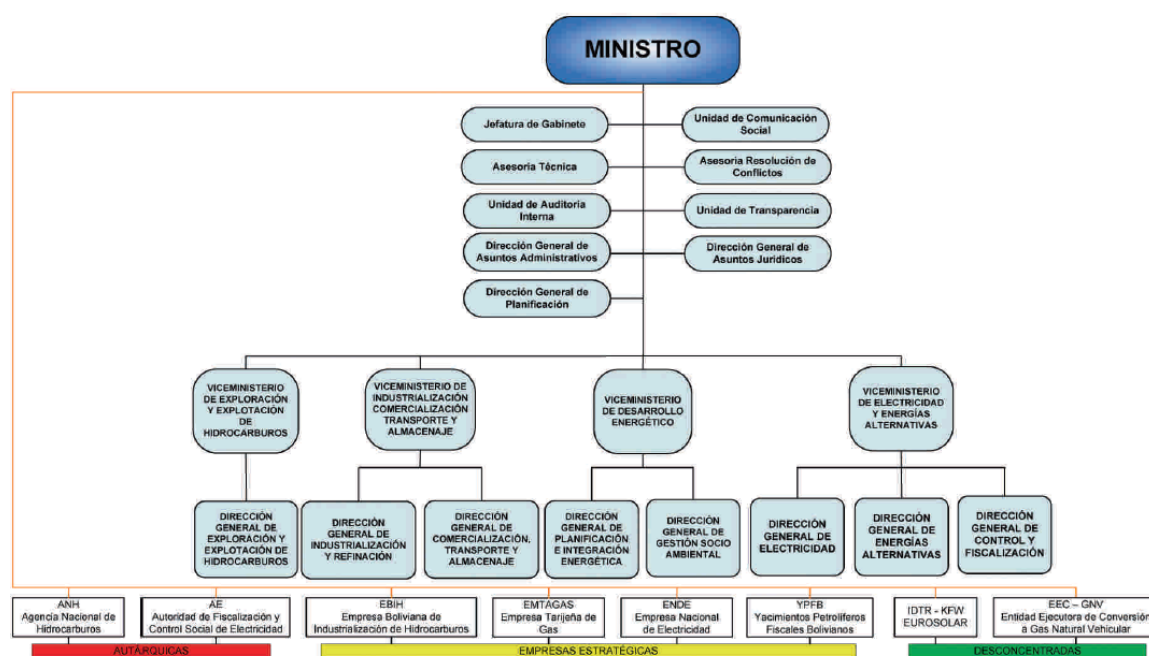
El nuevo enfoque del Plan, pretende la delimitación de responsabilidades y coordinación entre las entidades normativas, técnicas y ejecutoras para que encaren de manera estructural el desarrollo de infraestructura de cobertura eléctrica, mediante una planificación que parta del nivel central, que pase por las gobernaciones y culmine en los municipios, con el fin de obtener financiamiento con metas, prioridades, etapas y tecnologías ya definidas, sujetas a los intereses nacionales y regionales.

El Decreto Supremo 29635: Programa Electricidad para Vivir con Dignidad

El objetivo de este programa es contribuir al significativo incremento de la cobertura del servicio eléctrico, hasta lograr el acceso universal. Para ello se pretende incentivar la combinación de inversión pública y privada a través de la aplicación de diferentes alternativas tecnológicas, tales como: sistemas fotovoltaicos, generadores eólicos, micro centrales hidroeléctricas y pico centrales hidroeléctricas, densificación y extensión de redes, entre otros.

La Gestión para el desarrollo de la Política Energética es implementada desde el Ministerio de Energía e Hidrocarburos, y operativizada mediante empresas autárquicas, estratégicas y desconcentradas.

Figura 1. Estructura del Ministerio de Energía e Hidrocarburos, y de las instituciones o empresas dependientes del mismo.



3. Diagnóstico de primera aproximación

La actividad científica y de formación en el sector energético es desarrollada fundamentalmente por el sector universitario, estos encaran actividades orientadas fundamentalmente al campo de la Energías Renovables, y en menor medida en Energías Convencionales.

Universidad Mayor de San Andrés (UMSA):

- Instituto de Investigaciones Hidráulicas: Micro - centrales Hidroeléctricas.
- Instituto de Investigaciones Químicas: Sistemas Fotovoltaicos, Sistemas de Fotocatalíticos de Remediación Ambiental, y Sistemas de Almacenamiento de Energía.
- Instituto de Investigaciones Mecánicas y Electromecánica: Sistemas Fotovoltaicos, Transformación de vehículos a sistemas híbridos gas – gasolina, gas – eléctricos.
- Instituto de Investigaciones Físicas: Sistemas Eólicos, Materiales para Sistemas Fotovoltaicos.
- Instituto de Ecología: Sistemas termo - solares, cocinas mejoradas.
- Instituto de Procesos Químicos: Producción de biocombustibles y su aplicación.

Universidad Mayor de San Simón (UMSS):

- Centro de Tecnología Agroindustrial: Sistemas de Poli - generación, Producción de biocombustibles y su aplicación.
- Departamento de Eléctrica y Electrónica: Producción de biocombustibles y su aplicación.
- Centro de Tecnologías de Fabricación: Sistemas Eólicos
- Departamento de Mecánica: Producción de biocombustibles y su aplicación.

Universidad Técnica de Oruro (UTO):

- Instituto de Investigación Mecánica – Electromecánica: Sistemas Fotocatalíticos, Biocombustibles.



Universidad Autónoma Juan Misael Saracho (UAJMS):

- Carrera de Química, y Carrera de Física: Investigación en energías alternativas.

Universidad Nacional Siglo XX

- Investigación en energías alternativas

Universidad Indígena Tupac Katari:

- Investigación y formación en sistemas fotocatalíticos en el área de energías alternativas

Entre las Universidades Privadas se identifica principalmente actividades de formación, y en menor medida actividades de investigación, entre las cuales destacan:

Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

- Universidad Católica Boliviana: SFV, Eólico, Bioenergía.
- Universidad del Valle: Automóviles eléctricos.
- Universidad Simón I. Patiño: Formación en el campo de energías alternativas.
- Universidad Privada Boliviana: Sistemas Fotocatalíticos.

Entre centros privados (Consultoras, Organismos No Gubernamentales, y Empresas Privadas), excepcionalmente se identifica en ONG actividades de investigación:

- Energética (Energías alternativas en General)
- Complejo Solar Oruro (Sistemas Termosolares, y Fotovoltaicos)
- Inti Illimani: Sistemas Termosolares
- ECO ENERGÍA FALK: Energías Alternativas en general.
- ONG Achitapiyña
- SERCOIN: Empresa Importadora de sistemas, e instalación.
- CEDESOL: Empresa importadora de sistemas e instalación.

En el campo de Energías Convencionales sólo se identifican trabajos de grado en las carreras de electricidad y electromecánica de diferentes universidades del país.

4. Justificación

4.1. Justificación política

El Estado Plurinacional de Bolivia está desarrollando un gran número de proyectos vinculados a la generación de energía eléctrica (plantas hidroeléctricas, geotérmicas, y otras), que pretenden alimentar al Sistema Interconectado Nacional, y para la exportación. Por otro lado, una evaluación de la distribución de Energía para consumo eléctrico domiciliario muestra que al 2010 se ha llegado a una cobertura de área urbana de 90.1%, en el área rural de 52,7%, con una media nacional de 77.1%, existiendo más de 600.000 familias sin este derecho fundamental, primordial en el marco del “vivir bien”. En este contexto se creó el “Programa Electricidad para Vivir con Dignidad-PEVD” (D.S. 29635 9/07/08), para contribuir significativamente al incremento de la cobertura del servicio eléctrico, el cual pretende pasar en el área urbana del 90,1% de cobertura dada el 2010 al 100% para el 2020, en cambio el sector menos favorecido, que es el área rural deberá pasar del 50% en el 2010, al 87% en el año 2020, y lograrse el Acceso Universal para el 2025. La estrategia estatal para lograr este objetivo pretende una ampliación del Sistema Interconectado Nacional - SIN (implementando nuevas centrales termoeléctricas, hidroeléctricas, y geotérmicas), y el desarrollo de las energías renovables (Sistemas fotovoltaicos – SFV, eólicos, Híbridos, Micro y Pico centrales Hidroeléctricas).

El Ministerio de Energía e Hidrocarburos, y varias de sus empresas dependientes, han propuesto varios programas que fortalezcan el desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación, y en especial la formación o capacitación de talentos humanos:



Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

- Programa 4: Desarrollo de la Investigación, Transferencia Tecnológica, Promoción y Difusión, Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas - VEEA.
- Programas de formación y capacitación de Talentos Humanos y Desarrollo de Ciencia y Tecnología de YPFB, EBIH, ENDE.

Lastimosamente los mismos o no están siendo ejecutados, como es el caso del Programa del VEEA, o sólo cumplen con niveles de capacitación y en menor medida formación de talentos humanos YPFB, EBIH, ENDE.

El Plan Nacional de Desarrollo ha servido de base para estructurar una política energética bajo los siguientes criterios:

- Soberanía Energética
- Seguridad Energética
- Universalización Energética
- Eficiencia Energética
- Industrialización
- Integración Energética
- Fortalecimiento del Sector Energético

Por otro lado, la Política Energética demanda una alta sinergia en un sector conjunto de Energía e Hidrocarburos, dado que en el país actualmente la matriz energética Nacional es altamente dependiente de los Hidrocarburos procesados (gas natural, gasolina, diesel, y otros), fundamentalmente para sectores como transporte e industria.

Estos procesos generan una alta demanda de Talentos Humanos, y de Desarrollo en Ciencia, Tecnología e Innovación, en el sector asociado de Energía e Hidrocarburos necesario a ser desarrollado en el país, para contribuir al los logros del sector.



Por otro lado, el sector generador de conocimiento centrado en las universidades está desarrollando programas específicos para el sector energético:

- Programa de Energía e Hidrocarburos de la UMSA centrado en desarrollo de investigación científica, tecnológica en el campo de Hidrocarburos y energías alternativas (Solar, eólica, Micro centrales Hidroeléctricas, y otras) y en formación de talento humano (Maestrías diversas vinculadas al sector).
- Programa de Energía de la UMSS, que orienta el campo de investigación y desarrollo a la poli generación de energía, sistemas eólicos, y otros, y ha implementado un programa específico de Doctorado en el campo de Energía iniciado el 2004.
- Programas de Post Grado en el campo de Gestión de Hidrocarburos por universidades privadas, como la UPSA, UNIVALLE, y otras.

4.2. Justificación socioeconómica

La generación de Ciencia, Tecnología e Innovación en el sector, como la generación de talento humano, permitirá contribuir al desarrollo de programas y proyectos del sector orientados a: alcanzar la universalización de la energía eléctrica al 2025, la disponibilidad de energía en el sector rural para el emprendimiento productivo, el desarrollo y transformación del Estado Plurinacional de Bolivia en un centro Energético Regional (con la generación de energías hidroeléctrica y geotérmica), la transformación de los recursos hidrocarburíferos a productos energéticos de mayor valor agregado (PND), y otros.

Estos beneficios contribuirán al “Vivir Bien”, y al desarrollo industrial en este sector estratégico, generador de excedentes.

En el Estado Plurinacional de Bolivia actualmente se está formando talento humano en el sector Energético a través de los Programas del sector existentes en las Universidades Estatales (UMSA: Programa de Energía e Hidrocarburos – UMSS: Programa de Energía, UAJMS: Programa de Hidrocarburos). Estos programas están financiados por recursos externos (Cooperación Sueca – ASDI, cooperación Noruega, y otros), y nacionales (recursos de los Impuestos Directos de los Hidrocarburos – IDH administrado por cada universidad). En este marco para el periodo 2008 al 2017 se proyecta formar 20 doctores y 20 maestros en el sector conjunto Energía - Hidrocarburos, bajo el detalle que se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Número de Maestros y Doctores en formación vinculados al campo de Energía e Hidrocarburos en la UMSA y la UMSS

Universidad	Maestros	Doctores
UMSA	20	10
UMSS		10
Totales	20	20



Adicionalmente, la UMSS ha desarrollado un programa de doctorado en energía (autofinanciado – costo para los estudiantes de doctorado), iniciado el 2007 para su finalización al 2013, del cual se proyecta la formación de 6 doctores.

Este potencial es insuficiente para cubrir las demandas nacionales en el Sector, por lo que en el presente Componente se proyecta por lo menos alcanzar la formación de 40 maestros y 40 doctores hasta el 2017.

En relación a equipamiento y desarrollo de proyectos, se identifica a tres universidades (UMSA, UMSS, y UAJMS) que ya están invirtiendo fondos de cooperación externa o nacional en el desarrollo de sus programas específicos, con lo cual están implementando

Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

laboratorios específicos (equipamiento), y consolidando el desarrollo de Proyectos de Investigación Científico, Tecnológico e Innovación (tabla 2).

Tabla 2. Inversión de financiamiento externo y/o nacional (ASDI, IDH, otros) para investigación, y formación de talentos humanos en Energía e Hidrocarburos, datos aproximados

<i>Universidad</i>	<i>Periodo 2008 – 2012 (U\$ Americanos)</i>	<i>Periodo 2013 – 2017(*) (U\$ Americanos)</i>
UMSA	1.300.000	2.200.000
UMSS	1.100.000	2.400.000
UJMS		300.000
Totales	2.400.000	4.900.000

[Ref. Coordinadores de Proyectos, o Departamentos de Investigación y Post Grado de las universidades (* Datos solicitados, dependientes de aprobación)]

Por otro lado, desde el estado se han identificado varios programas que podrían articular sinérgicamente para contribuir a la formación de Talentos Humanos, y a la generación de Conocimiento (Proyectos de Investigación y Desarrollo) para el sector:

- Ministerio de Energía e Hidrocarburos, Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas

Programa 4: “Desarrollo de la Investigación, Transferencia Tecnológica, Promoción y Difusión”

Este Programa busca aprovechar los avances tecnológicos, para orientar las mejores opciones de inversión, en coordinación con las instituciones y sectores involucrados, para la realización de estudios, proyectos de pre-inversión e inversión, mediante la aplicación de las diferentes tecnologías. Se promoverá la investigación y consolidación en centros de formación integral de diversos grados académicos, especializados en las energías alternativas, a nivel nacional e internacional, para el desarrollo de capacidades locales, que fortalezcan las instituciones del sector eléctrico boliviano, a partir de una red interinstitucional de entidades, entre ellas universidades, centros de investigación, ONG, cooperación internacional e instituciones públicas.



- Ministerio de Energía e Hidrocarburos – Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos – YPFB Corporación:

Presentan un programa de Capacitación, Formación, e Investigación del campo de Hidrocarburos (exploración, explotación, refinación, transporte, e industrialización), y en alguna medida en Energías Alternativas, con inversiones del orden de 700.000 U\$ americanos por año.

- Ministerio de Energía e Hidrocarburos – Empresa Boliviana de Industrialización de los Hidrocarburos:

Se está estructurando un programa de Capacitación, Formación e Investigación en los campos de Hidrocarburos, y Energías Alternativas, su inversión está en proceso de definición.

Sinergias:

- Ministerio de Minería y Metalurgia – Corporación Minera de Bolivia:

El Sector de Energía, pretende el desarrollo de las energías renovables (Sistemas Fotovoltaicos, Sistemas Eólicos, e Híbridos), estos sistemas son altamente dependientes de los sistemas de Acumulación de Energía, actualmente a nivel mundial, y en el Estado Plurinacional de Bolivia en particular, se está investigando la sustitución de las tradicionales baterías de plomo por las de ion litio, en este contexto, la Política Nacional de Industrialización de los Recursos Evaporíticos, procura alcanzar a procesos de industrialización de estos recursos hasta llegar a la producción de acumuladores de energía (baterías de ion litio - LIB) para diferentes aplicaciones del campo de las energías alternativas (en especial sector automotriz, y para sistemas fotovoltaicos y/o eólicos), en este marco el Ministerio de Minería y Metalurgia, a través de la Corporación Minera de Bolivia - COMIBOL proyecta invertir para el desarrollo de un Centro de Integral de Investigación y Desarrollo para el campo de industrialización de evaporíticos, y en especial para el campo de sistemas de acumulación de energía (LIB).

4.3. Justificación técnico – operativa

En el Estado Plurinacional de Bolivia la oferta y el consumo de energía incluye las actividades de producción de energéticos primarios, como son: el gas natural (80%), abundante en el país, el petróleo condensado y/o gasolina natural (13 %), la biomasa (6%), y la hidroenergía (1%), y su transformación en energía secundaria, como: la electricidad, y la producción de derivados de petróleo, pese a esto no existe un equilibrio interno, siendo alta la exportación de gas natural (96.5%) y crudo reconstituido (3,5%), y en menor escala, la importación de Diesel Oil, Gasolina Especial, Gasolina de Aviación, Aceites y Grasas, dado que en Bolivia no se dispone de hidrocarburos pesados.



En el territorio nacional, según datos del MEH del 2011, la hidroenergía es aplicada fundamentalmente para plantas de generación de energía eléctrica (hidroeléctricas) (39,3%), el gas natural para plantas termoeléctricas (58,9%), y en menor medida queda la generación de electricidad a partir de Biomasa (1,7%).

Por otro lado, existen altas demandas de energía para el sector de transporte, generación de alimentos, sector productivo, pesca, y otros.

En el campo de la energía en base a hidrocarburos (gasolina, diesel, gas natural y otros), fundamentalmente para el sector domiciliario del área urbana, transporte, e industria, se procura el desarrollo de la industria de los hidrocarburos (nuevas plantas de producción, de refinación, separación, e industrialización).

El PND proyecta que la Ciencia, Tecnología e Innovación, se constituya en un instrumento que contribuya el desarrollo de los diferentes sectores, en este caso del Campo Energético, existe una alta demanda en la formación y capacitación talento humano, y la generación de Ciencia, Tecnología e Innovación, que contribuyan al desarrollo de los diferentes programas y proyectos del sector, y a largo plazo responder a las necesidades nacionales del sector.

El desarrollo de Ciencia, Tecnología e Innovación en el sector de Energías, está estructurado a partir de la articulación sinérgica del sector demandante: Ministerio de Energía e Hidrocarburos, empresas dependientes del mismo (YPFB, EBH, ENDE, y otras), y el sector generador de conocimiento: Universidades, Centros de investigación, otros, a través de redes de investigación y desarrollo, bajo la estructura del Sistema Boliviano de Innovación, en este marco como se mencionó ya existen programas y proyectos específicos para el campo de Ciencia, Tecnología, y de formación y/o capacitación de Talentos Humanos, propuestos o en funcionamiento, definidos por los diferentes actores del sistema, no obstante es necesario concretar la sinergia de los mismos a partir de redes de investigación y formación de talentos humanos. Las mismas no sólo deben enfocar el accionar de los actores del sistema de energía estructurado, sino deberá permitir la interacción con otros sistemas como el de minería, medio ambiente, hidrocarburos, y otros, con los cuales se encuentran programas conjuntos en Ciencia, Tecnología e Innovación.

5. Problemática a abordar en el Componente Sectorial

El sector energético se constituye en la gran potencialidad y recurso estratégico, definido en el PND, y puesto en marcha por el Ministerio de Energía e Hidrocarburos, a través de sus diferentes instituciones operativas, demuestran que para el logro del mismo, es necesario a corto o mediano plazo un fortalecimiento del desarrollo de la Ciencia, Tecnología e Innovación en el sector, así como la dependencia de la formación o capacitación de talento humano en diferentes tópicos de interés inmediato:

- Desarrollo de las Energías Alternativas (Sistemas Fotovoltaicos – SFV, Eólicos, Termo solares, Micro y Pico centrales Hidroeléctricas, e híbridos) para electrificación domiciliaria, o para el desarrollo de complejos productivos en el área rural.



Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

- Desarrollo de capacidades en Gestión y Desarrollo de Proyectos en el campo del sistema de Generación de Electricidad (Hidroeléctricas, Termoeléctricas, Geotérmica).
- Desarrollo en el campo de la Eficiencia Energética, tanto para sistemas tradicionales – Sistema Interconectado Nacional SIN, como para sistemas de Energía Renovables.

Otros campos sinérgicos con otras áreas, como:

- Sistemas de Almacenamiento de Energía (Baterías de ion Litio) para el campo de Energías Renovables, esto fundamentalmente por el programa de Minería centrado en una de sus líneas en el desarrollo de productos con valor agregado en el Estado Plurinacional de Bolivia a partir de recursos Evaporíticos (Litio).
- Sistemas de Remediación Ambiental y Conservación de la Biodiversidad, en función de la instalación de las Plantas Hidroeléctricas, Termoeléctricas, o Geotérmicas.
- Sistemas de transformación de Hidrocarburos a productos con valor agregado de interés en el campo Energético.

Por otro lado, es necesario que los diferentes programas existentes en el sector sean concretizados, definiendo acciones y estrategias específicas, así como la gestión de los recursos necesarios, desde los diferentes actores participantes en la red, o financiadores externos.

II. COMPONENTE SECTORIAL



6. Objetivos de desarrollo del Componente Sectorial

Línea estratégica 1:

Investigación Científica y Tecnológica en Energías Renovables y No Convencionales: Desarrollar Ciencia, Tecnología e Innovación en Energías Renovables y No Convencionales como un instrumento para su generación y utilización eficiente en el marco de la Política energética.

Línea estratégica 2:

Investigación Científica y Tecnológica en Energías Convencionales: Desarrollar Ciencia, Tecnología e Innovación en el campo de Energías Convencionales, para contribuir a la implementación de centrales hidroeléctricas, termoeléctricas y geotérmicas altamente eficientes en el país.

7. Líneas Estratégicas del Componente Sectorial

7.1. Línea estratégica 1: Investigación Científica y Tecnológica en Energías Renovables y No Convencionales

Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

La producción de energías limpias, alternativas y renovables no es una cultura o un intento de mejorar el medio ambiente, sino una necesidad para lograr el bienestar común.

7.1.1. Programa 1: Eficiencia Energética en sistemas de poli generación de las Energías Renovables para su aplicación en zonas aisladas

La política nacional de electrificación, a través del Programa de Electricidad para Vivir con Dignidad (PEVD), pretende lograr una cobertura nacional de electrificación del 100% al 2025, esto implica llegar a ceca de 500.000 hogares con electrificación domiciliaria, de los cuales cerca a 400.000 están en el área rural. La generación de energía para cubrir las demandas en el área rural, es muy complicado por la alta dispersión de hogares en muchas regiones del territorio nacional, que se encuentra alejadas del sistema Integrado Nacional, por lo que la mejor alternativa de electrificación es el uso de sistemas de poli generación con energías renovables (eólico, solar, micro centrales hidroeléctricas, otros). Para que estos sistemas tengan una vida útil adecuada en el tiempo, es necesaria una instalación adecuada y una administración específica que permita su desarrollo bajo criterios de sostenibilidad con Eficiencia Energética, para lograr esto es fundamental una intervención fuerte con programas de Investigación y Desarrollo que contribuyan a estos propósitos.



7.1.2. Programa 2: Sistemas de almacenamiento de energía para su aplicación al campo de las Energías Renovables

Los sistemas de almacenamiento de Energías Renovables, actualmente están basados en baterías de Plomo, las mismas al ser instalados en áreas rurales dispersas en sistemas renovables que habitualmente presentan una vida útil tres veces mayor que estos sistemas de almacenamiento de energía, y dado que no existen mecanismos adecuados de recuperación de estas baterías de plomo, terminan siendo desechadas en el área rural, sin los cuidados adecuados, generando un alto impacto ambiental. Una alternativa en investigación y desarrollo a nivel mundial, y de alto interés en Bolivia (por su potencial desarrollo de estas baterías dentro la cadena productiva de litio, existente en nuestros Recursos Evaporíticos), es su utilización como sistemas de almacenamiento para energías renovables, con ventajas como su mayor tiempo de vida (próximo al de

sistemas de energías renovables), menor volumen y alta eficiencia energética, que podrían permitir una utilización eficiente de las mismas, pero aun con costos relativamente altos, adicionalmente sus niveles de contaminación son mucho menores que las de plomo. En este marco, su utilización adecuada, en función de las condiciones de demanda nacional en áreas dispersas, y en condiciones ambientales extremas en muchos casos, por las características de nuestro territorio, demandan el desarrollo de un conocimiento científico y tecnológico, que permite consolidar esta potencialidad.

7.1.3. Programa 3: Sistemas energéticos alternativos híbridos para usos en complejos

El Estado Plurinacional de Bolivia, en el marco de su política productiva, prioriza el desarrollo de complejos productivos comunitarios en áreas rurales, dentro este marco, la política en energías alternativas, impulsa como un eje, el promocionar emprendimientos técnico y económicamente sostenibles para las aplicaciones productivas de las energías alternativas, siendo que en muchas zonas con potencial para el desarrollo productivo comunitario no llega el Sistema Interconectado Nacional, por sus altos costos de instalación, la alternativa que el país está desarrollando es la utilización de sistemas de energías no convencional, que permitan alcanzar demandas medias de energía necesarias para el desarrollo productivo. La aplicación eficiente de estos sistemas debe ser evaluados bajo criterios científicos y tecnológicos, por lo que se hace necesario constituir programas de investigación y desarrollo que enfoque sus esfuerzos a este propósito.

7.1.4. Programa 4: Desarrollo de la núcleo - electricidad

Bolivia entre sus potenciales en recursos mineros dispone de elementos radiactivos adecuados para el desarrollo de sistemas de generación de energía nuclear, la cual presenta un alto potencial para la producción de electricidad que podría alimentar el SIN. Estas iniciativas nacionales, implican un programa de largo alcance (25 años), para el desarrollo adecuado de capacidades científicas y tecnológicas que promuevan el desarrollo de capacidades nacionales, y permitan una transferencia tecnológica adecuada. En este contexto es importante consolidar un programa de Investigación y Desarrollo de la Energía Nuclear orientado al sistema de electrificación.



7.2. Línea 2: Investigación Científica y Tecnológica en Energías Convencionales

Mediante las expresiones energía no renovable o energías convencionales, se alude a fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en cantidades limitadas, las cuales, una vez consumidas en su totalidad, no pueden sustituirse, ya que no existe sistema de producción o de extracción económicamente viable. De esta índole de energías existen dos tipos: combustibles fósiles y combustibles nucleares.

7.2.1. Programa 5: Desarrollo de Centrales Hidroeléctricas

En el Estado Plurinacional de Bolivia está impulsando el cambio de la Matriz Energética, el cual pretende incrementar el aporte del sector hidroeléctrico desde 32 % (2012) al 60% (el 2025), este propósito incluye la generación de excedentes en energía eléctrica (3.000 MW), que podrán ser exportados. En este contexto, se están desarrollando una gran cantidad de proyectos en el campo de generación de electricidad por fuentes hídricas (Miguillas, Rositas, Misicuni, San José, Tahuamanu, Rio Madera, Cachuela Esperanza, y Angosto del Bala), los cuales deben cuidar aspectos de eficiencia, preservación de los recursos naturales, y el medio ambiente, en este sentido estos proyectos demandan la necesidad de la generación de conocimiento específico que contribuyan a su implementación adecuada.

7.2.2. Programa 6: Desarrollo de Centrales Termoeléctricas

En el país actualmente se tiene un alto nivel de producción de electricidad a partir de sistemas termoeléctricos (67%), los mismos utilizan como insumo diesel, o gas natural, al mismo tiempo se pretende incrementar la producción de energía por este tipo de generación en el nacional (Termoeléctrica del Sur, y la de Chuquisaca). Estos sistemas demandan un programa específico que contribuyan a verificar o mejorar la eficiencia de los sistemas existentes, y a consolidar nuevos sistemas altamente eficientes y que cuiden su sinergia con la madre tierra. En este marco es necesario consolidar un programa de investigación, desarrollo y de formación de talentos humanos que respondan a estas demandas.

7.2.3. Programa 7: Generación de Energía Geotérmica

Un proyecto a consolidar al 2025, es consolidar la implantación de la Geotérmica Laguna Colorada (100 MW) ubicada en el sud oeste del territorio nacional, así mismo aprovechar la energía geotérmica existente en diferentes regiones de la cordillera oriental del país, la implementación de proyectos que aprovechen este recurso natural geotérmico, demandan la formación de talento humano, así como el desarrollo de un programa de investigación científica y tecnológica específico.

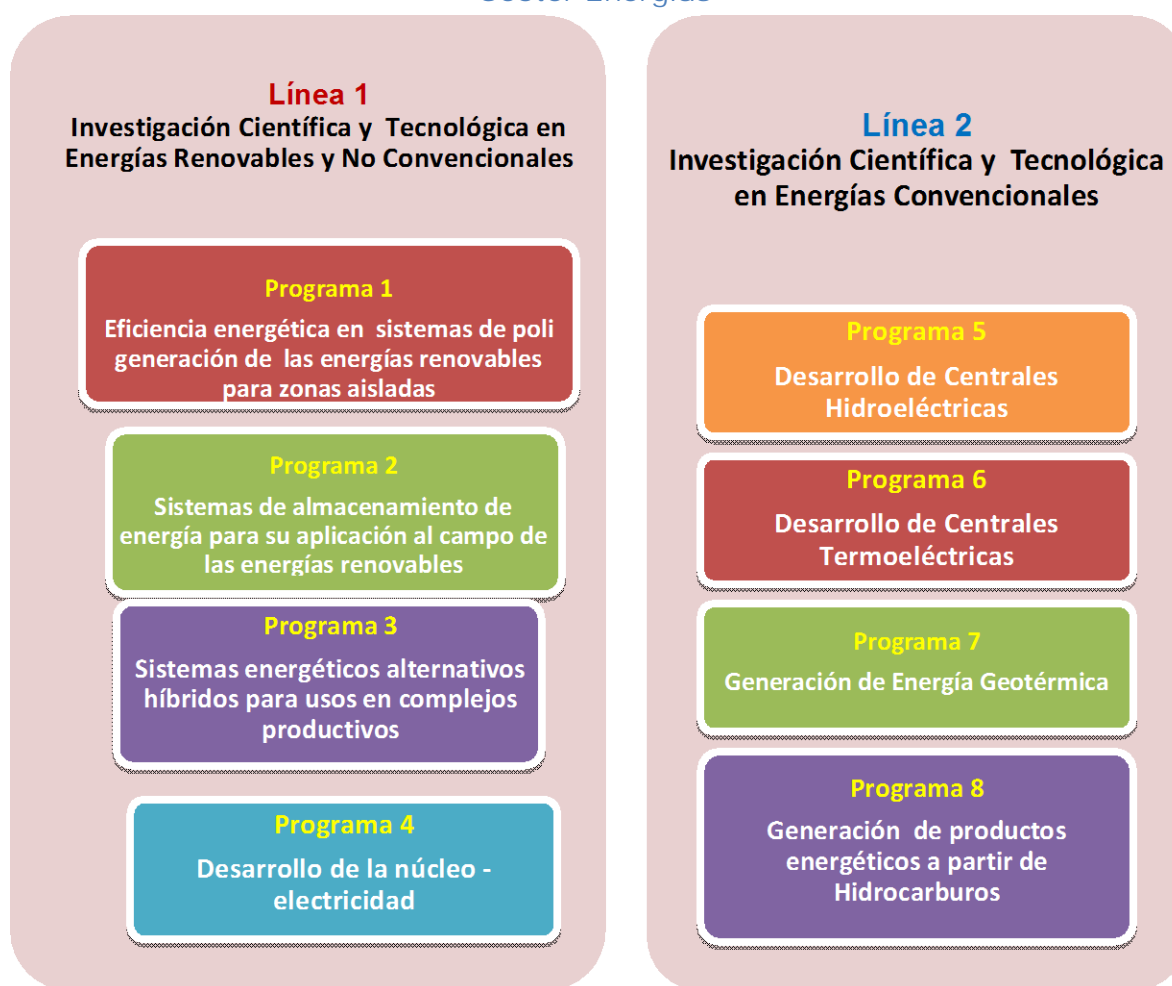
7.2.4. Programa 8: Generación de productos energéticos a partir de Hidrocarburos

Una de las capacidades más grandes en el País es su potencial en recursos hidrocarburíferos en especial el gas natural, esto ha hecho que el estado promueva un cambio fuerte de matriz energética desde hidrocarburos líquidos a la utilización de gas natural como fuente de energía, orientando a la instalación de gas natural domiciliario, y al desarrollo de programas específicos para la utilización de Gas Natural Vehicular en el sistema de transporte público. Así mismo se está implementando una política muy fuerte



en la industrialización de este recursos energético, la cual permitirá la producción de nuevos productos hidrocarburíferos deficientes en el territorio nacional (Plantas industriales de transformación de gas a líquidos (GTL), y el complejo de metanol), estos proyectos consolidaran la generación de un gran número de productos de alto contenido energético, los cuales cubrirán la demanda interna y la generación de grandes volúmenes excedentes para su exportación. En este contexto, tanto para el cambio de la matriz energética, como para la generación de productos energéticos a partir de hidrocarburos, se hace necesario consolidar un programa de formación de talentos humanos específico coadyuvando a la generación de conocimiento científico y tecnológico, que permitan contribuir a consolidar estos retos estratégicos en el País.

Figura 2. Resumen de líneas estratégicas y programas de investigación del Sector Energías



8. Conclusiones y Recomendaciones

El Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación para el Sector de Energías, proyecta cubrir las demandas de Formación de Talentos Humanos en el sector (40 maestros y 40

doctores), establecer capacidades de Investigación y Desarrollo en áreas de las Energías Renovables, Energías Convencionales, y Eficiencia Energética. Todas estas capacidades contribuirán a responder a prioridades nacionales definidas en base a la Política Energética del país, como ser generar capacidades para la Gestión del Conocimiento y Gestión Pública del Sector, contribuir a la Universalización de la Energía Eléctrica, especialmente en el sector rural, contribuir en el suministro de Energía para Complejos Productivos Rurales, consolidar el uso Eficiente de la Energía y otros. Para ello se espera que el sector generador de conocimiento (universidades, institutos, y otros), y el demandante (Ministerios, empresas, y otros) se orienten a responder a estas demandas a través de Redes que permitan la Formación de Talentos Humanos, y la consolidación de Programas y Proyectos de Investigación y Desarrollo.

El sector presenta un gran potencial, por la inversión ya existente desde el sector universitario (especialmente la UMSA y la UMSS), quienes disponen de financiamiento externo e interno para la formación de talentos humanos a nivel de post grado, e investigación y desarrollo.

Así, mismo se ha identificado la Red de Energías Renovables, que está siendo estructurada desde el Viceministerio de Ciencia y Tecnología, con la participación de más de 20 actores del sector generador de conocimiento y del demandante, el cual se constituye en un referente nacional para el sector.

Otro potencial del campo del Sector de Energías, es su interacción sinérgica con el campo de los Hidrocarburos, esto permite identificar un potencial muy fuerte para la Formación, Investigación y Desarrollo (Energía e Hidrocarburos), y con el campo de Minería y Metalurgia, donde se está desarrollando programas específicos vinculados a sistemas de Almacenamiento de Energía. Finalmente se debe fortalecer la sinergia con los sectores de medio ambiente, biodiversidad, y otros, para el desarrollo de programas más integrales, y proyectos multidisciplinarios.

Se recomienda, en función a la solicitud desarrollada por diferentes actores durante el proceso de estructuración del Plan, consolidar la Red de Energías Renovables, transformándola en una Red de Energías e Hidrocarburos, en la cual se puedan establecer dos Plataformas de Investigación y Desarrollo:

- En Hidrocarburos y Energía, constituida por el Ministerio de Energía e Hidrocarburos, YPFB, EBIH, y varias Universidades Específicas.

En Desarrollo de Sistemas Fotovoltaicos, Eólicos, Híbridos, y Automóviles Eléctricos y/o Híbridos, el cual incluye el desarrollo de Acumuladores de Energía – LIB de interés específico para el país, con la participación del MEH, MMM, COMIBOL, y diversas Universidades del sistema nacional.



REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Referencias generales

- CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO. La Paz-Bolivia. 2008.
- MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO. Plan Nacional de Desarrollo. La Paz. 2006
- COMITÉ EJECUTIVO DE LA UNIVERSIDAD BOLIVIANA-CEUB. Modelo Académico del Sistema de la Universidad Boliviana. La Paz-Bolivia. 2010
- PLANIFICACIÓN MD. El Plan Nacional de Desarrollo “Bolivia Digna, Soberana, Productiva y Democrática para Vivir Bien”, 2006 –2011. In: Bolivia Gd, editor. La Paz, Bolivia: Gaceta Oficial de Bolivia; 2007. p. 211.

Referencias específicas

- MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA. Plan de Universalización Bolivia con Energía 2010 – 2025.
- MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA. Plan de Desarrollo energético.
- MINISTERIO DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA. Políticas Alternativas 2011.
- Fernández, Patricia (2012), “Guía para el relevamiento de información sectorial”. Ministerio de Educación, Viceministerio de Ciencia y Tecnología, La Paz. 15.
- Viceministerio de Ciencia y Tecnología. (2012), 'Portal de de información de Indicadores de Ciencia y Tecnología', Ministerio de Educación, Bolivia.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis FODA



ANÁLISIS DE ENTORNO	OPORTUNIDADES	AMENAZAS
	<p>O1 Políticas nacionales establecidas para el campo energético, con programas específicos de desarrollo en electrificación domiciliaria.</p> <p>O2 Programas específicos de utilización de energías alternativas para fortalecer los proceso productivos</p> <p>O3 Posesionamiento Nacional del respeto al medio ambiente, promoción de sistemas limpios de generación de energía</p> <p>O4 Bolivia cuenta con recursos naturales potenciales para el</p>	<p>A1 Existen muchas empresas en el campo energético que solicitan financiamiento.</p> <p>A2 Los mecanismos de financiamiento son lentos y tediosos, falta de normativas que agilicen los mismos</p> <p>A3 No existe una ley que apoye al desarrollo de Ciencia y Tecnología en este sector.</p> <p>A4 Existen fondos del exterior que no pueden ser aprovechados por falta de normativas.</p>

ANÁLISIS DE SITUACIÓN	<p>desarrollo energético (hídricos, litio, geotermia, o otros).</p> <p>O5 Se desarrolla programas que fortalecen el cambio de matriz energética, y promueve la producción de derivados del gas natural con potencial energético.</p> <p>O6 Existe una alta demanda de energía domiciliar en el área rural, tanto domiciliar, para servicios (médicos, unidades educativas), como productivos.</p> <p>O7 Existen fuentes de financiamiento nacional e internacional orientadas a fortalecer el sector energético en Bolivia.</p>	<p>A5 Los acuerdos para el desarrollo de CyT entre el sector gubernamental, empresas estatales y el sector generador de conocimiento (universidades, institutos, otros) son muy burocráticos y difíciles de gestionar.</p>
<p>FORTALEZAS</p> <p>F1 Existen instituciones operativas estatales (PER, YPFB, otras) en el sector de energía que demandan capacitación, formación, y desarrollo de CyT.</p> <p>F2 Existen centros de investigación y desarrollo en el sector.</p> <p>F3 Existencia de la Red de Energías Renovables y dos plataformas dentro del sistema Boliviano de Innovación.</p> <p>F4 Existen fondos en las universidades que contribuyen al desarrollo de proyectos en este sector.</p> <p>F5 Existe equipo de investigación y desarrollo que realizan sus actividades en el campo energético.</p>	<p>Desarrollar programas específicos en CyT que respondan a las demandas del estado (que articulen a empresas del sector) a ser financiados por recursos estatales Nacionales o Internacionales. (F1, F2, O1, O2, O4, O6, O7)</p> <p>Las redes nacionales de investigación en el sector, y las plataformas desarrollarán proyectos estratégicos en el campo de energías que aprovechen los recursos naturales y respondan a los cuidados ambientales, en base a las políticas y demandas del sector empresarial o industrial Nacional. (F3, F5, O1, O4, O7).</p> <p>Los centros de investigación y desarrollo universitarios en articulación con el sector demandante, deben formular programas universitarios orientados a electrificación rural, o transformación de recursos hidrocarbúricos, que pueden ser financiados por fondos nacionales o internacionales, con un apalancamiento con fondos universitarios. ((F4, F5, O5, O6, O7)</p>	<p>Las redes Nacionales de investigación en energía, deberán promover la incorporación de todos los participantes en el sector, para favorecer las oportunidades de financiamiento. (F1, F3, A1, A2)</p> <p>Fortalecer las redes y plataformas para concretizar mecanismos de apoyo que contribuyan a consolidar fondos para programas y proyectos orientados al sector, que presenten un alto componente de Formación, Investigación y Desarrollo, coadyuvando a que los procesos sean operativos y viables en el tiempo (F1, F3, A2, A4)</p> <p>Fortalecimiento del Sistema Boliviano de Innovación, en el sector energético, que promueva mecanismos adecuados (leyes, procesos ágiles de financiamiento, rutas de acceso a fondos internacionales, generación de convenios estratégicos entre actores del sistema, otros) para captar recursos económicos nacionales e internacionales orientados al desarrollo de Programas y Proyectos del sector (F1, F4, A3, A4, A5)</p>
DEBILIDADES		
D1 La red y plataforma están poco fortalecida	Las redes y plataformas deben ser fortalecidas desarrollando	Bajos mecanismos de articulación en el SBI debilitan



<p>D2 Faltan mecanismos operativos para articular a los participantes de Sistema Boliviano de Innovación, en el sector de energía.</p> <p>D3 Reducido número de investigadores en el sector</p> <p>D4 Deficiencia en programas de formación e investigación en el sector en el sistema de formación superior</p> <p>D5 Deficiente Infraestructura y equipamiento para investigación en el sector.</p>	<p>mecanismos dentro el sistema Boliviano de innovación, que garanticen el desarrollo de Programas y proyectos a ser financiados con fondos nacionales o internacionales, en el marco de las demandas nacionales, y del sector demandante. (D1, D2, O1, O2, O7)</p> <p>Es necesario consolidar nuevos programas de formación de talentos humanos, y de investigadores, que fortalezcan la infraestructura para investigación y equipamiento en el sector, aprovechando las posibilidades de financiamiento, en función de las demandas de las empresas estatales o el sector gubernamental. (D3, D4, D5, O1, O4, O5, O6, O7)</p>	<p>la posibilidad de consolidar mecanismos de gestión de financiamiento para Programas y Proyectos en el Sector. (D1, D2, D3, A2, A4, A5)</p> <p>Bajo numero de investigadores en las redes, y deficiencia en programas de formación, favorecen a que instituciones o centros que no participan de las redes tengan un mayor acceso a los fondos nacionales o internacionales. (D1, D3, A3, A4, A5).</p>
---	--	--

Anexo 2. Instituciones participantes

La actividad científica y formación en el sector energético es desarrollada fundamentalmente por el sector universitario, estos encaran actividades orientadas al campo de la Energía Renovable cuyas instituciones principales podemos mencionar.

Universidad Mayor de San Andrés (UMSA):

- Instituto de Investigaciones Hidráulicas: Micro - centrales Hidroeléctricas.
- Instituto de Investigaciones Químicas: Sistemas Fotovoltaicos, Sistemas de Fotocatalíticos de Remediación Ambiental, y Sistemas de Almacenamiento de Energía.
- Instituto de Investigaciones Mecánicas y Electromecánica: Sistemas Fotovoltaicos, Transformación de vehículos a sistemas híbridos gas –gasolina, gas – eléctricos.
- Instituto de Investigaciones Físicas: Sistemas Eólicos, Materiales para Sistemas Fotovoltaicos.
- Instituto de Ecología: Sistemas termo - solares, cocinas mejoradas.
- Instituto de Procesos Químicos: Producción de biocombustibles y su aplicación.
- Universidad Mayor de San Simón (UMSS):
- Centro de Tecnología Agroindustrial: Sistemas de Poli - generación, Producción de biocombustibles y su aplicación.
- Departamento de Eléctrica y Electrónica: Producción de biocombustibles y su aplicación.
- Centro de Tecnologías de Fabricación: Sistemas Eólicos
- Departamento de Mecánica: Producción de biocombustibles y su aplicación.



Universidad Técnica de Oruro (UTO):

- Instituto de Investigación Mecánica – Electromecánica: Sistemas Fotocatalíticos, Biocombustibles.

Universidad Juan Misael Saracho (UAJMS):

- Carrera de Química, y Carrera de Física: Investigación en energías alternativas.

Universidad Nacional Siglo XX

- Investigación en energías alternativas

Universidad Indígena Túpac Katari:

- Investigación y formación en sistemas fotocatalíticos en el área de energías alternativas

En las Universidades Privadas se identifica principalmente actividades de formación, y en menor medida actividades de investigación, entre las cuales destacan:

- Universidad Católica Boliviana: SFV, Eólico, Bioenergía.
- Universidad del Valle: Automóviles eléctricos.
- Universidad Simón I. Patiño: Formación en el campo de energías alternativas.
- Universidad Privada Boliviana: Sistemas Fotocatalíticos.

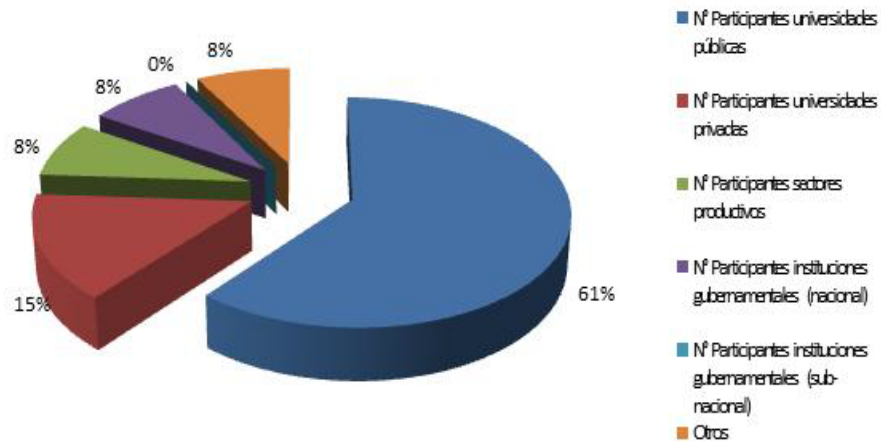
Entre centros privados (Consultoras, Organismos No Gubernamentales, y Empresas Privadas), excepcionalmente se identifica en ONG actividades de investigación:

- Energética (Energías alternativas en General)
- Complejo Solar Oruro (Sistemas Termosolares, y Fotovoltaicos)
- Inti Illimani: Sistemas Termosolares
- ECO ENERGÍA FALK: Energías Alternativas en general.
- ONG Achitapiyaña
- SERCOIN: Empresa Importadora de sistemas, e instalación.
- CEDESOL: Empresa importadora de sistemas e instalación.



Anexo 3. Estadísticas de los participantes

Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación



Anexo 4. Mapa de intervención del Sector Energías

