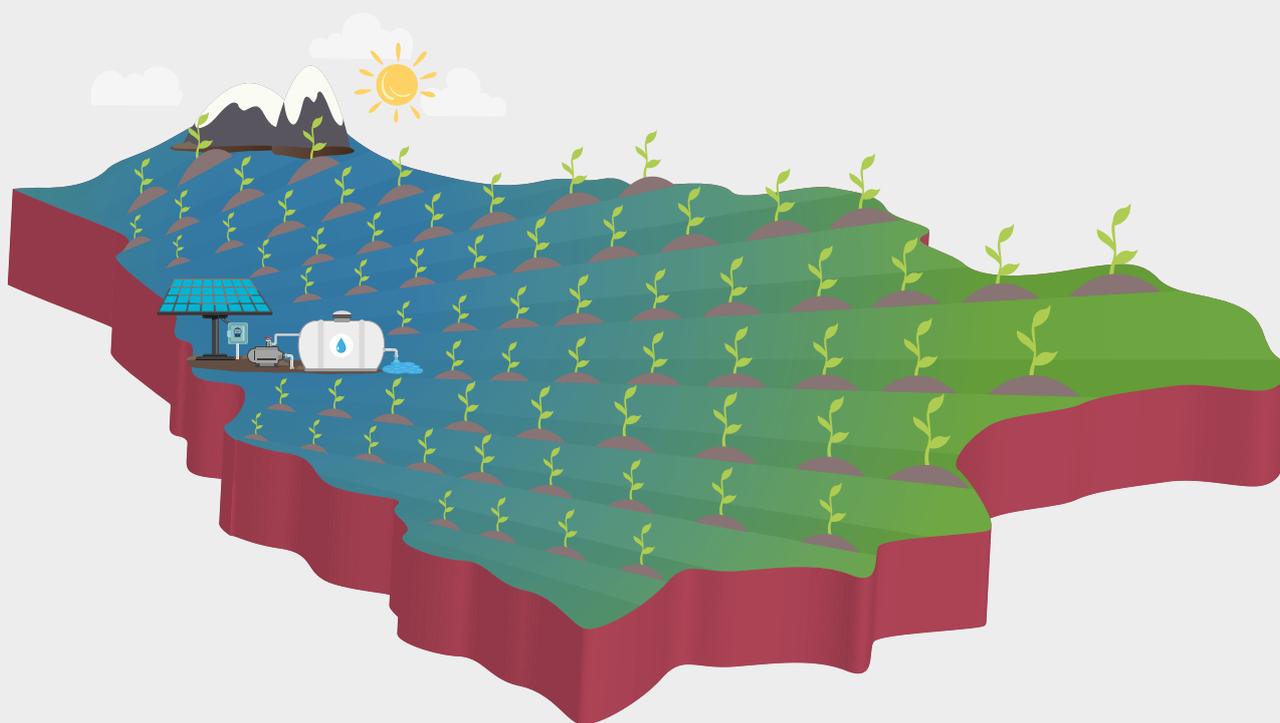


DIAGNÓSTICO SOBRE LA UTILIZACIÓN
DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LAS

CADENAS PRODUCTIVAS

AGROPECUARIAS EN

BOLIVIA



DIAGNÓSTICO SOBRE LA UTILIZACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN LAS CADENAS PRODUCTIVAS AGROPECUARIAS EN BOLIVIA

Noviembre de 2019



Diagnóstico sobre la utilización de las energías renovables en las cadenas productivas agropecuarias en Bolivia

El Fondo de Acceso Sostenible a Energías Renovables Térmicas (FASERT) es una iniciativa financiada por el programa Energising Development (EnDev) e implementada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) en el Perú.

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Prolongación Arenales 801
Miraflores, Lima 18, Perú
(51-1) 422-9067
giz-peru@giz.de
endev@giz.de

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

Av. La Molina 1581
La Molina, Lima 12, Perú
(51-1) 349-2273 / 349-1275 / 349-2203
www.iica.int/es/countries/peru
www.fasert.org fasert@iica.int

Autor

Deisy Trávez

Equipo técnico IICA - FASERT

Santiago Vélez
Angélica Fort

Equipo técnico EnDev

Ana Isabel Moreno

Cuidado de edición

Juan Enrique Quiroz

Diseño y diagramación

Felipe Chempén

Primera edición, noviembre de 2019

CONTENIDO

Abreviaciones	8
1. Introducción	10
2. Institucionalización, energías renovables y producción	12
2.1 Marco Institucional: Energía, Agricultura, Medio Ambiente y Producción	12
2.1.1 Matriz energética nacional (fuentes de energía, participación de las energías renovables, oferta y demanda por sector)	12
2.1.2 Marco legal y políticas energéticas sectoriales para el desarrollo de las energías renovables, oferta y el sector público	17
2.1.3 Mapa de actores e institucionalidad: públicos, privados y cooperación técnica y financiera internacional (funcionamiento, roles e interacciones)	20
2.1.4 Acuerdos internacionales y agenda país	25
3. Energías renovables, cadenas productivas y mercado	26
3.1 Cadenas Productivas y Energías Renovables	26
3.1.1 Líneas productivas priorizadas y cadenas identificadas a nivel país, que pueden potencializarse con el uso de energías renovables	26
3.1.2 Inventario de tecnologías renovables, tipo de cadenas productivas, participación en los eslabones y procesos productivos	30
3.1.3 Experiencias exitosas y replicables: uso de energías renovables y cadenas productivas a nivel público, privado, cooperación y otros	31
3.2 El Mercado de las Energías Renovables y el Uso Productivo	38
3.2.1 Leyes, reglamentos y normas que fomentan o limitan la promoción del mercado de las energías renovables	38
3.2.2 Rol del estado, sector privado y la cooperación para incentivar el mercado	40
4. Balance y perspectivas	44
4.1 Avances para la Institucionalidad	44
4.2 Limitaciones, Barreras y Oportunidades	45
4.3 Recomendaciones	46
Bibliografía	47
Anexos	50
Anexo 1: Potencial Energético de Bolivia	51
Anexo 2: Institucionalidad del Sector Energético	57
Anexo 3: Institucionalidad del Sector Agropecuario	63
Anexo 4: Matriz: Aplicaciones Productivas de las energías renovables por Gobernaciones y Municipios	66
Anexo 5: Tecnologías de Energías Renovables Disponibles en Bolivia	70
Anexo 6: Recopilación de Normativa Legal Relacionada con energías renovables y Usos Agroproductivos	72

ABREVIACIONES

3TIER	Atlas Eólico de Bolivia
ACCESO	Programa Acceso Innovación (PAI)
APLITEC	Aplicaciones Tecnológicas (Empresa Privada en Bolivia)
APMT	Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra
AT	Asistencia Técnica
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CAF	Corporación Andina de Fomento
CINER	Centro de Información de Energías Renovables
CIPCA	Centro de Investigación y Promoción del Campesinado
CIQ	Centro Internacional de la Quinua
CRECER	Crédito con Educación Rural (Institución Financiera de Desarrollo)
CRIAR	Creación de Iniciativas Agroalimentarias Rurales
DETI	Desarrollo Territorial con Inclusión
EDSA	Entidad Desconcentrada de Soberanía Alimentaria
ER	Energías Renovables
EMPODERAR	Programa operador de políticas públicas del Plan Nacional de Desarrollo MDRT
ENDE	Empresa Nacional de Electricidad
ENDEV	Energising Development (Dinamizar el Desarrollo)
ENERSOL	Energía Solar (empresa privada en Bolivia)
FALK SOLAR	Aplicaciones de Energía Solar (empresa privada en Bolivia)
FASERT	Fondo de Acceso Sostenible a Energías Renovables Térmicas
GAD	Gobiernos autónomos departamentales
GAM	Gobiernos autónomos municipales
GIZ	Corporación Alemana para la Cooperación Internacional
GN	Gas natural
GWh	Gigavatio por hora
IDEPRO	Instituto para el Desarrollo de la Pequeña Unidad Productiva
IHH	Instituto de Hidráulica e Hidrología
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
IMPRO	Incubadora de Microempresas Productivas
INE	Instituto Nacional de Estadística
KAREN	Asociación para la Promoción de Energías Alternativas para el Caribe
KBEP	Miles de barriles equivalentes de petróleo
kV	Kilovoltio
KWh	Kilovatio por hora
MDRyT	Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
ME	Ministerio de Energías
MH	Ministerio de Hidrocarburos

MIAGUA	Programa que busca fortalecer la producción local y garantizar la seguridad alimentaria del MMAyA
MMAyA	Ministerio de Medio Ambiente y Agua
MMBBL	Millones de Barriles de Petróleo
MW	Megawatt
NUESTRO POZO	Programa que trabaja en Zonas productivas que no cuentan con agua del MDRyT
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
ONG	Organizaciones no gubernamentales
ONU DI	Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PAR	Proyecto de Alianzas Rurales
PER	Programa de Electrificación Rural
PICAR	Proyecto de Inversión Comunitaria en Áreas Rurales
PNUD	Programa de Naciones unidas para el Desarrollo
POA	Programa Operativo Anual
PPD	Programa de Pequeñas Donaciones
PROCAMELIDOS	Fortalecimiento Integral de la Cadena de Valor de los Camélidos en el Altiplano Boliviano del FIDA (Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola)
PYMES	Pequeña y mediana empresa
SA	Sistemas aislados
SBPC	Sistema Boliviano de Productividad y Competitividad
SEMILLA	Desarrollo Productivo para mujeres ejecutado por el VM de igualdad de oportunidades del Ministerio de Justicia
SICOES	Sistema de Contrataciones Estatales
SICOSOL	Soluciones de energía solar para agua caliente y energía eléctrica (Empresa Privada en Bolivia)
SIE	Servicios Integrales de Energía (Empresa Privada en Bolivia)
SIN	Sistema Interconectado Nacional
TCF	Trillones de pies cúbicos
TERT	Tecnologías de energías renovables térmicas
TIC	Tecnologías de información y comunicación
TM	Tonelada métrica
UMSA	Universidad Mayor de San Andrés
UNFCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
UPA	Unidades Productivas Agropecuarias
VMDR	Viceministerio de Desarrollo Rural
W	Watt
Wp	Watt pico
YPFB	Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos

RESUMEN EJECUTIVO

El uso de las energías renovables (ER) en las cadenas productivas agropecuarias en Bolivia es una práctica importante por los impactos que genera; sin embargo, su valoración es insuficiente, puesto que, si bien hay proyectos y programas que buscan mejorar la competitividad, incrementar los ingresos y apoyar la transformación productiva, no consideran de manera específica la promoción del uso de ER en las cadenas productivas agropecuarias.

A pesar de esta situación, la experiencia y los proyectos han incorporado de manera directa a las tecnologías de ER en su menú de opciones para fortalecer el agro y lo han logrado; no obstante, si se compara con aplicaciones similares que utilizan energía convencional, la cantidad de usos de ER es mínima.

Ante una revisión del marco legal existente —tanto en el sector energético como el de desarrollo agropecuario y otros de mayor nivel como la Constitución Política del Estado, la Ley de la Madre Tierra, la Ley de Autonomías, leyes sectoriales y agendas de desarrollo— se ha podido establecer que no existen disposiciones específicas sobre este tema, aunque sí se cuenta con aspectos generales que valoran las ER en un marco de lucha contra el cambio climático, además de promover la transformación productiva del agro y sobre todo del pequeño productor, situación que permitiría eventualmente un apoyo contextual a la promoción de los usos productivos con ER.

Al revisar la operatividad de los proyectos en general, se ha encontrado una presencia significativa del Estado en todos los ámbitos sociales, económicos y productivos, con una agenda energética activa, dinámica, concentrada en la exportación de energía, toda vez que los ingresos por exportación de gas natural marcan el desarrollo de la agenda de desarrollo social y económico. En el campo de las ER se observa sobre todo la generación de electricidad a gran escala.

Al revisar el marco institucional del sector agropecuario, se puede verificar una orientación definida por el Estado, en la que primero se prioriza el suministro interno y luego la exportación, también se tiene claridad en cuanto a la situación que tienen los pequeños productores, así como sus necesidades de asistencia técnica, inversiones, infraestructura, etc. En relación con políticas de apoyo al pequeño productor, estas se basan en garantizar el acceso a la tierra, y mejorar las condiciones de producción y la infraestructura básica, con el fin de diversificar ingresos no agropecuarios e introducir distintas TIC para el sector agropecuario (comercio).

En el proceso de apoyo al desarrollo agropecuario, existen varios proyectos y programas orientados a mejorar la infraestructura básica de producción, asimismo, se aprecia un impulso decidido a incrementar la productividad del pequeño productor. En cuanto a la transferencia de paquetes tecnológicos a los productores agropecuarios, existen programas que la realizan de manera relevante

y a gran escala, empleando mecanismos que muestran importantes aportes de subsidio que varían entre el 100 % y el 70 % del costo tecnológico. La mayoría de estos programas tiene soporte de agencias financieras internacionales como el BID, CAF, etc.

Desde el punto de vista de la oferta, existen ofertantes de tecnología y empresas que participan en estos temas. En realidad, las empresas participan en prácticamente todos los casos en los cuales se han realizado acciones que justifiquen una contratación pública; si bien tienen una relación directa con el usuario final, una vez que se concluye el contrato entre las empresas y el ejecutor, esta relación se pierde. Otro grupo de actores importantes son las organizaciones no gubernamentales (ONG) que trabajan en esta área, la cual puede proporcionar experiencia, capacidad técnica y soporte para la promoción de los usos productivos de la energía en el sector agropecuario.

Las experiencias en ER están concentradas en solar térmica (secadores solares e invernaderos), fotovoltaica (bombeo, cercos eléctricos y refrigeración, como principales aplicaciones), biodigestores, sistemas termosolares y microcentrales hidroeléctricas, entre las principales. De igual manera, se han identificado algunas experiencias híbridas que combinan la energía eléctrica convencional con energía renovable, tales como generación distribuida en granjas y también secadores solares híbridos con red eléctrica, mostrando un potencial hasta ahora poco explorado.

En Bolivia, para el año 2013 se inventariaron 871 927 unidades productivas agropecuarias, y en los proyectos identificados, se han contabilizado más de 1800 aplicaciones productivas de ER destinadas a unidades productivas agropecuarias, una cantidad que equivale aproximadamente a 2 % de la totalidad de aplicaciones productivas de la energía que han logrado los proyectos, lo que muestra una situación actual marginal de las ER para usos productivos en el agro.

En la perspectiva de desarrollar un programa de asistencia técnica que trabaje en el área de las ER y sus usos productivos, se ve que existe un marco legal y normativo que orienta a la “transformación”, la “productividad” y la “generación de ingresos”, las ER en el marco del cambio climático, etc. Estas bases permitirían la formulación de un programa que interrelacione las ER, los usos productivos y el sector agropecuario. La ubicación ideal de un programa de este tipo es que este anclado en el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT).

A partir de esa idea y conociendo la forma en que funcionan los actuales programas de asistencia técnica, uno de ellos en ER para usos productivos debería ser transversal a todas las iniciativas que se ejecutan del MDRyT; asimismo, de manera institucional, debería tener un nivel equivalente al de Dirección, y actuar en el ámbito de las instituciones públicas desconcentradas, de manera que apoye a los proyectos y programas del MDRyT en todas las áreas de acción: por producto, por cadenas, por tema.

Una situación deseable, al menos inicialmente, sería la disponibilidad de un fondo de cofinanciamiento que permita incentivar la incorporación de las ER en los usos productivos. Esta situación podría catalizar más rápidamente la creación y funcionamiento del programa en cuestión.

1. INTRODUCCIÓN

El Fondo de Acceso Sostenible a Energías Renovables Térmicas (FASERT) es un proyecto financiado por el programa Energising Development (EnDev) e implementado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), con el fin de dinamizar el mercado de las Tecnologías de Energías Renovables Térmicas (TERT) y promover el acceso sostenible a energías limpias y eficientes en las poblaciones rurales y periurbanas en el Perú.

Actualmente, el FASERT se replica en Bolivia y se tiene la intención de promover en la región andina el desarrollo de un proceso de diálogo y articulación institucional para la formulación de un proyecto regional que facilite la promoción de las ER para su utilización en las cadenas productivas del sector agropecuario, en los procesos de producción, transformación y/o agregación de valor.

En este contexto, el objetivo de esta consultoría es el de “elaborar un diagnóstico sobre la utilización de las ER en las cadenas productivas agropecuarias en el país, así como sobre la institucionalidad existente para su promoción y uso, señalando las limitaciones principales y potencialidades habidas para su escalamiento”.

De manera específica, se tienen los siguientes objetivos:

- a. Identificar experiencias exitosas, replicables, en el uso de ER en los procesos de producción, transformación y/o agregación de valor de las cadenas productivas agropecuarias; indicando las principales potencialidades y limitaciones existentes para su escalamiento.
- b. Identificar los actores e instrumentos (políticas, programas, planes, proyectos, legislación y otros) asociados a la institucionalidad y promoción del uso de las energías renovables en el sector agropecuario, identificando sus roles, relaciones interinstitucionales, limitaciones y potencialidades.
- c. Sistematizar la información y elaborar un diagnóstico nacional que identifique la problemática y potencialidades existentes para la promoción, uso y réplica de las ER empleadas en las cadenas productivas del sector agropecuario del país, y que recomiende acciones para facilitar su escalamiento.

Para este fin, se ha conformado un equipo de consultores que trabajan en cada país y que permitirá, bajo un mismo esquema, presentar los resultados que posibilitarán que el empleo de tecnologías de ER en el sector agropecuario escale.

Para el caso de Bolivia, se ha considerado la situación institucional que emana de un marco político en el cual el Estado tiene un rol predominante, prácticamente en todos los ámbitos; de esta manera,

las acciones están condicionadas en todos los sectores. En el caso específico del sector energético, el papel del sector privado es el de proveer paquetes solicitados por el Gobierno, bajo condiciones y regulaciones especificadas en las distintas reparticiones o empresas estatales.

Para la realización de este estudio, se ha llevado a cabo una revisión de información secundaria, amplia de los sectores de energía, medio ambiente y desarrollo agropecuario, así como de los principales actores involucrados y proyectos relacionados con estos temas.

Entre las bases de datos revisadas se encuentran la del Sistema de Contrataciones Estatales (SICOES) desde 2006 hasta 2019, y el Censo Agropecuario de Bolivia 2013, del Instituto Nacional de Estadística.

También se han realizado entrevistas y recopilación de información primaria, a través de personal de nivel operativo, en los ministerios involucrados, la Dirección de Riego, la Autoridad de la Madre Tierra, la Dirección de Energías Alternativas y entidades desconcentradas como el proyecto CRIAR, reparticiones municipales y direcciones en las gobernaciones de Cochabamba y Oruro.

Asimismo, se ha tomado contacto con representantes de empresas privadas que trabajan en el campo de las ER y suministran equipos de usos productivos a diferentes proyectos e instituciones; también se ha solicitado información al proyecto EnDev de Bolivia, cuyos aportes han sido valiosos al momento de valorar la realidad y contrastarla con los conceptos ideales.

2. INSTITUCIONALIDAD, ENERGÍA RENOVABLE Y PRODUCCIÓN

2.1 Marco Institucional: Energía, Agricultura, Medio Ambiente y Producción

2.1.1 Matriz energética nacional (fuentes de energía, participación de las energías renovables, oferta y demanda por sector)

POTENCIAL HIDROCARBURÍFERO EN BOLIVIA

Bolivia tiene una extensión territorial de 109 millones de hectáreas; en ese extenso territorio, estudios geológicos realizados por Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) han identificado 53,5 millones de hectáreas, es decir, 48,70 % (ver Anexo 1, mapa 1).

En las áreas que actualmente están en operación, se ha logrado confirmar la existencia de 10,7 trillones de pies cúbicos (TCF, por sus siglas en inglés) de gas natural y 240,9 millones de barriles (MMBbl) de petróleo, condensado y gasolina natural. Según los responsables del sector hidrocarburífero, estas reservas aumentarán al consolidarse las reservas probables y posibles de hidrocarburos no convencionales, así como las potenciales.

Sobre la base de esas reservas, Bolivia ha alcanzado niveles de producción de gas natural e hidrocarburos líquidos muy por encima de las necesidades de su mercado interno, por lo que se ha convertido en un país exportador neto de hidrocarburos. Esta situación —considerando la evolución del comercio regional de los hidrocarburos y las crecientes necesidades presupuestarias del país— permite prever que las actividades hidrocarburíferas en Bolivia tienen un horizonte largo.

EL POTENCIAL ENERGÉTICO RENOVABLE

De acuerdo con el estudio Evaluación de los Recursos Hidroenergéticos de Bolivia (Organización Latinoamericana de Energía [OLADE] & Empresa Nacional de Electricidad [ENDE], 1984), el potencial hidroeléctrico de Bolivia está estimado en 39 856,90 MW de capacidad instalada, la cual puede generar 177 999,80 GWh de energía eléctrica. En el mismo documento se informa que en el país existen abundantes corrientes de agua que pueden ser aprovechadas para la generación eléctrica. La mayor parte de esos cursos de agua está situada entre los grandes ríos que circundan Pando y Beni, en toda la pendiente descendente de la

franja oriental de los Andes a los valles, franja que va desde los Yungas de La Paz en el norte del país hasta Tarija en el sur (ver Anexo 1, mapa 2).

Bolivia también cuenta con un expectable potencial de energía solar, debido a que está situado en la franja tórrida del planeta. Este potencial se ve incrementado en las elevaciones de los dos ramales de la Cordillera de los Andes. De acuerdo con el Atlas de Distribución de la Energía Solar en Bolivia (Lucano & Fuentes, 2010), la radiación solar existente en las tierras bajas del país (Santa Cruz, Beni, Pando y norte de La Paz) puede llegar a generar un máximo de 5,1 kWh/m²/día de electricidad por medios fotovoltaicos; en la región de los valles (Cochabamba, Chuquisaca y Tarija), el potencial de radiación puede generar entre 5,1 y 6,7 kWh/m²/día; en cambio, en el Altiplano (La Paz, Oruro y Potosí) el potencial de energía solar puede llegar a generar entre 6,7 y 9,5 kWh/m²/día (ver Anexo 1, mapa 3).

Según el Atlas Eólico de Bolivia (3TIER, 2009), el recurso eólico más robusto se encuentra “alrededor de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, en su mayoría al sur y al oeste del centro urbano”; “en la frontera suroeste de Bolivia con Chile y Argentina en el Departamento de Potosí”; “en un ‘corredor’ que va más o menos de este a oeste entre las ciudades de Santa Cruz y La Paz, que corre al sur de la línea de transmisión de 230 KV entre Santa Cruz y Cochabamba y ligeramente al norte de la misma entre Cochabamba y La Paz”; “en un ‘corredor’ más o menos norte-sur, entre el área al este de la ciudad de Oruro y al oeste de la ciudad de Potosí” (ver Anexo 1, mapa 4).

En Bolivia también existe un elevado potencial de biomasa forestal, es decir, leños y troncos que pueden extraerse del bosque, especialmente de la región amazónica, donde se puede obtener entre 600 y 1.200 toneladas de biomasa por hectárea (Energética, 2012). El concepto de biomasa también comprende a los productos y desechos agrícolas, por ejemplo, la cáscara de castaña o la cascarilla de arroz; a los desechos industriales, como el bagazo de caña; a los desechos animales, como la bosta; y a los residuos humanos, como la basura. Si bien, el volumen de estos tipos de biomasa está en directa relación con el volumen de las actividades de donde proceden, en Bolivia todavía no existen estudios que los hayan estimado (ver Anexo 1, mapa 5).

La energía proveniente de las manifestaciones geotermales también es expectable en el país. Según Montes de Oca (2005), en la cordillera Occidental del país se han identificado 21 manifestaciones geotermales, de las cuales las de mayor interés son las del Sajama, valle del río Empexa y Lagunas del Sur; en cambio, en el Altiplano se han identificado 8 y en la cordillera Oriental 13 de estas manifestaciones geotermales, entre las que destacan las de Viscachani, Capachos, Tarapaya, Don Diego y Chaqui (ver Anexo 1, mapa 6).

PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA

De acuerdo con el Balance Energético Nacional 2000-2014 (Ministerio de Hidrocarburos y Energía, 2015a), el último publicado hasta fecha pero cuyas proporciones y tendencias no han cambiado, comprobamos que la producción de energía primaria está basada en el gas natural (80,7 %) y los hidrocarburos líquidos (13,9 %). Esto significa que casi la totalidad de la energía producida en el país (94,6 %) proviene de fuentes fósiles.

Cuadro 1: Producción de energía primaria

Hidrocarburos líquidos	23 065,9	13,91 %
Gas natural	133 902,5	80,74 %
Hidroenergía	1395,0	0,84 %
Eólica	5,1	0,0030 %
Solar	0,3	0,0002 %
Biomasa	7485,0	4,51 %
Total	8667,74	100,00 %

Fuente: Ministerio de Hidrocarburos y Energía (2015b).

En ese marco, la participación de las fuentes renovables de energía queda reducida a menos del 7 % del total; la biomasa con el 4,5 %, y la hidroenergía con una proporción del 0,84 % (ver Cuadro 1).

CONSUMO FINAL DE ENERGÍA

El consumo final de energía en el país, el año 2014, alcanzó a 45 022,31 kbe. Esta cifra, sustancialmente menor a la energía primaria producida, se explica porque el 68,4 % de dicha energía fue exportada. El consumo final de energía también incluye el volumen importado al país, que el año 2014 fue de 7921,88 kbe.

Cuadro 2: Consumo final de energía

Diésel oil	11 090,6	24,63 %
Gas natural	10 417,1	23,14 %
Gasolinas	7933,6	17,62 %
Biomasa	6471,2	14,37 %
Electricidad	4579,8	10,17 %
GLP	3196,8	7,10 %
Otros derivados	1333,2	2,96 %
Total	45 022,3	100,00 %

Fuente: Ministerio de Hidrocarburos y Energía (2015b).

En función de las fuentes energéticas, los combustibles fósiles representan el 75,4 % del consumo final de energía; esta cifra puede superar el 80 % si se toma en cuenta que la mayor parte de la electricidad es producida por generadoras de gas natural. En ese marco, la proporción de las fuentes renovables en el consumo final de energía, donde tiene preeminencia la biomasa, es aproximadamente 20 %, esto considerando las centrales hidroeléctricas (ver Cuadro 2).

Cuando se analiza el consumo final por sector, se verifica que es en el de transportes donde se utilizan más energéticos, específicamente el 42,8 %; le sigue a este el sector industrial, el residencial, el agropecuario, pesquero y minero, y por último el comercial (ver Cuadro 3). Dentro de la clasificación del sector agropecuario, pesca y minería es necesario anotar que el 90 % de la energía consumida es en forma de diésel y solo el 10 % en forma de electricidad. (Ministerio de Hidrocarburos y Energía, 2015b). En este grupo, el consumo de diésel y electricidad se realiza casi por completo en la industria minera, seguido de lejos por la agroindustria.

Cuadro 3: Consumo final de energía por sector

Transporte	19 261,8	42,78 %
Industria	11 649,1	25,87 %
Residencial	7753,8	17,22 %
Agro., pes. y min.	4945,5	10,98 %
Comercial	1412,1	3,14 %
Total	45 022,3	100,00 %

Fuente: Ministerio de Hidrocarburos y Energía (2015b).

EL SUBSECTOR ELÉCTRICO

El sistema eléctrico boliviano está conformado por el Sistema Interconectado Nacional (SIN) y los Sistemas Aislados (SA). El SIN interconecta a las capitales y a los principales municipios de los departamentos de La Paz, Oruro, Potosí, Cochabamba, Chuquisaca, Santa Cruz, Beni y Tarija. Quedan fuera del SIN las áreas rurales y los municipios más alejados de las principales ciudades de estos departamentos, y también el departamento de Pando, lugares donde los SA cubren los requerimientos de electricidad de la población.

La evolución de la potencia instalada, en todo el sector eléctrico, en los últimos 21 años, ha seguido un comportamiento creciente; el año 2017 llegó a los 2.486,4 MW. La mayor potencia instalada corresponde a las centrales termoeléctricas de gas de ciclo abierto (55 %), seguida por centrales hidroeléctricas (26 %), termoeléctricas de gas de ciclo combinado (16 %), y generadores de biomasa y energía eólica, con un 2 y 1 % de participación, respectivamente (ver Cuadro 4). La evolución de la generación bruta también ha tenido un comportamiento creciente; el año 2017 llegó a generar 9.697 GWh. Según el Ministerio de Energías (2017), en términos de fuentes, el 71 % proviene de generación a partir de gas natural, 29 % hidroeléctrica, 1 % diésel y 1 % de otras fuentes renovables (ver Cuadro 4).

Cuadro 4: Sistema eléctrico

Generador	Potencia instalada (MW)		Generación bruta (GWh)	
Gas natural/diésel	1765,3	71,00 %	6787,9	70,00 %
Hidroeléctrico	621,6	25,00 %	2812,1	29,00 %
Biomasa	49,7	2,00 %	-	-
Eólico	24,9	1,00 %	97,0	1,00 %
Otras renovables	24,9	1,00 %	-	-
Total	2486,4	100,00 %	9697,0	100,00 %

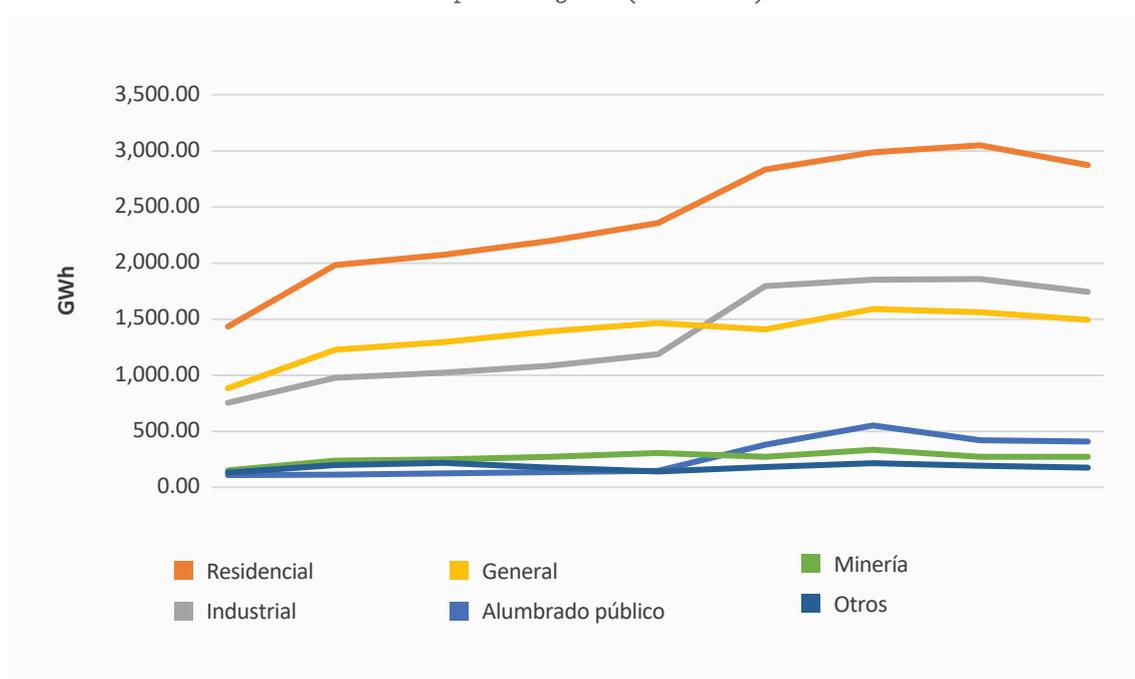
Fuente: Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad (2018) y Ministerio de Energías (2019).

Otra dimensión importante es el consumo de electricidad. Los datos enseñan que en el periodo 2010-2018, el consumo denominado residencial es el que más ha aumentado y se ha mantenido como el más representativo a nivel nacional en todo momento. Adicionalmente, es posible ver que, si bien existe una tendencia clara en el crecimiento del consumo energético hasta el año 2015. A partir de este, parece que el sistema nacional está ingresando en una etapa de reducción de su consumo energético, así 2018 ha sido el primer año —en los últimos 20— en el que el consumo global de la energía es menor al del año anterior (ver Gráfico 1).

Una tendencia similar, aunque más acentuada, sigue la evolución del consumo industrial y general, con la diferencia en el incremento repentino del consumo industrial en 2015; en cambio, el consumo de la electricidad destinada a la actividad minera y otros consumidores experimenta un crecimiento muy ligero en los últimos años. La electricidad destinada al alumbrado público experimenta también un aumento, aunque es muy lento a lo largo del periodo considerado, con un salto representativo en los años 2015 y 2016 (ver Gráfico 1).

Revisando la proporcionalidad para el año más reciente con información disponible hasta 2018, se reconfirma que el consumo de electricidad por los consumidores clasificados en la categoría residencial fue el mayor (41 %), seguido por el consumo en la categoría industrial (25 %) y posteriormente seguido de los clasificados en la categoría general. Estos últimos son todos los que realizan actividades comerciales y de servicios.

Gráfico 1: Consumo de electricidad por categoría (2010-2018)



Fuente: Comité Nacional de Despacho de Carga (2018).

ENDE ha manifestado que a finales de 2018, la cobertura eléctrica en el área urbana es de 99 % y en el área rural del 80 % (Energy Press, 2019), lo cual es resultado de una presencia alta de la red eléctrica. Para el año 2018, la población total es de 11 millones, de los cuales, el 30,6 % vive en el área rural (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2018). Tomando en cuenta los planes de extensión de redes y la población que se incluiría a la misma, Energética (2018) estima que unas 70 000 familias rurales podrían ser atendidas de manera exclusiva con sistemas de energía renovable, debido a sus condiciones de aislamiento y dispersión.

Sobre el uso de electricidad en actividades productivas agropecuarias, lamentablemente, no existe información procesada, ni datos estadísticos para cuantificar con precisión el consumo de electricidad. Las empresas distribuidoras no disponen de ese nivel de detalle. Sin embargo, en el diagnóstico realizado por el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (2017), se indica que en las zonas electrificadas del área rural, a pesar del avance de los últimos años, “se utiliza apenas el 15 % de la capacidad instalada” y solo para “consumo doméstico”, en ningún caso para algún uso productivo.

2.1.2 Marco legal y políticas energéticas sectoriales para el desarrollo de las energías renovables y el sector productivo

La Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia, aprobada el año 2009, consigna todos los cambios político-institucionales que se desarrollan en el país a diferente ritmo, con diferente calado e, incluso, con sentido contrapuesto.

En toda la Constitución subyace la necesidad de proteger a la Madre Tierra; en ese marco, se proclama que todas “las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado” (Artículo 33); y en varias partes, especialmente en lo referente a la explotación de recursos naturales y proyectos energéticos se estipula la obligación de cuidar el equilibrio con el medio ambiente.

Desde la perspectiva del sector energético, la Constitución define que “las diferentes formas de energía y sus fuentes constituyen un recurso estratégico” (Artículo 378.I) y —cabe anotarlo— por primera vez en la historia boliviana se asume que “el Estado desarrollará y promoverá la investigación y el uso de nuevas formas de producción de energías alternativas, compatibles con la conservación del ambiente” (Artículo 379).

Desde la perspectiva de la producción agropecuaria, la Constitución asume que “el desarrollo rural integral sustentable es parte fundamental de las políticas económicas del Estado”, razón por la cual “priorizará sus acciones para el fomento de todos los emprendimientos económicos comunitarios y del conjunto de los actores rurales, con énfasis en la seguridad y en la soberanía alimentaria” (Artículo 405). Este mandato, según la Constitución, se concretaría a través del “incremento sostenido y sustentable de la productividad”; “la articulación y complementariedad interna de las estructuras de producción agropecuarias y agroindustriales”; la mejora de las “condiciones de intercambio económico del sector productivo rural en relación con el resto de la economía boliviana” y el “fortalecimiento de la economía de los pequeños productores agropecuarios y de la economía familiar y comunitaria” (Artículo 405).

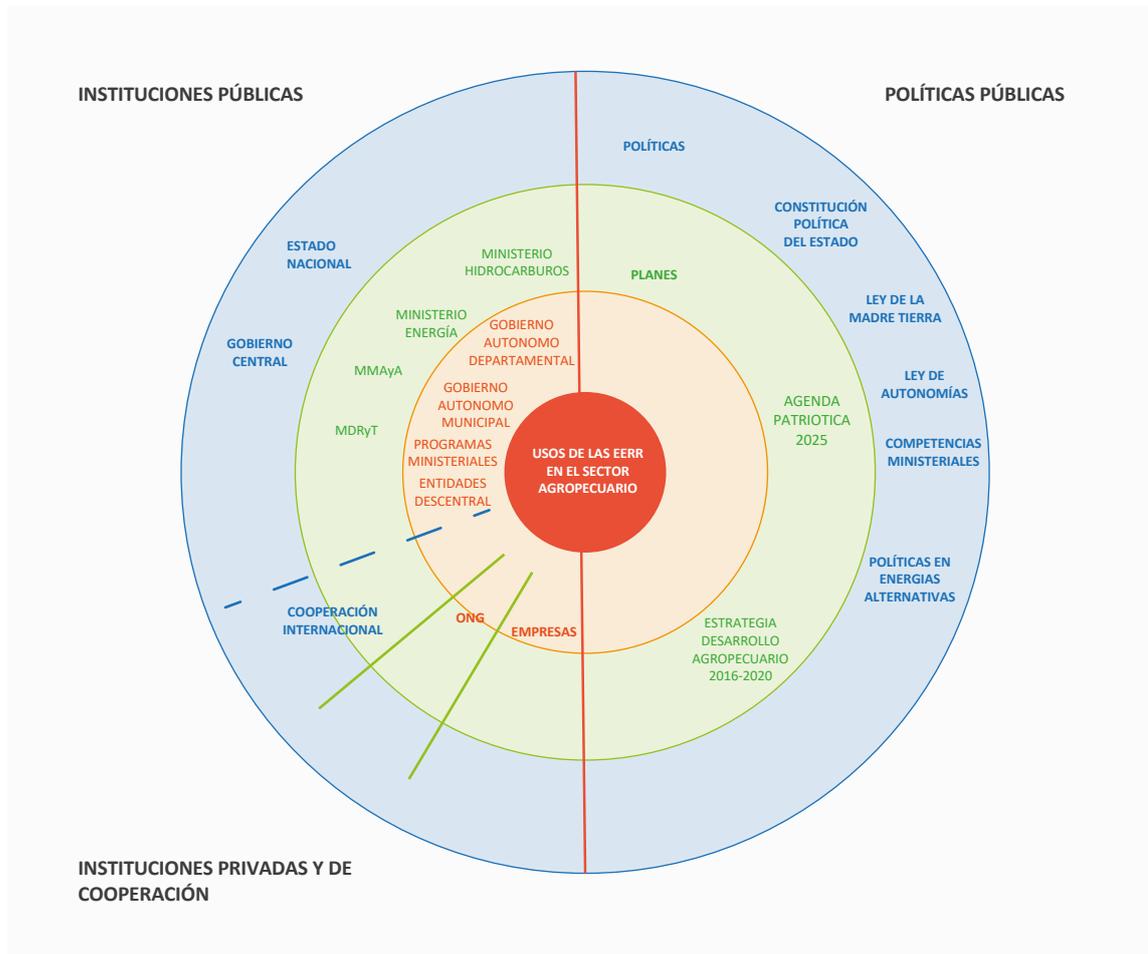
La Constitución, en el marco de la organización autónoma del Estado, también asigna competencias y responsabilidades a los tres niveles estatales. Así, en materia medioambiental y de desarrollo rural, el Gobierno central, como los Gobiernos departamentales y municipales, puede implementar políticas, planes y programas en protección ambiental y desarrollo agropecuario sin más limitación que la de no contrariar las políticas nacionales en estas materias y no sobrepasar el carácter privativo, exclusivo o concurrente de sus competencias. En cambio, en materia energética, la Constitución determina que el aprovechamiento de las fuentes de energía y la gestión del sector energético es “facultad privativa del Estado” (Artículo 378.II). De esta forma, se deja en manos de los Gobiernos departamentales y municipales la realización de “proyectos de fuentes alternativas y renovables de energía [...] preservando la seguridad alimentaria” (Artículos 300.16 y 302.12).

Este marco constitucional encuentra mayor concreción en la Ley Marco de Autonomías y Descentralización (Ley N.º 31, 2010) y la Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien (Ley N.º 300, 2012). En efecto, la primera ley mencionada ratifica lo estipulado por la Constitución en materia energética (Artículo 97); la segunda ley, un tanto más específica, estipula que en “las bases y orientaciones del vivir bien” está lograr el “cambio gradual de la matriz energética”, de modo que se promueve “el incremento gradual de las ER en sustitución de las provenientes de recursos no renovables”; y también “desarrollar, planes y programas de generación de energías alternativas renovables e incentivos para la producción y uso doméstico, priorizando las energías: solar y eólica, y las microcentrales hidroeléctricas y el ahorro energético nacional” (Artículo 30).

Hasta aquí, puede concluirse que la Constitución y las leyes marco mencionadas establecen el nivel más general de unas políticas públicas muy favorables para el desarrollo de las fuentes de ER y su utilización en las cadenas productivas agropecuarias. También delimitan el área

de acción y las competencias institucionales de los tres niveles de Gobierno que existen en el Estado boliviano y de las instituciones que las suceden (ver Gráfico 2).

Gráfico 2: Marco político-institucional para el uso de las energías renovables en las cadenas productivas agropecuarias



Un segundo nivel, es decir, uno más cercano a la aplicación de las ER en las labores agropecuarias, está dado por políticas públicas más específicas. (ver Gráfico 2). Una de las primeras con relación a este aspecto es la Política de Energías Alternativas para el Sector Eléctrico en el Estado Plurinacional de Bolivia (Ministerio de Hidrocarburos y Energía, 2011), que consigna los lineamientos principales para el desarrollo y aprovechamiento de las fuentes de energía renovable existentes en el país. Así dicha política se constituye como un hito importante en el ámbito energético nacional; esta no guarda referencia sobre los usos productivos de las ER, ni evalúa sus posibilidades en el sector agropecuario, ni propone su implementación en ese sentido.

La segunda política que merece mencionarse en este nivel es la denominada Agenda Patriótica 2025 (Ley N.º 650, 2015). En el plano ambiental y en el agropecuario, la Agenda se limita a ratificar lo estipulado en la Constitución y en la Ley Marco de la Madre Tierra, y a diferencia de esta última, no hace mención específica de la utilización de las ER en la ley agropecuaria. En el ámbito energético, esta Agenda propone 1) que “el 100 % de las bolivianas y los bolivianos cuenta con servicios de energía eléctrica y luz”, 2) que el país se convierta en “productor y exportador de energía eléctrica aprovechando plenamente su potencial hidroeléctrico y desarrollando exitosamente proyectos de ER de gran capacidad de generación”, y 3) que se desarrolle la tecnología basada en energía renovable (Ministerio de Autonomías, 2014).

Como se aprecia, en las políticas energéticas para el mercado interno está considerado lograr el acceso universal a la electricidad del 100 % de los hogares. En función de este objetivo, las ER —especialmente la solar fotovoltaica— han sido utilizadas de manera mayoritaria para cubrir los requerimientos de iluminación y comunicación de los pobladores de aquellas zonas donde no llegan las redes eléctricas convencionales. En cuanto al segundo objetivo, es claro que la finalidad de la política es la construcción de infraestructura energética de envergadura, principalmente hidroeléctrica, orientada a atender el mercado externo. Solo el tercer objetivo, podría relacionarse con la posibilidad de desarrollar aplicaciones productivas de las ER, pero sensiblemente no se ha dado ningún paso en concreto en ese camino.

Otra política que debe mencionarse es el Plan del Sector Agropecuario y Rural con Desarrollo Integral para Vivir Bien 2016-2020 (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras [MDRyT], 2017). Dicho Plan, en relación con el objeto del presente estudio, identifica que los problemas que atraviesa el sector agrícola boliviano tienen que ver con el “insuficiente e inadecuado proceso de innovación tecnológica”, sobre todo entre los pequeños y medianos productores; la “baja productividad agropecuaria”, la “deficiente calidad de los productos agropecuarios” y, por ende, la “baja competitividad” de estos y la “débil inserción a mercados”. Además, según se constata en el diagnóstico mencionado, los problemas enumerados se ven agravados por la “deficiente infraestructura de apoyo a la producción agrícola” (sistemas de riego, caminos, energía, telecomunicaciones) y el “insuficiente servicio de asistencia sanitaria al sector agropecuario”.

Ante esta situación, el Plan prioriza la realización de diez políticas públicas, tres de las cuales relacionan los aspectos agropecuarios con energéticos y tecnológicos, por ejemplo, la política de desarrollo tecnológico e innovación agropecuaria, la del uso y manejo del suelo y el agua, o la de diversificación productiva. Sin embargo, a pesar de este relacionamiento, en el Plan no se proponen programas o proyectos que promuevan el uso de las ER en el sector agropecuario (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras [MDRyT], 2017).

Institucionalmente, el segundo nivel está conformado por el Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), el Ministerio de Hidrocarburos (MH), el Ministerio de Energías (ME), y el Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) (ver Gráfico 2).

En el área medioambiental, es de destacar la creación de la Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra (APMT), como una entidad descentralizada dependiente del MMAyA, que en el marco de coordinar y articular “la lucha contra las causas estructurales del cambio climático” tiene entre sus funciones promover el cambio de la matriz energética, así como la soberanía alimentaria (Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra, 2019).

En el ámbito energético (ver Anexo 2, Institucionalidad del Sector Energético), es relevante la creación del Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas, entre cuyas atribuciones explícitamente se consigna “coordinar con los Gobiernos autónomos departamentales, regionales e indígena originaria campesina, la implementación y desarrollo de proyectos eléctricos y energías alternativas en el marco de las competencias concurrentes y compartidas: Incentivar la incorporación de nuevas tecnologías de electrificación tendientes al aprovechamiento sustentable de los recursos renovables. Proponer políticas para el desarrollo de tecnologías de energías alternativas, eólica, fotovoltaica y otras en coordinación con las universidades públicas del país”. De este modo, las autoridades del sector energético asumen formalmente la tarea de impulsar el uso y la aplicación de tecnologías que funcionen con ER (ver Anexo 2, Institucionalidad del Sector Energético).

En el área agropecuaria (ver Anexo 3, Institucionalidad del Sector Agropecuario), debe destacarse al Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario que, para promover y concretar el Plan en materia agropecuaria, tiene a su cargo 2 instituciones descentralizadas, 5 instituciones desconcentradas, y 19 proyectos de inversión (MDRyT, 2019).

Resta decir que entre estas instituciones no existe un canal de comunicación, un programa o

un proyecto que las conecte en cuanto a la aplicación de las ER en la cadena agropecuaria. No es que sus competencias lo impidan, por el contrario, les permiten encarar este tipo de labores sin ningún problema.

El tercer nivel tiene que ver con los programas y proyectos estatales que concretan el marco constitucional y las políticas públicas directamente relacionadas con la “utilización de las energías renovables en las cadenas productivas agropecuarias” (ver Gráfico 2).

En términos institucionales, además de los ministerios y las instituciones mencionadas, intervienen en este nivel los Gobiernos autónomos departamentales (GAD) y los Gobiernos autónomos municipales (GAM) (ver Gráfico 2). La intervención de los Gobiernos subnacionales, muchas veces, se da en coordinación con las políticas públicas y las instituciones del Gobierno central; sin embargo, gobernaciones y municipios pueden también ejecutar proyectos por sí mismos. De hecho, como se verá más adelante, estas instituciones sí lo han hecho en temas que relacionan las ER con las actividades agrícolas.

Por último, en el marco institucional, hay que mencionar a las instituciones de la cooperación internacional, a las organizaciones no gubernamentales (ONG) del ámbito local, y a las empresas proveedoras de equipos y servicios. Las primeras, por lo general, intervienen entre el primer y segundo nivel; las segundas, en cambio, intervienen casi siempre en el primer nivel y excepcionalmente en los otros niveles; las empresas, por su parte, proveen bienes y servicios a las instituciones que actúan en todos los niveles. Todo ello depende del nivel de decisión y la envergadura de los programas por realizarse. En el siguiente punto, se realiza un análisis más detallado de los actores institucionales.

2.1.3 Mapa de actores e institucionalidad: públicos, privados y cooperación técnica y financiera internacional (funcionamiento, roles e interacciones)

IDENTIFICACIÓN DE INSTITUCIONES POR SECTORES

Una primera aproximación al conjunto de actores que interactúan con el sector de los usos de las ER en cadenas productivas se realiza por sectores, considerando el sector estatal, la cooperación internacional y el sector privado.

En el sector estatal, en el nivel central, se identifica:

- Ministerio de Energía: actúa directamente sobre el sector de las ER, planificando y ejecutando la política en este campo a través del Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas, la Dirección Nacional de Energías Alternativas y los programas y proyectos de ejecución directa como “Electricidad para Vivir con Dignidad”, Programa de Electrificación Rural (PER), los cuales tienen componentes de ER, aunque están orientados fundamentalmente a lograr el acceso universal tanto de familias como de servicios sociales (escuelas y postas sanitarias). Indirectamente, a través de proyectos como EnDev-GIZ, apoya el acceso universal a la energía, la provisión de energía a servicios sociales, y la energía para usos productivos. En todos estos casos se realizan intervenciones con redes eléctricas y ER.
- Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras: a través del Viceministerio de Desarrollo Rural, dispone de varios programas y proyectos que se ejecutan a través de entidades desconcentradas, como es la Entidad Desconcentrada de Soberanía Alimentaria, que ejecuta una serie de proyectos.
- La gran cantidad de proyectos del MDRyT está concentrada en la generación de infraestructura básica para el desarrollo de la actividad agropecuaria, caminos, puentes, construcción de mercados, infraestructura de riego, provisión de insumos (semillas, ganado

mejorado, fertilizantes, etc.) y en algunos casos la provisión de maquinaria, todo con el principal objetivo de subir la productividad del agro, como es el caso del Programa de Apoyos Directos para la Creación de Iniciativas Agroalimentarias Rurales (Programa CRIAR); el Programa Empoderar, bajo cuyo marco se ejecuta el Proyecto de Inversión Comunitaria en Áreas Rurales (PICAR); el Proyecto de Alianzas Rurales II (PAR); y el subprograma Desarrollo Económico Territorial con Inclusión (DETI), los cuales son ejecutados por el MDRYT. De estos, el que está distribuyendo paquetes tecnológicos y brindando asistencia técnica para mejorar la producción agropecuaria de pequeños productores, entre los que se encuentran paquetes de tecnologías con ER es el proyecto CRIAR.

- Ministerio de Medio Ambiente y Agua: mediante el Viceministerio de Recursos Hídricos y Riego, a través de sus proyectos como Mi Riego, ha implementado sistemas de bombeo de agua para riego, destinados a asociaciones y comunidades de productores, la gran mayoría con red eléctrica, pero en algunos proyectos se ha utilizado energía solar para el efecto. Estos proyectos en muchos casos tienen componentes de cofinanciamiento de los Gobiernos autónomos departamentales y/o Gobiernos autónomos municipales. A través de Mi Riego, en el componente de riego tecnificado donde se usan tecnologías de bombeo, se han empleado sistemas de bombeo fotovoltaico, aunque de manera puntual.

En el nivel regional:

- Gobiernos autónomos departamentales (GAD): a través de sus secretarías, direcciones y proyectos, ejecutan acciones directas en función de prioridades regionales. Todos los GAD tienen competencia para apoyar el desarrollo productivo agropecuario, y existen proyectos que han implementado ER para usos productivos en ese ámbito. En prácticamente todos los casos, los proyectos son específicos y puntuales y no forman parte de una acción persistente. Algunos de estos proyectos se ejecutan en cofinanciamiento con proyectos de alcance nacional. Por ejemplo, el GAD de Oruro, bajo un proyecto de seguridad alimentaria, ha distribuido sistemas de bombeo fotovoltaico.

En el nivel local:

- Gobiernos autónomos municipales (GAM): a través de sus direcciones y proyectos, tienen competencia directa para apoyar el desarrollo productivo agropecuario. Han ejecutado ya proyectos de ER para favorecer el acceso universal y también el de usos productivos agropecuarios. En este caso, al igual que los GAD, estos proyectos dependen de la particularidad de la región y la demanda y, aunque tienen un sustento legal para su ejecución, no son parte de una acción de mayor alcance. Algunos proyectos se ejecutan en cofinanciamiento con proyectos de alcance nacional tanto del Estado como de la cooperación internacional y de las ONG que trabajan en este campo. Es importante anotar que, al momento de llegar a los pequeños productores, prácticamente todos los proyectos necesitan coordinarse con el municipio.

En el caso de las entidades de cooperación internacional se diferencian claramente:

- Aquellas entidades que priorizan la cooperación técnica (GIZ, ONUDI, IICA) y que llegan a tener una relación con los productores (directa o mediada por otros actores) a través de sus diferentes programas y proyectos.
- Las entidades que realizan, más bien, asistencia de tipo financiero como CAF (financia el proyecto Mi Riego II), BID (financia el Proyecto de Electrificación Rural [PER]), PNUD-PPD (financia proyectos en áreas protegidas y ha dado soporte a proyectos de secado solar, por ejemplo) y Fundación Valles (que apoya proyectos en el sector productivo y ha financiado proyectos de secado solar para ají y orégano y actualmente para cacao). Estas instituciones tienen un rol indirecto, al proveer los recursos necesarios (reembolsables o no), para la

ejecución de diferentes programas y proyectos, en diferentes niveles (proyectos ejecutados por unidades de los ministerios, proyectos ejecutados por los beneficiarios en asociación con diversas ONG).

En el sector privado se distinguen estos grupos de actores:

- Desarrolladores y ejecutores de proyectos: donde están las ONG nacionales e internacionales, que desarrollan proyectos de usos productivos de las ER para el sector agropecuario, entre las que se pueden destacar aquellas que tienen un rol sostenido en el tiempo y con acciones regulares, por ejemplo, CIPCA, Soluciones Prácticas, Energética, Fundación Valles o CINER. También es destacable el papel del IHH de la UMSA, una entidad que trabaja con microcentrales hidroeléctricas, con las cuales se han potenciado usos productivos de la electricidad.
- Empresas privadas proveedoras de tecnologías: que participan activamente en la oferta de soluciones técnicas a los desarrolladores de proyectos, y responden a las convocatorias y licitaciones que realizan los proyectos ejecutados por los ministerios, GAD, GAM y las diferentes agencias de cooperación, así como ONG internacionales y nacionales.
- Aunque las empresas llegan a los usuarios finales como parte de sus servicios de provisión e instalación, prácticamente en todos los casos su oferta directa a los pequeños productores es muy débil y esporádica, dada la dispersión de usuarios y la baja capacidad de inversión que tiene este sector. La oferta más activa en ER se concentra en tecnologías fotovoltaicas y termosolares, cocinas eficientes de leña, deshidratadores solares, invernaderos, cercos eléctricos, entre las principales.
- Las empresas más relevantes del sector¹ son las siguientes: ENERSOL, en Santa Cruz, con representación en prácticamente todo el país; Servicios Integrales de Energía en Cochabamba, que también tiene oficinas y representación en todo el país; Falk Solar y APLITEC, en La Paz; Casa Solar en Trinidad (Beni); SICOSOL, de Cochabamba en la parte termosolar. Un detalle de su oferta se presenta más adelante.
- Entidades del sector financiero: aunque formalmente son actores en este campo, sus acciones efectivas son mínimas para el caso específico de financiamiento de tecnologías de ER para usos productivos agropecuarios; algunas entidades identificadas son CRECER, IDEPRO e IMPRO, que trabajaron con EnDev-GIZ, pero con acciones nulas en la colocación de créditos en la interfase ER-usos productivos-sector agropecuario.

1. Considerando criterios de participación en licitaciones, participación en proyectos de la cooperación, presencia regional y nacional.

Gráfico 3: Relacionamiento e interacciones con los usos de las energías renovables en aplicaciones productivas agropecuarias



Como se aprecia en los párrafos anteriores, por los roles que juega la multiplicidad de actores existente, es posible apreciar al menos 3 niveles de estos:

- **Actores directos:** son aquellos que tienen una relación directa con los pequeños productores que realizan usos productivos de las ER; estos actores proporcionan elementos de asistencia técnica y equipamiento, y promueven estos usos a nivel de usuario final. En este grupo, están los ejecutores de proyectos como diversas ONG, asociaciones civiles, GAM, GAD, proyectos ministeriales, de entidades desconcentradas y de la cooperación internacional.
- **Actores intermedios:** son los canalizadores de proyectos, programas o instituciones que cobijan a las entidades desconcentradas, fundamentalmente los ministerios de Energía, Medio Ambiente y Agua, Desarrollo Rural y Tierras, y también agencias de cooperación internacional que juegan, sobre todo, un rol técnico y de gestión. En este nivel también se ubican las empresas proveedoras de bienes y servicios, pues, aunque llegan directamente al usuario final, en la gran mayoría de casos, lo hacen a través de contratos con las entidades ejecutoras, y una vez finalizada la acción, se retiran. En la práctica, la llegada al usuario final, bajo una relación oferta-demanda directa, es irrelevante, a pesar de una gran cantidad de esfuerzos realizados por diferentes proyectos para cerrar esta brecha. En este nivel se tiene también a diferentes actores financieros locales que ofertan microcréditos a los usuarios finales, pero no logran concretizar operaciones por diferentes causas, como se verá más adelante.

- **Actores externos:** fundamentalmente son agencias de cooperación internacional, bilateral y multilateral (como Naciones Unidas, GIZ, CAF), que canalizan recursos a las entidades intermedias y ejecutores de proyectos.

En cuanto a la relación entre actores, esta es de tipo funcional y operativa, es decir, está regida por convenios o contratos; no se observan niveles de coordinación entre ministerios o proyectos de diferentes ministerios, para este caso específico.

Es preciso recalcar que, en el marco del sector privado, han sido las ONG, apoyadas por diferentes agencias de cooperación internacional bilateral y ONG internacionales, las que desde los años ochenta² han trabajado en el acceso universal a la energía y las que han promovido el uso y aplicación de las ER muchas veces en coordinación con los Gobiernos autónomos municipales.

A manera de conclusiones preliminares de este relieve de actores, se puede apreciar la preeminencia del Estado, a través de las diferentes instancias de Gobierno central, regional y local en la atención de las demandas de la población. Por otro lado, no se aprecia una institución dependiente del Ministerio de Energía u otro ministerio, que esté específicamente orientada a normar y promover políticas en función del uso productivo de las ER y su aplicación en el sector agropecuario. Tampoco existe una iniciativa, un programa o un proyecto exclusivamente concentrado en la aplicación de ER en el sector productivo agropecuario, en el que el denominador común sean las fuentes renovables de energía aplicadas a diferentes eslabones de las cadenas o sectores productivos.

Las acciones identificadas en curso responden, más bien, a situaciones de coyuntura donde las ER pasan a compartir escenario junto a opciones de energías convencionales, sin una preferencia hacia su empleo que no sea otra que la oportunidad de resolver una demanda de acceso a la energía para uso productivo.

En ese marco, como se ha visto líneas arriba, ni las políticas ni las instituciones del sector energético tienen por mandato directo aplicar acciones que promuevan el uso productivo de las ER. A esto debe sumarse que, a pesar de existir varias instancias del Gobierno central para apoyo a la producción agropecuaria, ellas concentran sus acciones en el desarrollo de infraestructura de uso comunitario o en el apoyo puntual (subsidio, asistencia técnica, vinculación con el mercado) a los pequeños productores; en ningún caso orientan sus acciones a aprovechar los usos productivos de las ER de manera especial.

2.1.4 Acuerdos internacionales y agenda país

En lo que respecta a los acuerdos o compromisos internacionales del país asociados al sector energético, es posible destacar dos condiciones relevantes.

La primera es que Bolivia es un país exportador neto de energía y que los ingresos por exportación de energía, fundamentalmente gas natural, representan una parte importante de los ingresos nacionales; es previsible que el país no pueda prescindir de dichos ingresos a futuro, razón por la cual el Estado boliviano está renegociando sus contratos de exportación de gas natural al Brasil y la Argentina; sin embargo, la actual política energética nacional está poniendo todo su esfuerzo en la realización y conclusión de proyectos de exportación de energía eléctrica.

La segunda condición consiste en los compromisos ambientales internacionales a los cuales el país se adscribe periódicamente, siendo el más relevante la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCC, en inglés), y por ende está en la obligación de cumplir los acuerdos alcanzados.

2. Por ejemplo, SEMTA (Servicios Múltiples de Tecnología Apropriada), una ONG que promovía en los años 80 molinos de viento para bombeo de agua, bombas de ariete, el uso térmico de la energía solar, etc. en zonas del Altiplano boliviano.

Respecto a este último aspecto, en el documento denominado *Contribución Prevista Determinada Nacionalmente al 2030 del Estado Plurinacional de Bolivia* (Estado Plurinacional de Bolivia, 2015), se expresan las acciones que se piensan tomar como país en temas de mitigación y adaptación al cambio climático, agregados por áreas de trabajo representativas como el agua, la energía, los bosques y la agropecuaria; de esta forma se ha logrado marcar la diferencia en temas de esfuerzos llevados a cabo a nivel nacional y con la cooperación internacional.

Según dicho documento, la idea clave en el sector energético es “incrementar la capacidad de generación eléctrica a través de ER para el desarrollo local y de la región” en el periodo 2015-2030. Así se busca incrementar la participación de ER a 79 % para el año 2030 respecto al 39 % de 2010, de modo que se logre una potencia instalada del sector eléctrico a 13 387 MW para el año 2030, respecto de 1 625 MW en 2010, de los cuales se quiere exportar el año 2030 un estimado de 8930 MW, para incrementar la renta energética del Estado.

Para el logro de los resultados vinculados con las metas propuestas, el documento propone impulsar, entre otras acciones, el cambio y la diversificación de la matriz energética con el crecimiento de ER a través de la construcción de hidroeléctricas (pequeñas y medianas centrales hidroeléctricas, grandes centrales hidroeléctricas y multipropósito), así como impulso a las energías alternativas (eólica, biomasa, geotérmica y solar), y uso de otras fuentes de energía (vapor ciclo combinado); la universalización energética, que favorece el acceso universal de energías limpias con énfasis en la población con mayor pobreza; y la ampliación de redes de tendido eléctrico para transmisión y cobertura de servicios de distribución.

Respecto al agua y la producción de alimentos, se propone triplicar la superficie de riego con el fin de superar 1 millón de hectáreas para el año 2030 respecto a las 296 368 hectáreas de 2010. Así se duplicaría la producción de alimentos bajo riego para 2020 y se triplicaría para 2030, respecto al 1,69 millones de TM de 2010. Así se incrementará la producción de alimentos bajo riego, en más de 6 millones de TM el año 2030 con relación a 2010.

Estos compromisos, de alguna manera, involucrarán la necesidad de contar con paquetes tecnológicos de apoyo a la producción, así como transformación y agregación de valor en la producción agropecuaria.

En el ámbito nacional, las acciones por desarrollarse para plasmar el Plan del Sector Agropecuario y Rural con Desarrollo Integral para Vivir Bien 2016-2020 incluye la participación no solo del Gobierno central, sino también de los Gobiernos departamentales y de los Gobiernos municipales, además de una serie de actores privados, para el desarrollo de acciones destinadas a mejorar la productividad, promover la transformación productiva y fortalecer la economía de los pequeños productores agropecuarios.

Como puede apreciarse, si bien los tratados internacionales y el Plan agropecuario vigente en el país no consideran directamente la promoción y el uso productivo de las ER en el sector agropecuario, varias de las políticas priorizadas y las acciones determinadas para tal efecto, obligan a referirse al tema energético y pueden permitir la promoción y aplicación productiva de las ER.

Es el caso, por ejemplo, de la política de Desarrollo Tecnológico e Innovación Agropecuaria, Pesquera y Forestal, con la que se propone “impulsar la competitividad de los procesos productivos haciendo eficiente la inversión pública en infraestructura productiva y de apoyo a la producción” y también “mediante la construcción de sistemas de riego y microrriego”. Es el caso también de la política de Producción Agropecuaria, Pesquera y Forestal para la Seguridad Alimentaria con Soberanía, con la que se pretende “desarrollar las capacidades productivas”; aumentar la producción “promoviendo el manejo sostenible de los recursos naturales”; desarrollar y promover la “transformación de productos ecológicos/orgánicos agropecuarios, forestales no maderables” MDRyT, 2017). Todas estas acciones pueden aplicarse a las ER de manera directa.

3. ENERGÍAS RENOVABLES, CADENAS PRODUCTIVAS Y MERCADO

3.1 Cadenas Productivas y Energías Renovables

3.1.1 Líneas productivas prioritizadas y cadenas identificadas a nivel país, que pueden potencializarse con el uso de energías renovables

Desde la creación del Sistema Boliviano de Productividad y Competitividad (SBPC) por Decreto Supremo en 2001, como una entidad pública descentralizada del Estado boliviano (Ministerio de Economía y Finanzas Públicas [MEFP], 2007), se han identificado y estudiado en el país diferentes complejos productivos y las cadenas productivas que los conformaban, hasta el cierre del año 2009. De los estudios realizados durante los últimos años, se desprende que en el país fueron identificados y estudiados 12 complejos productivos y, al menos, 33 cadenas productivas (ver Cuadro 5).

Cuadro 5: Cadenas productivas identificadas bajo el SBPC

Oleaginosas	Hortalizas	Frutos Tropicales
Soya	Papa	Bananos
Sésamo	Cebolla	Palmitos
Chía	Tomate	Castaña
Sorgo	Ajo	Cacao
Cereales y legumbres	Frutas de valles	Cayu
Quinoa	Durazno	Copoazú
Porotos	Tuna	Achachairú
Haba	Manzana	Tamarindo
Arveja	Limón	Camu Camu
Tarwi	Naranja	Carambola
Maíz	Lima	
Trigo	Pacay	Camélidos
Bovinos de Leche	Cueros y manufacturas	Vicuña
Aves de granja	Madera y muebles	Alpaca
Uvas, vinos y singanis	Textiles y algodón	Llama

En su momento, en el marco del SBPC, se había priorizado un “primer grupo”, conformado por la quinua, las oleaginosas, la madera y sus manufacturas, los textiles y sus confecciones, y el cuero y sus manufacturas. Un “segundo grupo” estaba conformado por los camélidos para fibra y carne, la castaña, la banana, el palmito, los bovinos para carne, las uvas, vinos y singanis, el trigo, y el maíz duro.

En la política agraria actual, aunque no se ha dejado por completo el enfoque de cadenas productivas, este ya no tiene la relevancia que tenía antes, pues, la política agraria ha definido intervenciones en función de criterios territoriales, de pobreza, de necesidad de subsidios e, incluso, criterios asistenciales por regiones.

El Censo Nacional Agropecuario de 2013, realizado por el Instituto Nacional de Estadística (Instituto Nacional de Estadística [INE], 2015), muestra la existencia de 871 927 unidades productivas agropecuarias (UPA), de acuerdo al detalle que se muestra a continuación.

Cuadro 6: Distribución de UPA por departamento (2013)			
Departamento	Cantidad de UPA	Superf. promedio UPA (Ha)	Superf. cultivada con riego (%)
Chuquisaca	73 388,0	21,0	20,8
La paz	245 455,0	10,3	9,5
Cochabamba	181 536,0	6,8	20,8
Oruro	62 692,0	32,4	18,6
Potosí	123 991,0	7,4	22,5
Tarija	41 539,0	32,5	20,3
Santa cruz	115 027,0	112,1	3,9
Beni	20 762,0	436,1	4,7
Pando	7537,0	258,0	4,9
Total	871 927,0		

Fuente: Elaborado en base a INE (2015).

El cuadro permite apreciar además el tamaño promedio en hectáreas de cada UPA y el porcentaje de esa UPA que accede a riego. Cabe señalar la gran diferencia de extensión entre las UPA del oriente (Beni, Pando, Santa Cruz) y el resto del país, así como la cantidad existente en cada departamento. Finalmente, el acceso a riego también se aprecia en ese cuadro.

Como una muestra de tecnologías básicas como silos, secadoras de granos o cachis (artesanales) y carpas solares, que se utilizan, se pueden ver las diferentes cantidades en el Cuadro 7 y también las diferencias entre cantidades de tecnologías entre los diferentes departamentos.

Cuadro 7: Tecnologías tradicionales de transformación primaria no mecanizadas					
Departamento	Cantidad de UPA	Silo o Pirwas	Secadoras de grano o cachis	Invernaderos	Carpas solares, walipis
Chuquisaca	73 388	55 860	3105	284	677
La paz	245 455	19 592	15 954	1187	3464
Cochabamba	181 536	23 637	1223	1179	2344
Oruro	62 692	3230	54	387	844
Potosí	123 991	43 895	641	1375	2505
Tarija	41 539	13 279	1597	263	542
Santa cruz	115 027	10 824	614	1383	3277
Beni	20 762	3696	252	148	2561
Pando	7537	734	109	72	199
Total	871 927	174 747	23 549	6278	16 413
Total %	-	20 %	2,7 %	0,7 %	1,8 %

Fuente: Elaborado en base a INE (2015).

Aunque evidentemente no todas las UPA deben disponer necesariamente de estas tecnologías, los valores que se tienen son singularmente bajos, a excepción de los silos para almacenamiento de productos.

En ese marco, los programas y proyectos buscan superar las deficiencias en el sector que de manera resumida se muestran en el diagnóstico del sector agropecuario hasta el año 2016 (MDRyT, 2017). Este indica que la baja competitividad se debe a una ineficiente articulación de las cadenas productivas, deficiente infraestructura de apoyo a la producción, baja calidad de los productos agropecuarios, baja productividad, entre otros aspectos más. Puede decirse que las cadenas productivas priorizadas están señaladas de manera indirecta por los programas que prioriza el MDRyT, tales como:

- Programa de Fortalecimiento de la Producción de Papa
- Programa de Fortalecimiento de la Producción de Trigo
- Programa de Fortalecimiento de la Producción de Tomate
- Programa Nacional de Frutas
- Programa Nacional de Producción de Hortalizas
- Programa Nacional de Rumiantes Menores
- Programa de Población y Repoblamiento Ganadero
- Proyecto de Apoyo a la Valorización de la Economía Campesina de Camélidos

Una revisión de los datos sobre estos productos agropecuarios en el Censo Agropecuario de Bolivia 2013 nos permite ver la magnitud (en cabezas de ganado o superficie de producción), mostrando que algunos tienen alcance nacional (bovinos, rumiantes menores), otros tienen focalización en zonas altamente productoras como en el caso de los camélidos (Oruro, Potosí y La Paz) y otros son más puntuales como el caso del trigo o las frutas.

Cuadro 8: Productos relacionados con los programas agropecuarios de apoyo existentes							
Departamento	Bovinos (cabezas)	Rumiantes menores (cabezas)	Camélidos (cabezas)	Papa	Trigo	Hortalizas	Frutas
CHUQUISACA	424 845	1 113 324	6793	1 120 117	16 236	1 136 353	-
LA PAZ	495 323	1 811 635	753 781	2 565 416		2 565 416	-
COCHABAMBA	327 653	1 056 359	127 873	1 184 232	17 113	1 201 345	29 193
ORURO	79 232	1 189 491	1 069 169	2 258 660	697	2 259 357	-
POTOSI	122 054	2 140 948	532 956	2 673 904	17 700	2 691 604	-
TARIJA	372 825	611 781	15 561	627 342	378	627 720	3519
SANTA CRUZ	3 591 946	178 724	270	178 994		178 994	11 340
BENI	2 615 914	31 143	8	31 151		31 151	8309
PANDO	119 849	2850	24	2874		2874	1743
Total	8 149 641	8 136 255	2 506 435	10 642 690	52 124	10 694 814	54 103

Fuente: Elaborado en base a INE (2015).

En esa misma línea, las intervenciones de los programas y proyectos han supuesto un mejoramiento de la infraestructura de caminos, puentes y riego, sobre todo, buscando la ampliación del área cultivada, el aumento del volumen producido, el aumento de la productividad, la enseñanza sobre la aplicación correcta de los agroquímicos y el manejo de plagas.

En los programas pecuarios, las intervenciones han supuesto la dotación de sementales de razas mejoradas, procesos de inseminación artificial, siembra de forrajes, recuperación de áreas de pastoreo, y producción de artículos derivados de cuero y lana de camélidos.

Junto a estas iniciativas específicas el Programa Apoyos Directos para la Creación de Iniciativas Agroalimentarias Rurales (CRIAR) que si bien no se concentra en un complejo productivo o una

cadena productiva, ha permitido subsidiar a los pequeños productores campesinos para que puedan adquirir diferentes equipos agrícolas (bombas de agua, segadoras, carpas solares, etc.).

Todas estas acciones pretenden coadyuvar a que los productores beneficiarios se inserten mejor en la/las cadena(s) productiva(s) que participan.

Participación de las Energías Renovables en los Eslabones y Procesos Productivos Identificados

Considerando la base de los programas de apoyo agropecuario, se puede esquematizar la participación posible de las ER en las cadenas de producción, como se muestra a continuación.

Cuadro 9: Demandas por cubrir con ER en cadenas productivas priorizadas					
Cadena	Potenciales usos de energías renovables		Eslabón de la cadena		
	Tecnología	Equipos	Producción	Transformación	Agregación de valor
Producción de papa	Fotovoltaica (si es competitiva)	Bombas de agua solares	Riego tecnificado		Incremento de la producción, según la variedad
	Solar térmica	Secadores solares	-	Deshidratado solar	Mejora la calidad de productos específicos
Producción de trigo	Microcentrales hidroeléctricas	Generador eléctrico	-	Molienda	-
Producción de tomate	Fotovoltaica (si es competitiva)	Bombas de agua solares	Riego tecnificado	-	Incremento de la producción
Programa Nacional de Frutas	Fotovoltaica (si es competitiva)	Bombas de agua solares	Riego tecnificado	-	Incremento de la producción
	Solar térmica	Secadores solares	-	Deshidratado	Diversificación de la producción
Producción de Hortalizas	Fotovoltaica (si es competitiva)	Bombas de agua solares	Riego tecnificado		Incremento de la producción
	Solar térmica	Secadores solares	-	Deshidratado	Diversificación de la producción
		Invernaderos	Producción en zonas frías		Ampliación de la producción
Programa Rumiantes Menores	Fotovoltaica	Bombas de agua solares	Abrevaderos	-	Seguridad de abastecimiento
		Electrificadores	Cercos eléctricos	-	Mejor gestión de pastos
Población y Repoblamiento Ganadero	Fotovoltaica	Bombas de agua solares	Abrevaderos	-	Seguridad de abastecimiento
		Electrificadores	Cercos eléctricos	-	Mejor gestión de pastos
		Refrigeradores de alta eficiencia	-	Refrigeración leche y derivados	Conservación de productos
Valorización de camélidos	Fotovoltaica	Bombas de agua solares	Abrevaderos		Mejor gestión de pastos
		Electrificadores	Cercos eléctricos		Seguridad de abastecimiento
		Pequeños motores elec. DC	-	Ovilladoras, enmadejadoras	Diversificación de la producción
	Solar Térmica	Secadores solares	-	Deshidratado solar carne	Mejor calidad de producto

Aplicaciones más relacionadas con la prestación de servicios, como el ecoturismo, o pequeñas tiendas y restaurantes, no están incluidas en este análisis.

3.1.2 Inventario de tecnologías renovables, tipo de cadenas productivas, participación en los eslabones y procesos productivos

Para realizar un inventario tecnológico de soluciones basadas en ER, es preciso definir cuáles son las tecnologías disponibles en el país. Básicamente, se puede definir como tecnologías disponibles localmente aquellas que han tenido un cierto recorrido en la curva de aprendizaje y de introducción de tecnología, es decir, aquellas tecnologías de las que existe el conocimiento, los recursos y los medios locales como para que pueda prestar los servicios para los cuales ha sido diseñada. Así, se define como tecnologías de ER disponibles, aquellas que cumplan con las siguientes condiciones:

- Conocimiento de la tecnología por parte de personal local para su manejo, instalación, operación y mantenimiento
- Disponibilidad local de los equipos y repuestos
- Producción local o, al menos, capacidad de reparación local, con las capacidades técnicas disponibles en el país, sobre todo en ciudades intermedias
- Garantías de los proveedores de la tecnología hacia los usuarios finales, de manera que en caso de fallas sea posible obtener un recambio de estos
- Disposición de experiencias de aplicación locales positivas a nivel experimental y difusión, aunque sea a escala pequeña

Estas restricciones hacen que las tecnologías que se promuevan impliquen que los usuarios accedan a “energía sostenible”, limitando la difusión de aquellas soluciones de tipo experimental, pues no sería responsable generar expectativas que no se cumplan con los grupos carentes de energía.

Sobre la base de estas premisas, las principales opciones de ER disponibles en el país, es decir, que cuenten con una provisión local de equipos, servicios, garantías y experiencias positivas en su aplicación, se pueden mencionar en el Cuadro 10. Una descripción más detallada de estas tecnologías se muestra en el Anexo 5.

Cuadro 10: Tecnologías de ER disponibles en Bolivia para usos productivos

Tecnología	Aplicaciones existentes	Observaciones
Sistemas fotovoltaicos	Iluminación, comunicación	Sistemas desde 5 Wp
	Provisión de electricidad en 220 V AC	Sistemas híbridos hasta 400 kWp
	Bombeo fotovoltaico mediana y gran escala	Plantas de 5 a 30 kWp bombeo
	Bombeo fotovoltaico pequeño y móvil	“Carretillas” de 110 Wp a 300 Wp
	Refrigeración fotovoltaica (leche y carne)	Sistemas de 200 a 600 litros
	Generación distribuida en sistemas de bombeo y pequeñas granjas ecológicas que disponen de acceso a electricidad.	Sistemas desde 500 W hasta 50 kW. Permite bajar los costos de electricidad de la red
Sistemas termosolares	Calentamiento de agua en diferentes escalas, para procesamiento de lana, teñido, lavado	Tecnología local (placa plana) Sistemas de tubos al vacío
	Secadores solares para deshidratación de alimentos	Deshidratado de frutas Deshidratado de carne
	Invernaderos	Producción de verduras, sobre todo en el Altiplano
Microcentrales Hidroeléctricas	Potencias registradas entre 5 y 200 kW Electrificación rural y energización de centros productivos como despulpadoras de café	Producción local Tiempo de maduración de proyecto largos (2 a 4 años)
Biomasa	Cocinas eficientes de leña Hornos de leña, deshidratado de alimentos	Producción local y con alta experiencia y calidad
	Biodigestores familiares y medianos de plástico	Tratamiento de deshechos (granjas)
Aerogeneradores	Producción de electricidad para diferentes usos, en localidades específicas, de manera aislada	Potencias de 400 W a 1 kW

3.1.3 Experiencias exitosas y replicables: uso de energías renovables y cadenas productivas a nivel público, privado, cooperación y otros

La recopilación de experiencias existentes, en el uso de ER en procesos productivos en el sector agropecuario, se muestra a continuación en función de las instituciones o proyectos que han desarrollado esas experiencias. Como criterios para la selección de estas experiencias se han considerado:

- La relevancia de la acción, determinada por la cantidad de aplicaciones ejecutadas
- La persistencia de la acción, es decir, que se haya mantenido como línea de trabajo por más de una vez (no solo haya sido un proyecto piloto)
- El uso de tecnología localmente disponible, donde se ha probado un esquema de garantías y asistencia técnica por parte de los proveedores

En ese sentido, los proyectos seleccionados agrupan a poco más de 1800 experiencias que se muestran a continuación.

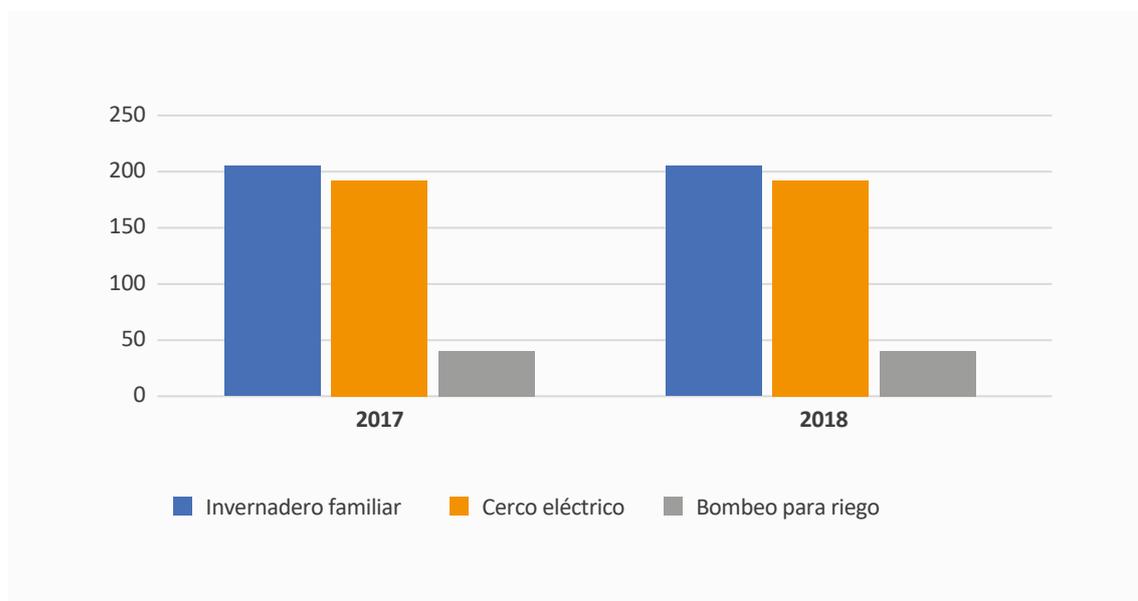
A. Proyecto CRIAR

Cuadro 11: Descripción del Proyecto CRIAR	
Nombre del proyecto	Apoyos Directos para la Creación de Iniciativas Agroalimentarias Rurales
Entidad ejecutora	MDRyT a través de EDSA
Financiamiento	BID
Beneficiario(s):	Pequeños productores campesinos
Descripción del proyecto	<p>Programa iniciado a mediados de 2010 (Ley N.º 8, 2010), en virtud de un convenio de crédito otorgado por el BID (Banco Interamericano de Desarrollo), con el objetivo de brindar “apoyos directos” (subsidios de hasta el 90 % y asistencia técnica) para la adquisición de tecnología agrícola elegida por el pequeño productor campesino. El Programa CRIAR clasifica las tecnologías subsidiadas en dos grandes grupos: “Tecnologías de producción agropecuaria” y “tecnologías de producción agrícola”.</p> <p>Metodológicamente, en función a prioridades se seleccionan los municipios de intervención, se entregan bonos a los productores y, con estos bonos, acuden a una feria donde las empresas que participan ofertan los paquetes. En función de la oferta, el productor decide qué paquete de tecnología comprar con su bono. Una vez realizada la adquisición, la empresa realiza la entrega, instalación y capacitación al productor. Luego, el CRIAR tiene asistentes técnicos que visitan a los productores y asesoran en el uso correcto del paquete tecnológico.</p>
Principales resultados	Entrega de más de 40.000 paquetes tecnológicos, hasta la fecha en diferentes municipios de Bolivia. 416 paquetes tecnológicos con ER entregados
Tipo de tecnología	16 paquetes tecnológicos, de los cuales 3 contienen ER: sistemas de bombeo fotovoltaico móviles, cercos eléctricos, invernaderos
Tipo de energía producida	Energía eléctrica para las bombas y electrificadores Energía térmica en el caso de los invernaderos
Proceso intervenido	Producción
Cadena intervenida	Varias cadenas, en función de la demanda
Estado del proyecto	En ejecución

Fuente: Elaboración propia en base a MDRyT (2019).

De acuerdo con la información proporcionada, entre los equipos y tecnologías ofertadas a los pequeños productores, se incluyeron invernaderos familiares, cercos eléctricos y sistemas de bombeo fotovoltaico. Los datos proporcionados por el Programa constatan que, entre 2017 y 2018, los beneficiarios eligieron 417 invernaderos familiares, 396 cercos eléctricos y 108 sistemas de bombeo fotovoltaico (MDRyT, 2019). Ver Gráfico 4.

Gráfico 4: Tecnologías de energías renovables. Programa CRIAR



En función de la clasificación de CRIAR de las tecnologías subsidiadas en dos grandes grupos: “Tecnologías de producción agropecuaria” y “tecnologías de producción agrícola”, los cercos eléctricos representan poco más del 30 % de las tecnologías de producción pecuaria; en cambio, los invernaderos familiares y los sistemas de bombeo fotovoltaico representaron alrededor del 4 % y 1 %, respectivamente, del total de equipos distribuidos para producción agrícola.

Sin embargo, estas cifras son realmente pequeñas en relación al total de paquetes tecnológicos distribuidos por el programa CRIAR que hasta 2018 ha entregado cerca de 40 000 paquetes de tecnología, y menos del 2,5 % del total corresponde a las aplicaciones mencionadas. El resto de aplicaciones están dominadas por molinos de granos, motobombas, desbrozadoras, fumigadoras, etc.

Cuadro 11: Paquetes tecnológicos que promueve CRIAR

	Tipo de tecnología
Postcosecha	Clasificadora de papa y chuño
	Desmalezadora/desbrozadora
	Molino multipropósito
	Molino para cereales
	Venteadora
Producción agrícola	Invernadero familiar
	Motocultor
	Riego por aspersión (fotovoltaico)
	Riego por goteo
Producción pecuaria	Cargadora hiladora
	Cerco eléctrico
	Equipo de producción apícola
	Esquiladora
	Ordeñadora
	Picadora de forraje
	Retorcedadora

Fuente: MDRT (2019).

Para el caso de los paquetes y en especial de los paquetes de tecnología de ER el esquema financiero es el siguiente. Se debe notar que todos los paquetes tienen un costo máximo de \$US 1000 y, es sobre esta oferta que los productores deciden que paquete elegir.

Cuadro 12: Esquema financiero hacia el usuario de los diferentes paquetes tecnológicos

Tecnología	Cantidad	Precio \$ US	Aporte usuario	Aporte contraparte	Observaciones
Cerco eléctrico fotovoltaico	396	890	10 %	90 %	-
Bombas fotovoltaicas	108	948	10 %	90 %	-
móviles 110 Wp	-	-	-	-	-
Invernaderos	417	950	10 %	90 %	-

Fuente: CRIAR, Rendición Pública de Cuentas (MDRyT, 2019).

La demanda de tecnologías de ER es reducida porque –según nuestro criterio– no corresponde con las principales necesidades de los pequeños productores, que revisando los datos se confirma que son las siguientes: la provisión de agua para riego y consumo humano, la preparación y el mantenimiento del área de cultivo, el cuidado y la protección de los cultivos, y el aumento de valor a los productos (granos) llevados al mercado. Si bien las ER pueden ser aplicadas en la mayoría de los procesos agrícolas mencionados, los costos que implican en Bolivia son muy superiores a los costos de las tecnologías que funcionan con energías convencionales.

B. Compras directas de municipios y gobernaciones

Cuadro 14: Compras directas de municipios y gobernaciones	
Nombre del proyecto	Varios proyectos de desarrollo productivo
Entidad ejecutora	GAM y GAD
Financiamiento	Fondos propios de GAD y GAM
Beneficiario(s):	Pequeños productores campesinos
Descripción del proyecto	Las competencias de los GAD y GAM permite que ejecuten proyectos de desarrollo agropecuario. Cuando se ejecutan estos proyectos normalmente se publican los mismos en el SICOES, el sistema de compras del estado. Se ha realizado la revisión del SICOES de 2006 a 2018, encontrándose 41 proyectos que implicaron la aplicación productiva de las ER (ver Cuadro 14). En todos los casos, se realiza una licitación pública, para empresas, las que efectúan la provisión e instalación. La tecnología es subsidiada en un 100 % por los ejecutores.
Principales resultados	34 invernaderos implementados. 285 sistemas de bombeo fotovoltaico móvil 110 Wp. 15 sistemas de bombeo fotovoltaico potencias de 5 kW A 30 kW. 2 sistemas de bombeo eólico, tipo multipala.
Tipo de tecnología	Carpas solares para producción de hortalizas. Sistemas de bombeo fotovoltaico. Sistemas de bombeo eólico.
Tipo de energía producida	Energía eléctrica para las bombas. Energía mecánica para las bombas eólicas. Energía térmica en el caso de las carpas solares.
Proceso intervenido	Producción
Cadena intervenida	Varias cadenas, en función de la demanda
Estado del proyecto	En ejecución

Fuente: SICOES (2019).

El siguiente cuadro permite ver la distribución de los 41 proyectos identificados.

Cuadro 14: Tecnologías de ER implementadas por los Gobiernos subnacionales (2006-2018)					
Tecnología	Cantidad	Gobierno departamental	Gobiernos municipales	Área productiva	Financiamiento
Invernaderos (solar térmica)	34	1	16	Producción de hortalizas	100 % pago por el Estado
				Educación productiva	100 % pago por el Estado
Bombas fotovoltaicas portátiles	285	1	5	Agua para ganado	100 % pago por el Estado
				Sistemas de microrriego	100 % pago por el Estado
Bombas fotovoltaicas de 5 a 30 kWp	15	1	-	Proyecto Mi Riego II	100 % pago por el Estado
Sistemas de bombeo eólico	2	2	-	Agua para ganado	100 % pago por el Estado
Total	336	5	21		

Fuente: Elaboración propia en base a revisión del SICOES 2006-2018.

C. Proyecto Kar-En

Cuadro 15: Compras directas de municipios y gobernaciones	
Nombre del proyecto	Mejora del abastecimiento de agua para consumo de humano y de ganado en base a ER en Bolivia (2010-2016)
Entidad ejecutora	Energética
Financiamiento	Fondos de Kar-En (Alemania), aporte de usuarios y aporte del GAD
Beneficiario(s):	Pequeños productores de camélidos en Oruro
Descripción del proyecto	<p>Ante un diagnóstico realizado en la zona, como producto de los fenómenos de El Niño de años previos, la producción de camélidos se vio seriamente afectada al desaparecer muchas de las fuentes superficiales de agua como consecuencia de sequías extremas.</p> <p>Una alternativa que se previó fue lograr el suministro de agua de fuentes poco profundas, con bombas fotovoltaicas, almacenar el agua en tanque y distribuir la misma a través de un abrevadero para camélidos.</p> <p>Kar-En y Energética proveían el sistema de bombeo fotovoltaico y su instalación; el usuario construía su pozo, el pedestal para el tanque y el abrevadero; el GAD entregó los tanques de almacenamiento.</p> <p>Un sistema abastecía a 4 familias.</p> <p>Garantías por instalación y de equipos 2 años.</p>
Principales resultados	178 sistemas de bombeo fotovoltaico fijos, de 110 W 7 sistemas de bombeo grandes (hasta 10 kW) 1300 productores beneficiados
Tipo de tecnología	Sistemas de bombeo fotovoltaico
Tipo de energía producida	Energía eléctrica para las bombas
Proceso intervenido	Producción
Cadena intervenida	Camélidos
Estado del proyecto	Ejecutado, se cerró en 2018.

Fuente: Energética (2018).

Este proyecto que abrió el camino con esta tecnología para la instalación de sistemas de bombeo fotovoltaico en pozos del altiplano orureño, con el fin de alimentar el ganado camélido, permitió que entre 2017 y 2018 el GAD de Oruro realizara una licitación pública para la compra de 285 sistemas de bombeo fotovoltaico de 110 W, pero móviles.

Entre los sistemas de bombeo grandes ejecutados, también son relevantes los sistemas de bombeo fotovoltaico instalados en dos comunidades del Parque Nacional y el Área de Manejo Integrado Kaa Iya; el primero de ellos para consumo humano y animal, y el segundo para riego por goteo.

Cuadro 16: Sistemas de bombeo para abrevaderos de agua para camélidos y riego				
Tecnología	Cantidad	Aporte usuario	Aporte Kar En- Energética	Aporte de gobernación / Municipio
Bombas fotovoltaicas pequeñas hasta 110 W	178	25 %	65 %	10 %
Bombas fotovoltaicas grandes, hasta 10 kW	7	10 %	90 %	10 %

Fuente: Elaboración propia sobre datos del Proyecto Kar-En-Energética.

Una característica importante de este proyecto fue el establecimiento de un sistema de garantías de funcionamiento de la tecnología y de atención de reclamos *in situ*. Asimismo, el proyecto comprendía prácticamente todo el sistema de bombeo y las obras civiles conexas: excavación de pozos, entubado con anillas de cemento, construcción de tapa de pozo, construcción de pedestal para tanque, dotación de tanque, instalaciones de plomería, instalación fotovoltaica y eléctrica, incluidos sensores de nivel en pozo y tanque.

D. EnDev-GIZ

Cuadro 17: Proyecto EnDev-GIZ (2010-2013)	
Nombre del proyecto	EnDev Acceso a la Energía
Entidad ejecutora	EnDev Bolivia
Financiamiento	GIZ, GAM, productores, otros
Beneficiario(s):	Pequeños productores de camélidos en Oruro
Descripción del proyecto	EnDev Acceso a Energía inició sus actividades en Bolivia el año 2005 con el objetivo de facilitar el acceso sostenible a energía moderna a las comunidades rurales de todo el país. Desarrolla 3 componentes: energía para uso doméstico en el marco del Acceso Universal, energía para usos sociales y energía para uso productivo. En particular en este componente promueve una serie de tecnologías, presta asistencia técnica y co-financiamiento para llevar adelante estas iniciativas. La tecnología demandada por excelencia ha sido los secadores solares, de los cuales 94 % se han destinado a café, 5 % a frutas y 1 % a cacao. Un detalle se puede ver en el Cuadro 18.
Principales resultados	148 tecnologías de secado solar implementadas 335 pequeños productores beneficiados 9 Aerobombas
Tipo de tecnología	Secadores solares
Tipo de energía producida	Energía térmica para el deshidratado Energía mecánica para las aerobombas
Proceso intervenido	Producción Riego y agua para animales
Cadena intervenida	Café, frutas, cacao
Estado del proyecto	Cierre de ejecución

Fuente: Encuesta a EnDev, 2019; Impactos en Bolivia 2005-2010 EnDev.

El Proyecto EnDev-GIZ: a través de su componente de energía para la producción durante casi una década, ha soportado este tipo de iniciativas y dentro de su menú de ofertas se puede encontrar que relacionadas con ER se encuentran los secadores solares usados para deshidratado de alimentos, los biodigestores y las bombas fotovoltaicas.

El alcance del proyecto en términos de usos productivos ha sido alto: se reporta 27 690 asociaciones productivas y PYMES beneficiadas, de los cuales 335 productores han elegido paquetes de ER como parte de su solución.

Cuadro 18: Tecnología de ER para usos productivos facilitadas por EnDev (2010 -2013)

Lugar	Nombre de contraparte	Cantidad de tecnologías	Cantidad asociados apoyados	Tipo de tecnología	Tamaño	Precio total	Aporte EnDev	Aporte usuarios	Aporte contraparte local (municipio, ONG, etc.)
La Paz-Caranavi	Cooperativa Agrícola Villa Oriente	137	137	Secadores solares de café	1,50x3 m	\$US 3420	79 %	21 %	0 %
La Paz-Caranavi	Asocafe	84	10 %	Secadores solares de café	4x30 m	\$US 260	60 %	40 %	0 %
La Paz-Caranavi	Asociación de productores AIPEAD	41	-	Secadores solares de café	4x50 m	\$US 1330	60 %	20 %	20 %
Cochabamba-Chimore	Asociación Chocolates Tropical	1	62	Secador de cacao	4x50 m	\$US 3420	60 %	40 %	0 %
La Paz-Luribay	Comunidad Ancocora	6	6	Secador de frutas	1,50 x 3 m	\$US 4800	20 %	40 %	40 %
La Paz-San Buenaventura	Asociación de productores Esmeralda	1	4	Secador de cacao	4x30 m.	\$US 260	40 %	60 %	0 %
La Paz-Luribay	Proyecto piloto	1	1	Secador de durazno	1,50 x 3 m	\$US 140	80 %	20 %	0 %

Fuente: Elaboración propia sobre datos EnDev.

Sin embargo, a pesar de la oferta realizada, los impactos que reporta el Proyecto EnDev, al menos durante los años 2005-2010 (EnDev, 2011), muestran una alta demanda por agua, y básicamente con tecnologías convencionales: motobombas y bombas eléctricas. Salvo 9 bombas eólicas, el resto responde a las tecnologías convencionales mencionadas. Cuando se ve la fase de apoyo a la transformación aparecen otras tecnologías basadas en ER como los secadores solares. En todo caso, la preminencia del uso de energías convencionales es altísima.

E. Biodigestores-EnDev

Cuadro 19: Proyecto Biodigestores ENDEV-GIZ

Nombre del proyecto	EnDev: Acceso a la Energía
Entidad ejecutora	EnDev Bolivia, Unidad de Trabajo en Biodigestores (2007-2012)
Financiamiento	GIZ, productores y otros
Beneficiario(s):	Pequeños productores agropecuarios
Descripción del proyecto	Instalación de biodigestores familiares tubulares de plástico
Principales resultados	747 biodigestores instalados
Tipo de tecnología	Biodigestión anaerobia
Tipo de energía producida	Energía térmica
Proceso intervenido	Producción: abonos para la producción
Cadena intervenida	Varias
Estado del proyecto	Cierre de ejecución

Fuente: Marti (2013).

La introducción de biodigestores familiares de bajo costo ha sido un logro de la Unidad de Trabajo en Biodigestores de EnDev. Durante el periodo 2005-2012, logro desarrollar la tecnología y adaptarla al contexto. Las experiencias y las lecciones aprendidas se encuentran en el libro *Biodigestores en Bolivia* (Marti, 2013), el cual recoge adecuadamente las experiencias logradas.

F. Aplicaciones Especiales

- Microcentrales hidroeléctricas: el Instituto de Hidráulica e Hidrología (IHH), dependiente de la Universidad Mayor de San Andrés, ha implementado microcentrales hidroeléctricas en Bolivia por más de 20 años. La mayoría de microcentrales hidroeléctricas se encuentran en la zona de Yungas en La Paz, y los rangos de plantas van de 5 kW hasta 300 kW y eventualmente algunas más grandes. Las aplicaciones productivas desarrolladas están relacionadas con despulpadoras de café, molinos de granos, accionamiento de maquinaria eléctrica para carpintería, etc. El IHH representa, sin duda, el punto más alto de desarrollo tecnológico en microcentrales hidroeléctricas en Bolivia.
- Secadores solares híbridos: Soluciones Prácticas Bolivia es una ONG internacional que ha desarrollado varios proyectos de apoyo al sector productivo en áreas de ecoturismo, procesamiento de productos con tecnologías de microcentrales hidroeléctricas, carpas solares y sistemas fotovoltaicos sobre todo, y también ha realizado proyectos de mejora de secado de cacao con secadores solares híbridos. Es decir, combinando la energía solar y la energía eléctrica, ha producido un cacao de mejor calidad. La relevancia de este aporte es justamente mostrar la posibilidad de utilizar una fuente renovable y una fuente convencional de manera combinada (Reza Azurduy, 2018).
- Generación distribuida: Energética apoyó el desarrollo de dos experiencias puntuales de aplicación de generación distribuida orientadas a la producción agropecuaria. La primera de ellas para una granja agroecológica en Cochabamba, la cual contaba con una conexión a la red eléctrica, pero en una estrategia de reducción de costos se ha instalado un sistema de fotovoltaico que funciona en paralelo con la red y genera poco más de un 40 % de ahorro en la factura eléctrica. La segunda experiencia fue la instalación de un sistema de generación distribuida en un sistema de bombeo de agua convencional; este, al ajustar el horario de funcionamiento, puede permitir un ahorro importante en la factura eléctrica, siempre y cuando este sistema no cuente con una tarifa especial (Energética, 2019).

3.2 El Mercado de las Energías Renovables y el Uso Productivo

3.2.1 Leyes, reglamentos y normas que fomentan o limitan la promoción del mercado de las energías renovables

Entre los mecanismos legales que limiten la promoción de las ER, no se ha identificado ninguno; por el contrario, existe una norma que exime del pago de impuestos la importación de los paneles fotovoltaicos, que en este caso tiene 0 (cero) como valor de arancel de aduana. Ahora bien, en correspondencia no existe una norma específica que promueva los usos productivos de las ER en actividades agropecuarias.

Como se ha visto en puntos anteriores, la Constitución asigna también competencias en esta materia a los Gobiernos departamentales y a los municipales (ver Anexo 3), los cuales

han ejecutado proyectos en esta área, pero, al igual que otras iniciativas, son de tipo aislado, coyuntural e inconexas con un objetivo mayor o una estrategia nacional.

Todo ese panorama permite aseverar que, aun con un marco legal favorable, lo que falta desarrollar son los vehículos institucionales-operativos, de propósito específico, que faciliten el desarrollo de este tipo de iniciativas. El Anexo 6 muestra una recopilación de normas legales relacionadas con el tema de ER y sus usos productivos en el sector agropecuario.

Desde un punto de vista de mercado, como se ha podido ver en las experiencias descritas y que se replican en mayor o menor medida en el tiempo, la situación de los usos productivos de ER aplicados a pequeñas UPA, no se materializan a través de una relación comercial entre ofertantes y demandantes, sino que la relación, en todos los casos, ha estado mediatizada por el “proyecto”, que en los hechos implica un subsidio en mayor o menor grado para los siguientes ítems:

- a. Los costos de identificación de la demanda
- b. Los costos de hacer llegar la oferta a la demanda (promoción, viajes, etc.)
- c. Los costos de asistencia técnica y apoyo a los demandantes para especificar su tecnología
- d. Los costos de capacitación y seguimiento al empleo de los equipos
- e. Los costos de inversión, en función del grado de subsidio, nivel de pobreza, sector, región, etc., del cual es parte el pequeño productor
- f. La diferencia de costos de inversión entre equipos de tecnología convencional y los equipos de ER, generalmente mucho más costosos³

De realizarse una internalización de todos esos costos en la oferta tecnológica que desarrollan las empresas, la elevación de precios actúa como un freno, lo que produce que potenciales demandantes vean los precios de los equipos en la ciudad y, cuando averiguan el costo puesto e instalado en su predio, las diferencias son grandes, con lo cual se desaniman.

Por tanto, no es casual que las empresas no reporten ventas directas en el campo de tecnologías de ER para usos productivos. Aquellos pocos casos reportados son ventas en oficinas de la empresa en la ciudad, donde un demandante que vio la experiencia en su región se acerca a comprar el equipo y asume el riesgo del transporte y la instalación.⁴

Una alternativa que se maneja respecto a los costos altos es que los mismos pueden ser subsanados no solamente con subsidios, sino también con adecuados programas de microcrédito. Además, debe tenerse en consideración la gran experiencia que tiene Bolivia en microfinanzas. Si bien conceptualmente esta idea es válida, en la práctica es muy compleja de implementar por las siguientes razones:

- La paulatina formalización de los fondos de crédito, lo que ha generalizado que las entidades de microfinanzas vayan abandonando las operaciones de mayor riesgo, con el fin de mantener carteras “limpias”.
- Los altos costos operativos en el área rural disminuyen la rentabilidad de las operaciones, que es el caso de los usos productivos de ER en agropecuaria, donde las microfinancieras están lejos de los potenciales demandantes.

3. Por ejemplo, en sistemas de bombeo de agua, una motobomba tiene apenas ¼ del costo de inversión de un sistema fotovoltaico de bombeo de agua en igualdad de prestación. Los costos de operación y mantenimiento no son apropiadamente entendidos por el comprador.

4. Entrevista a la Gerencia General de SIE S. A., proveedor de proyectos como EnDev, Mi Riego, etc.

Como muestra de lo anterior, se puntualiza que el proyecto EnDev apoyó la participación de al menos cuatro entidades financieras para que otorguen créditos para usos productivos de energía. Sin embargo, luego de más de 2 años y de realizar las acciones respectivas, ninguna de las entidades colocó un solo microcrédito.⁵ Aunque pueden existir múltiples razones para esta situación, el hecho está presente.

A pesar de todo lo mencionado, la oferta de parte de los proveedores es bastante activa, desde el punto de vista del cliente de los proyectos. Como se mencionó anteriormente, hay varias empresas dedicadas al tema de las ER y también existe la Asociación Boliviana de Energías Renovables (ABER [www.aber.org.bo]) que agrupa a varios de estos actores. Por otro lado, EnDev publicó un catálogo de empresas que ofertan equipos para usos productivos de energía, donde se pueden ver en oferta sistemas de bombeo de agua, móviles y fijos, y sistemas termosolares (EnDev, 2015).

3.2.2 Rol del Estado, sector privado y la cooperación para incentivar el mercado

Los usos productivos de la energía, sobre todo en el área rural, son argumento para muchos proyectos de provisión de energía. Sin embargo, está establecido que únicamente el suministro de energía no incrementa la producción si no hay un acompañamiento, pues el problema es más complejo que solamente el abastecimiento energético; una aplicación productiva pasa por el desarrollo de un producto, la identificación de mercados y el desarrollo de iniciativas y capacidades emprendedoras. Al existir una desconexión entre la potencial demanda y la oferta, se configura un mercado de productos de ER ligado al sector productivo agropecuario muy incipiente. Se debe considerar la cifra total de 2013 de 871 927 unidades productivas agropecuarias como una referencia de mercado.

Aunque existe una amplia oferta de equipos y tecnologías, como se puede apreciar en el Directorio de Empresas de Energía (EnDev, 2015) que apoyan a la producción, lo evidente es que esta cadena de importadores y distribuidores extienden sus puntos de comercialización en las ciudades principales, en algunas ciudades intermedias y solo en las regiones productoras más grandes. En ningún caso, existen puntos de comercialización de equipos y tecnologías agrícolas situados en el área rural, por la baja demanda existente.

En este contexto, si una empresa o programa gubernamental quisiera generar un mercado de tecnologías con ER, debe estimar la dimensión del mercado potencial; adicionalmente, tiene que vencer el desconocimiento que los potenciales usuarios, los escasos recursos y la poca capacidad de inversión que tienen los mismos, los prácticamente inexistentes servicios de microcrédito.

Una barrera adicional es la elevada inversión inicial que requieren las tecnologías de ER, que están muy por encima de la inversión inicial requerida por las tecnologías que funcionan con energía convencional. Por este motivo, las aplicaciones de mediana y pequeña envergadura que existen en el país, casi en su totalidad, se han desarrollado en el marco de proyectos con fuertes subsidios a la inversión y no en términos privados.

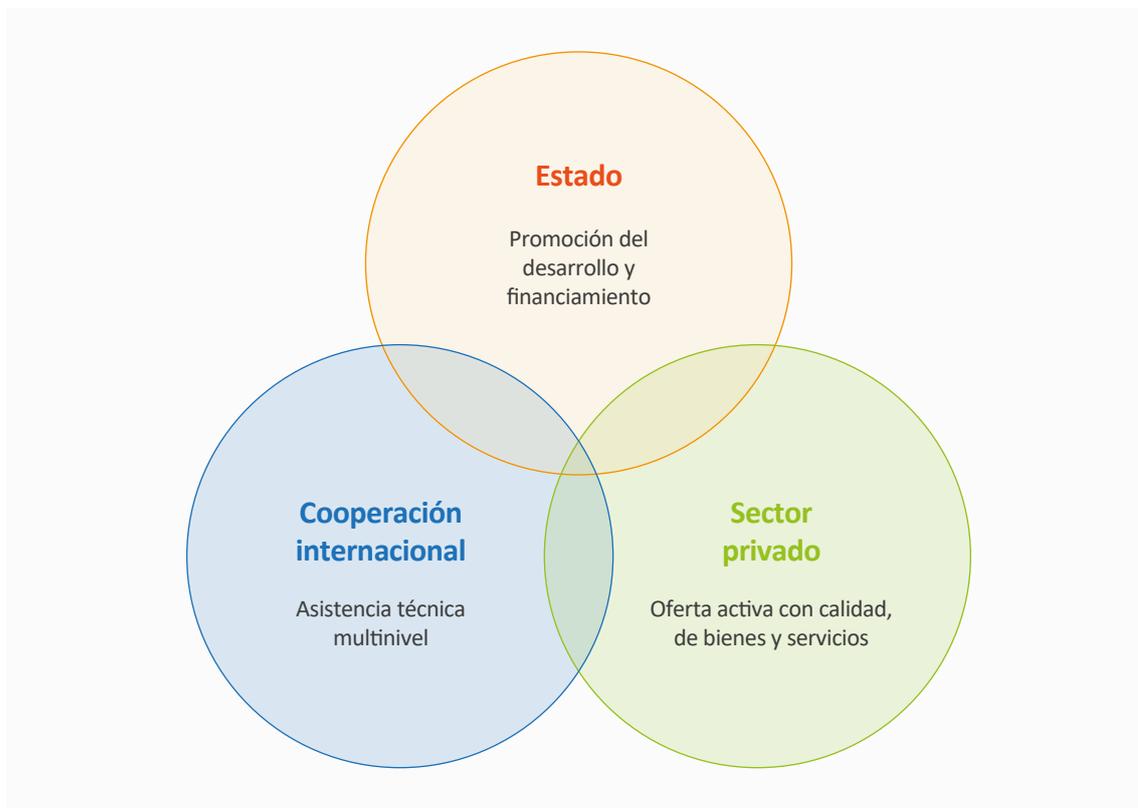
Finalmente, en el caso de Bolivia, las experiencias identificadas de promoción de usos productivos de manera específica, como parte de carteras mayores, permiten valorar y prever un desarrollo institucional y de asistencia técnica favorable en este ámbito, siempre que se haya identificado un vacío en este punto.

5. La entrevista realizada a EnDev indica que, a pesar de todo el apoyo prestado (asistencia técnica, material de difusión y promoción, soporte financiero para cubrir costos financieros iniciales, etc.), esta opción no se consolidó y las cuatro financieras que firmaron convenio no colocaron ni un solo crédito.

ROLES DEL ESTADO, LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL Y EL SECTOR PRIVADO

A continuación se muestra una identificación inicial de roles para el Estado, la cooperación internacional y el sector privado en el caso de Bolivia.

Gráfico 5: Roles de los actores para desarrollar los usos productivos de las energías renovables



Como se observa por la situación de políticas existentes de fuerte presencia estatal en el terreno operativo y de relacionamiento con el sector agropecuario, las tareas de promoción del desarrollo y ejecución de las estrategias de desarrollo agropecuario, son netamente estatales y cumplen un papel que corresponde a un Estado que efectivamente dirige e implementa sus políticas en todos sus ámbitos.

No obstante, en esta ejecución de políticas, como se ha podido evidenciar, existen desconexiones y nichos en los que se puede actuar para generar sinergias entre las políticas, programas y proyectos de desarrollo agropecuario (que buscan mejorar los ingresos, subir la productividad, impulsar la transformación, etc.) y el empleo de las ER en usos productivos en las cadenas agropecuarias. El desarrollo de iniciativas en el campo de los usos productivos de la energía, carece de asistencia técnica objetiva en este sentido. Las oportunidades de actuar se presentan a nivel macro, en los ámbitos de ejecución de los programas y proyectos de desarrollo de alcance nacional que ejecuta el Gobierno central, que pueden inclusive bajar a nivel de municipios y gobernaciones.

Por otro lado, instancias privadas actuarán como proveedores de tecnología, financiamiento o asistencia técnica puntual y especializada, que puede apoyar el desarrollo de este “mercado” de los usos productivos de la energía. En esta oferta privada, juegan un rol específico empresas, financieras y entidades como diversas ONG o fundaciones. Aquí el rango de intervenciones puede ser más amplio de solo transformar algunos productos, también se puede trabajar en el apoyo a la constitución de PYMES, situación que es compleja de cumplir en el plano formal, un apoyo en este campo, podría ser un subproducto en la medida que se expandan las aplicaciones productivas.

El apoyo a los usos productivos puede tener, entre otros, dos opciones de realización:

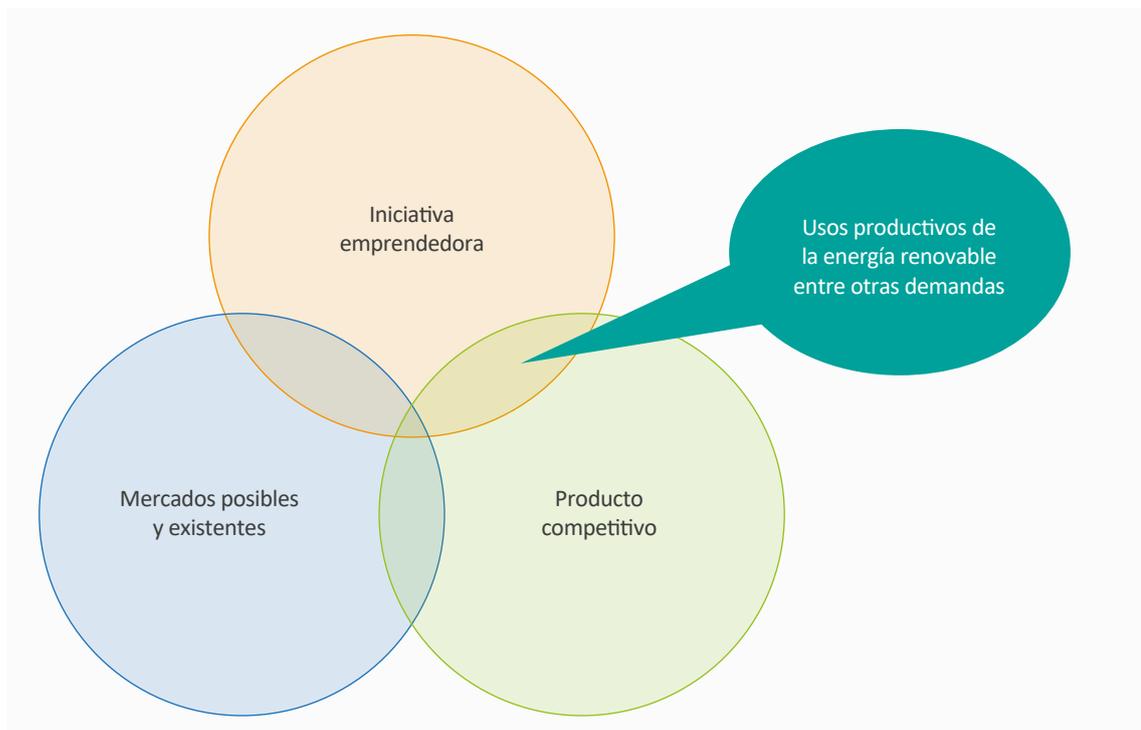
- Una opción es apoyar la introducción de ER en cadenas productivas ya existentes y en desarrollo, donde la decisión de la incorporación, es parte de un análisis sobre todo técnico y económico para cada eslabón de la cadena. En este caso, la energía podría ser incorporada en la fase de producción, transformación, elaboración de producto y comercialización. La intención principal será mejorar la competitividad y generar un incremento de ingresos. Para enfrentar esta línea de trabajo existe la infraestructura necesaria en el MDRT, a través de los diferentes proyectos que ejecuta, que tienen recursos y llegan hasta los productores.

Gráfico 6: Energías renovables en los procesos productivos existentes



- Una segunda opción es apoyar el desarrollo de los usos productivos en general y desde el inicio; en este caso, el tema energético es colateral a otros temas de índole empresarial, como identificación de mercado, desarrollo del producto, comercialización, rentabilidad, etc. Aquí se deben tomar aspectos más amplios en términos de inversión, asistencia técnica y desarrollo de emprendimientos como tal. La complejidad en este caso hace que el tema de las ER sea irrelevante, por ejemplo, ante la necesidad de desarrollo de productos o identificación de mercados.

Gráfico 7: Desarrollo de usos productivos con energías renovables desde su inicio



Como se puede observar, la primera opción, actuar sobre cadenas productivas existentes, donde se incorporen paquetes tecnológicos de energía renovable, puede ser más “manejable” desde el punto de vista operativo, pues son iniciativas ya en camino en las cuales se pueden trabajar los aspectos de eficiencia energética y de cambio de tecnología de producción mejorando la competitividad del productor.

La primera situación en los hechos implica, desde el punto de vista de la cooperación internacional, una oportunidad para elevar la calidad de ejecución de lo existente, por ejemplo, incorporar a las ER en el Programa de Valorización de Camélidos, o explorar las posibilidades de integrar las ER en la cadena de apoyo a la producción de papa, etc.

Sin perjuicio de lo anterior, en cualquiera de los casos, es necesario que la entidad que se encargue de la promoción y asistencia técnica de usos productivos con energía renovable, orientado al sector agropecuario, actúe en los niveles nacional, regional/municipal y, de manera indirecta, en el nivel local. Una entidad de este tipo podría colocarse en el nivel nacional, interactuando con los proyectos de las entidades desconcentradas, por ejemplo, aquellas que pertenecen a la Institución Desconcentrada de Soberanía Alimentaria, dependiente del VM DR.

En cada nivel de actuación, esta entidad de asistencia técnica tendría objetivos específicos.

Gráfico 8: Interacción con los diferentes niveles de trabajo



En otras palabras, no se puede trabajar solamente en una esfera nacional o local, es necesario conectar verticalmente estos tres niveles de operatividad.

En la práctica, incorporar esta línea de acción implica necesariamente una acción externa de negociación con el Estado, de ser posible, aparejada con recursos financieros para facilitar su ejecución. Una ventaja es que existen experiencias alrededor de estos arreglos institucionales. La experiencia visualizada en el país, en los últimos años, muestra que iniciativas como EMPODERAR o CRIAR pueden ser consideradas como referencia de que el Estado es capaz de promover los emprendimientos (a través de alianzas entre diferentes actores) y también la introducción de paquetes tecnológicos.

4. BALANCE Y PERSPECTIVAS

4.1 Avances para la institucionalidad

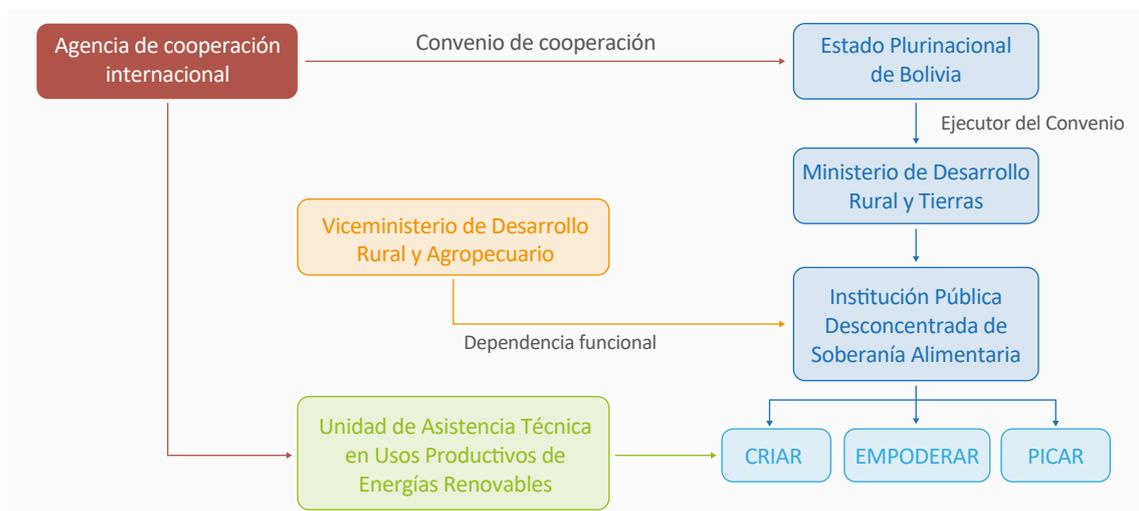
Existe un marco legal que, si bien no es explícito en el tema de promover los usos productivos con ER, es factible de ser utilizado. En los hechos, como se ha mostrado en las experiencias, existen proyectos e iniciativas que han trabajado y están desarrollando este tema.

Como se ha visto, la entidad que podría cobijar una iniciativa sobre ER y usos productivos, debería ser el MDRyT, siempre que a través de este se pueda tener llegada a los potenciales demandantes. En ese sentido, un planteamiento que permita cristalizar avances en la institucionalidad y que tiene jurisprudencia en su aplicación sería el que se muestra en el Gráfico 9. Esa propuesta se ajusta, de alguna manera, al funcionamiento de entidades desconcentradas.

La relación entre una agencia de cooperación y el Estado boliviano está regulada por un convenio de cooperación, en el cual se enuncian las reglas y condiciones para establecer una entidad de asistencia técnica, el mismo que podría intervenir de manera transversal en los programas y proyectos que tiene el MDRyT actualmente.

En ese sentido, se puede plantear un esquema tentativo para posicionar una unidad de asistencia técnica en usos productivos de las ER.

Gráfico 9: Posible arreglo institucional para una unidad de asistencia técnica dependiente del IICA



Considerando la existencia de varios proyectos y programas de asistencia al agro como los programas PICAR, CRIAR, EMPODERAR, Acceso, Procamelidos, Nuestro Pozo, Mi Agua, la idea central es que esa Unidad de asistencia técnica en ER apoye la difusión de los usos productivos con ER, de manera transversal, antes de que incorpore en cada uno de estos programas, por ejemplo, un especialista en ER. De esta manera, el equipo de especialistas en tecnologías de ER (microhidráulica, solar fotovoltaica, solar térmica, biomasa, etc.) podrían dar un soporte transversal para los programas en vigencia, en función de los aspectos específicos de cada programa.

Para que este brazo de asistencia técnica tenga efectividad, debería ser conformado como tal, con el mismo rango de los proyectos existentes y con un mandato explícito sobre la transversalidad, en base a fundamentos de lucha contra el cambio climático, sostenibilidad, etc.

Para estructurar el segundo nivel de intervención se deberían utilizar las estructuras que poseen estas instituciones a nivel regional, sobre todo en caso de que se negocie aspectos de cofinanciamiento departamental /municipal para cadenas productivas específicas (por ejemplo, camélidos), rubros especiales (deshidratado de frutas) o paquetes tecnológicos (bombeo de agua para riego por goteo). En este nivel, sobre todo de los municipios, es posible la aplicación de determinadas estrategias para el desarrollo de estas iniciativas en función de la importancia que se otorgue al tema.

Finalmente, una vez que los diferentes programas incorporen las tecnologías de ER, deberían establecerse los mecanismos para que los productores demandantes encuentren en el sector privado una oferta con calidad, garantía, asistencia técnica de postventa, etc, de tal manera que se asegure la sostenibilidad técnica de estas tecnologías.

Los recursos para inversión están en los programas y proyectos existentes, pero, sin duda, si la Agencia dispusiera de un fondo adicional de cofinanciamiento, se podrían apalancar recursos de diferentes niveles del Estado. Esta situación podría dotar de mayor flexibilidad a esa iniciativa, permitiendo ajustar, los modos y estrategias de ejecución.

4.2 Limitaciones, Barreras y Oportunidades

Tres elementos son claves para considerar como limitaciones de tipo estructural en Bolivia:

- El primero de ellos está relacionado directamente con la competitividad de las ER: son los bajos precios de la energía vigentes en el país, situación que hace difícil la competencia contra los energéticos convencionales.
- Un segundo elemento importante es la utilización del subsidio como un catalizador de demandas. Es decir, ante una realidad de programas y proyectos de apoyo existentes que manejan importantes niveles de subsidio, pensar en utilizar mecanismos de mercado para la prestación de asistencia técnica y de productos es muy difícil. En ese contexto, se debe necesariamente considerar la mediatización por el sector estatal.
- El tercer elemento es la poca información sobre las aplicaciones productivas de la energía en campo que manejan los diseñadores de proyectos, quienes normalmente priorizan el uso de energías convencionales ante alternativas renovables, a pesar de que las ER puedan ser más económicas y convenientes en determinadas situaciones.

Aunque puede concluirse que no existen políticas públicas explícitas que promuevan el uso productivo de las ER y que las instituciones que promueven las aplicaciones productivas de estas energías son escasas y, además, realizan este tipo de labores de manera esporádica, la existencia de condiciones de contorno para desarrollar un programa de este tipo es favorable y se puede aprovechar de manera ágil. El Anexo 6 muestra el detalle de normas y

enunciados existentes en la Constitución Política del Estado, la Ley de la Madre Tierra, la Ley de Autonomías, las competencias de los diferentes ministerios y Gobiernos departamentales y municipales, etc., que pueden servir como un marco legal que avala la creación de un mecanismo institucional específico para desarrollar este tema.

4.3 Recomendaciones

Para el trabajo con la temática de usos productivos de las ER en el sector agropecuario, el nivel más apropiado es el MDRT, siempre que el ME esté focalizado en temas macro de la matriz energética y la exportación, y el Ministerio de MAyA, esté focalizado en aspectos de agua, saneamiento, bosques y biodiversidad. Esta situación implica que, si bien puede ser necesario un acuerdo global que mencione o involucre los tres ministerios, la operatividad del mecanismo debería ser encargada al MDRT, facilitando así el trabajo por desarrollar.

De concretarse un acuerdo, la manera más expedita para acceder a los recursos estatales, en términos programáticos y presupuestarios, es lograr la introducción de este tipo de proyectos en los planes operativos anuales (POA) de cada municipio y gobernación. Es decir, es necesario que los responsables de desarrollo productivo de municipios y gobernaciones incorporen también las acciones de promoción de los usos productivos de la energía en sus POA, lo que representaría un avance importante, junto a la asignación de recursos para este fin.

Finalmente, en el campo tecnológico, si bien el horizonte de cobertura eléctrica es cada vez más alto (80 % en el área rural), oportunidades como la incorporación de las ER para que trabajen de manera híbrida con las fuentes convencionales abren un frente de aplicaciones hasta ahora poco explotado y que tiene una perspectiva alentadora. Es decir, se podrían emplear ER también en todas aquellas aplicaciones que ya están utilizando de alguna manera electricidad convencional, con un impacto en la reducción de costos importante, sobre todo en el caso de la generación distribuida.

Cochabamba, mayo de 2019

Bibliografía

3TIER. (2009). *Atlas Eólico de Bolivia*. Cochabamba: Transportadora de Electricidad.

Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad. (2018). *Anuario Estadístico 2017*. La Paz: autor.

Autoridad Plurinacional de la Madre Tierra. (2019). Obtenido de <http://inicio.madretierra.gob.bo/>

Centro de Investigación y Promoción del Campesinado [CIPCA]. (2009). *Estudio sobre la viabilidad técnica y económica de energía solar y eólica en actividades económico-productivas en comunidades indígenas y campesinas del área de cobertura de CIPCA*. Santa Cruz: autor.

Centro de Investigación y Promoción del Campesinado [CIPCA]. (Mayo de 2019). Obtenido de <http://www.cipca.org.bo/>

Comité Nacional de Despacho de Carga. (2018). *Memorias CNDC 2018*. Cochabamba.

Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia. (7 de febrero de 2009).

Decreto Supremo N.º 28701 (1 de mayo de 2006).

Decreto Supremo N.º 29644 (16 de julio de 2008).

Decreto Supremo N.º 3058 (22 de enero de 2017).

EnDev. (2011). *Impactos 2005-2010. Proyecto EnDev Bolivia. Acceso a la Energía*. La Paz: EnDev-GIZ.

EnDev. (2015). *Catálogo de tecnologías agroproductivas*. La Paz: autor.

EnDev. (2015). *Directorio de Empresas. Energía: usos, servicios y aplicaciones*. La Paz: EnDev-GIZ.

EnDev. (2015). *Lo bueno y lo malo. Cocinas Malena*. La Paz: autor.

EnDev. (2019). *Cocinas Mejoradas*. EnDev.

Energética. (2012). *Compendio de Mapas de Potencial Energético*. Cochabamba: autor.

Energética. (2014). *Proyecto El Sol. Dinamizando la Energía Termosolar en Bolivia*. Cochabamba: autor.

Energética. (2018). *Acceso Universal y Transición Energética*. Cochabamba: autor.

Energética. (2018). *Informe final Proyecto Kar-En (2010-2016)*. Cochabamba: autor.

Energética. (2019). *Informe Granja Polen*. Cochabamba: autor.

Energy Press. (18 de Enero de 2019). www.energypress.com.bo. Obtenido de Energy Press: <http://www.energypress.com.bo/2019/01/18/ende-cobertura-electrica-hasta-2018-es-mayor-al-91/>

Estado Plurinacional de Bolivia. (Diciembre de 2015). <https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/>. Obtenido de INDCs as communicated by Parties: <https://www4.unfccc.int/sites/submissions/INDC/Published%20Documents/Bolivia/1/ESTADO%20PLURINACIONAL%20DE%20BOLIVIA1.pdf>

Fundación Milenio. (12 de diciembre de 2018). Sobre el informe del FMI acerca de Bolivia. Obtenido de <https://fundacion-milenio.org/coy-408-sobre-el-informe-del-fmi-acerca-de-bolivia/>

Fundacion Milenio. (s.f.). *Informe de coyuntura N.º 408*. Obtenido de <https://fundacion-milenio.org/coy-408-sobre-el-informe-del-fmi-acerca-de-bolivia/>

Fundacion Valles. (Mayo de 2019). Obtenido de <http://www.fdta-valles.org/>

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad [IBNORCA]. (2012). *Norma Boliviana NB 83001*. La Paz: autor.

Instituto Nacional de Estadística [INE]. (2015). *Censo Agropecuario 2013 Bolivia*. La Paz: autor. Obtenido de <http://sice.ine.gob.bo/censofichacna/>

Instituto Nacional de Estadística [INE]. (11 de julio de 2018). Obtenido de <https://www.ine.gob.bo/index.php/convocatorias-de-bienes-y-servicios/item/3170-bolivia-cuenta-con-mas-de-11-millones-de-habitantes-a-2018>

Ley N.º 650, Agenda Patriótica 2025 (15 de enero de 2015).

Ley N.º 8 (24 de Mayo de 2010).

Ley N.º 300, Ley Marco de la Madre Tierra y Desarrollo Integral para Vivir Bien (15 de Octubre de 2012).

Ley N.º 31, Ley Marco de Autonomías y Descentralización (19 de Julio de 2010).

Lucano, M., & Fuentes, I. (2010). *Atlas de la Distribución Solar en Bolivia*. Cochabamba: Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias y Tecnología.

Marti, J. (2013). *Desarrollo difusión e implementación de tecnologías apropiadas en el área rural. Biodigestores en Bolivia*. La Paz: EnDev-GIZ.

Ministerio de Autonomías. (2014). *Agenda 2025. ¿Quién hace qué?* La Paz: autor.

Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras [MDRyT]. (2017). *Plan del Sector Agropecuario y Rural con Desarrollo Integral para Vivir Bien*. La Paz: autor.

Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras [MDRyT]. (2019). *Rendición de Cuentas Inicial, 2019*. La Paz: autor.

Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras [MDRyT]. (2019). *Rendición de Cuentas Inicial, 2019*. La Paz: autor.

Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras [MDRyT]. (2019). *Rendición Pública de Cuentas. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. 2018*. La Paz: autor.

Ministerio de Economía y Finanzas Públicas [MEFP]. (2007). *Estado de la situación de la competitividad en Bolivia*. La Paz: autor.

Ministerio de Energías. (2019). *Rendición Pública de Cuentas Inicial 2019*. La Paz.

Ministerio de Hidrocarburos y Energía. (2011). *Política de Energías Alternativas para el Sector Eléctrico en el Estado Plurinacional de Bolivia*.

Ministerio de Hidrocarburos y Energía. (2014). *Plan Eléctrico del Estado Plurinacional de Bolivia 2025*. La Paz: Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas.

Ministerio de Hidrocarburos y Energía. (2015a). *Balance Energético Nacional*. La Paz: autor.

Ministerio de Hidrocarburos y Energía. (2015b). *Balance Energético Nacional 2000-2014*. La Paz: autor.

Montes de Oca, I. (2005). *Enciclopedia Geográfica de Bolivia*. La Paz: Atenea.

Organización Latinoamericana de Energía [OLADE] & Empresa Nacional de Electricidad [ENDE]. (1984). *Evaluación de los Recursos Hidroenergéticos de Bolivia*.

Reza Azurduy, C. (2018). *Manual de Operación y Mantenimiento de un Secador Híbrido para Cacao. Soluciones Prácticas*.

Servindi. (20 de Mayo de 2015). www.servindi.org. Obtenido de Bolivia: Publican lista de los 1100 proyectos del cuestionado Fondo Indígena: <https://www.servindi.org/actualidad/130951>

Anexos

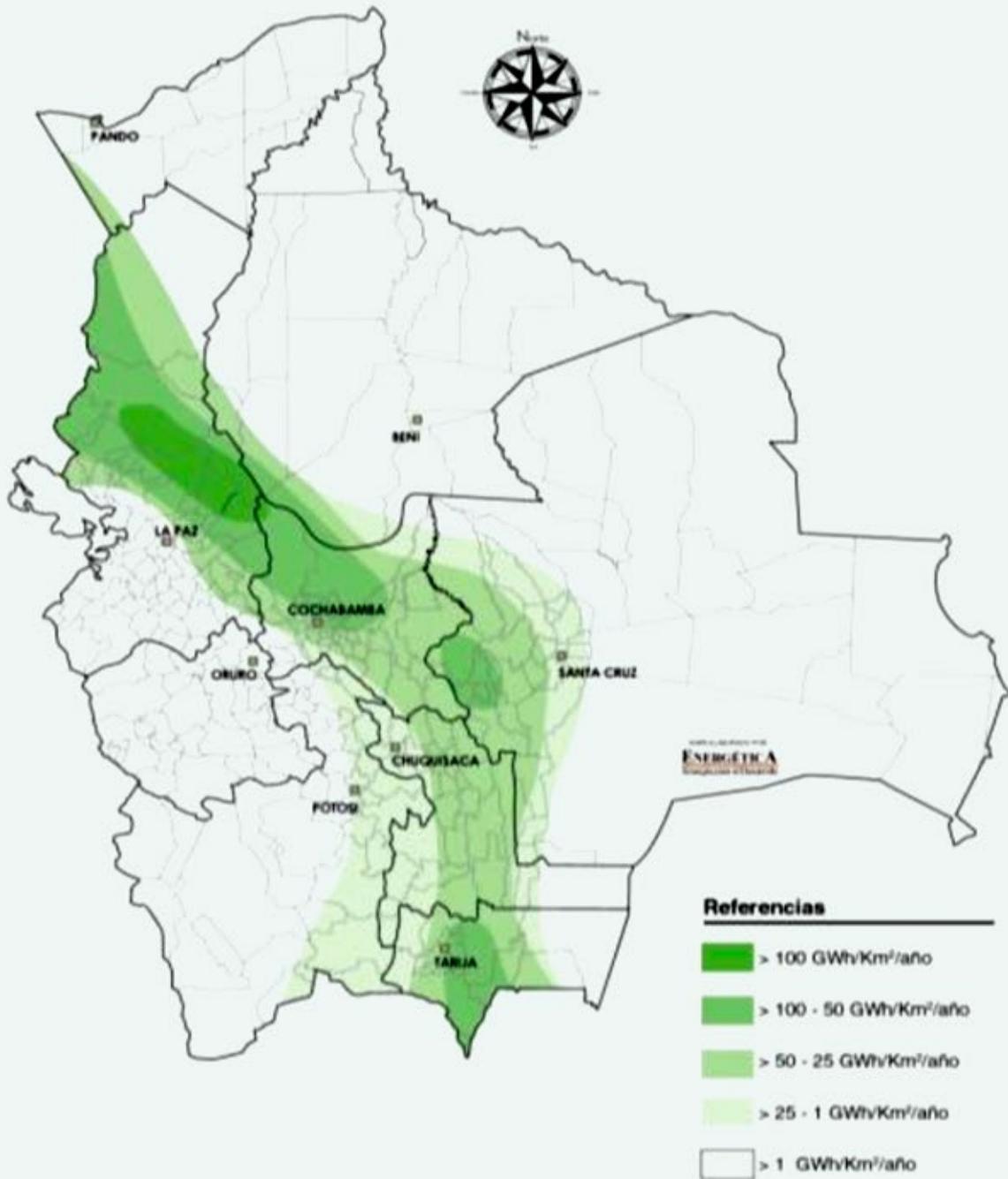
Anexo 1: Potencial Energético de Bolivia

MAPA 1: POTENCIAL HIDROCARBURÍFERO



Fuente: YPFB Corporación.

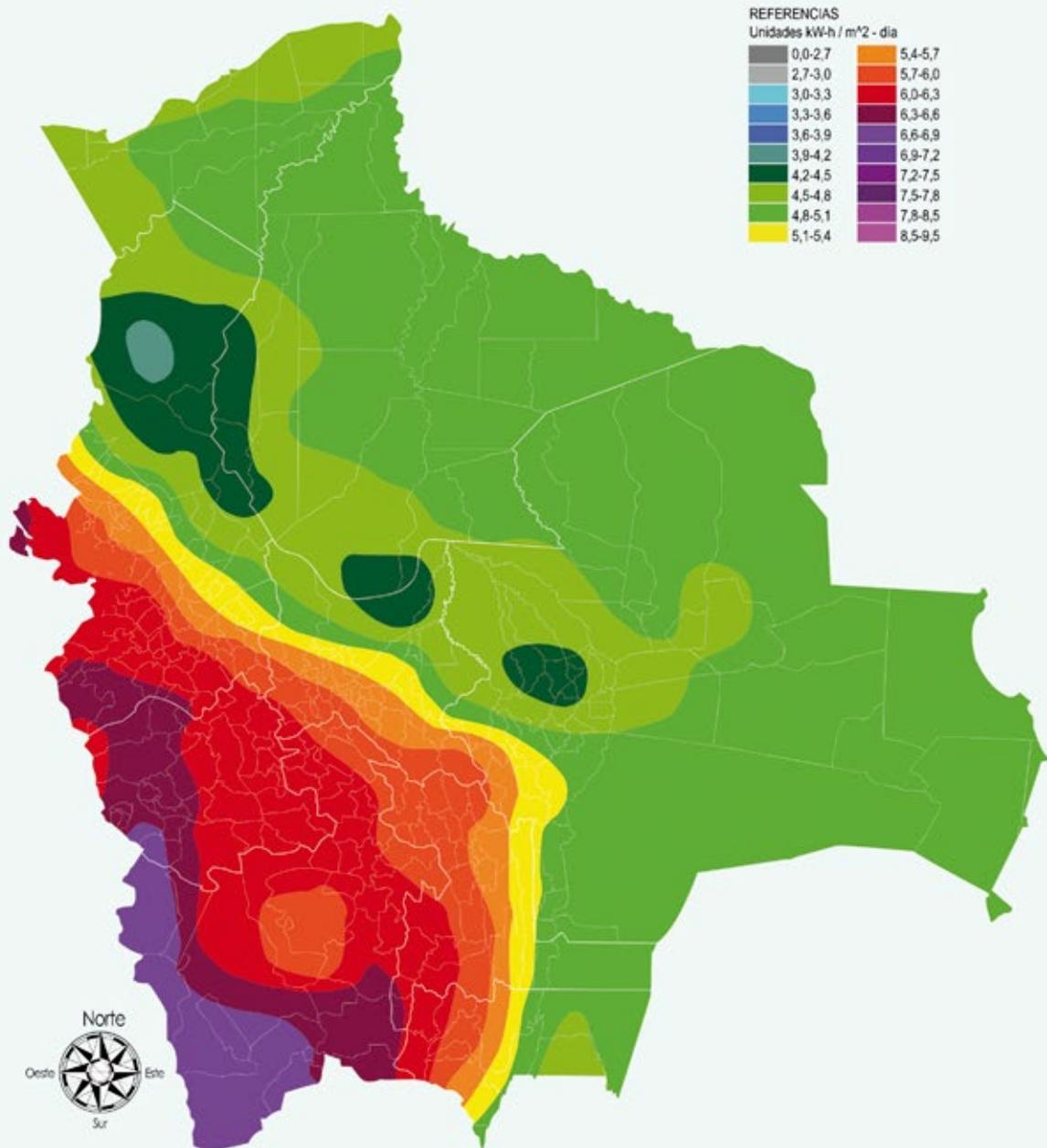
MAPA 2: POTENCIAL HIDROELÉCTRICO



Fuente: Plan para el Desarrollo de las Energías Alternativas (2025).

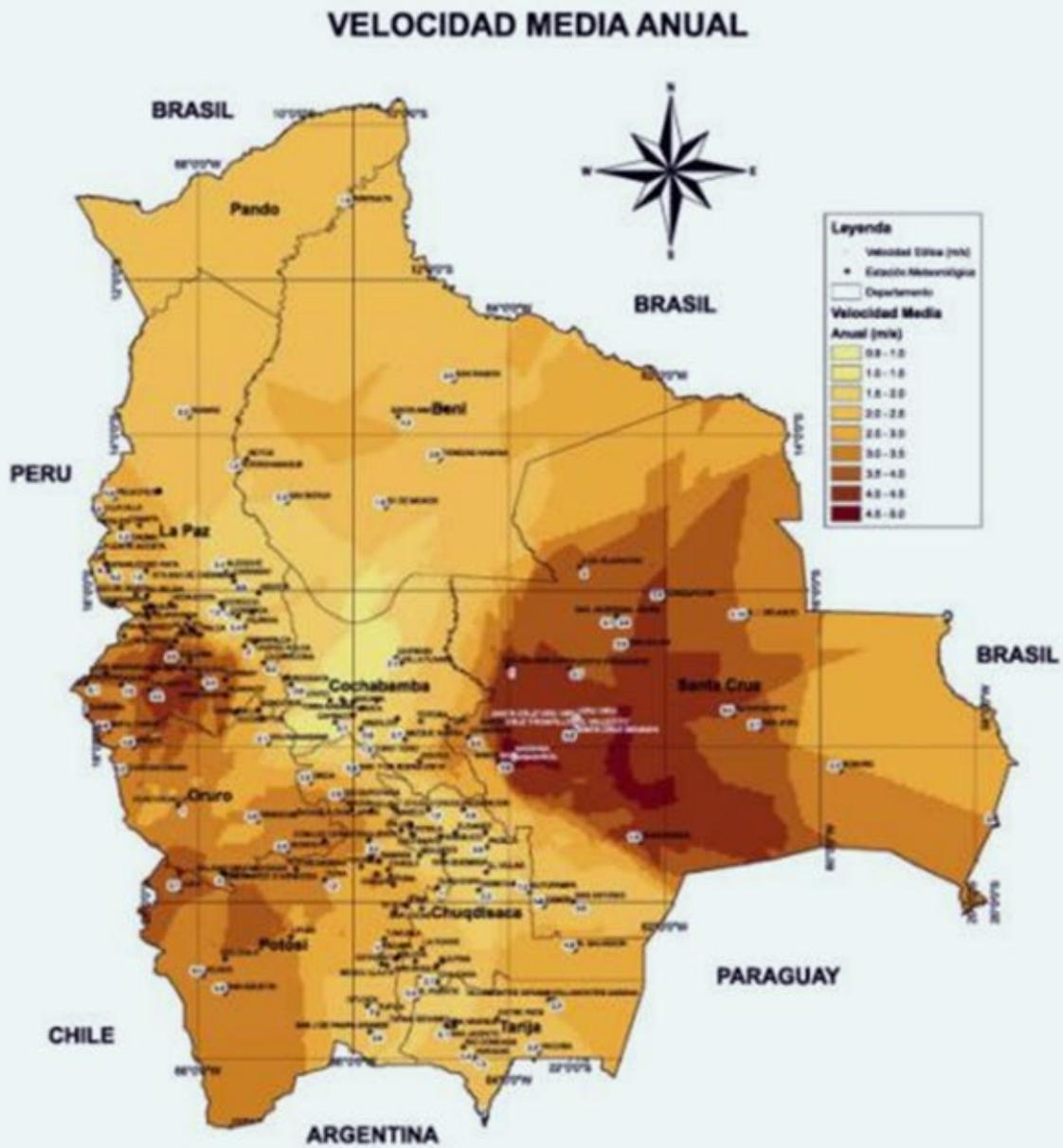
MAPA 3: POTENCIAL DE ENERGÍA SOLAR

Mapa 3
Potencial de energía solar



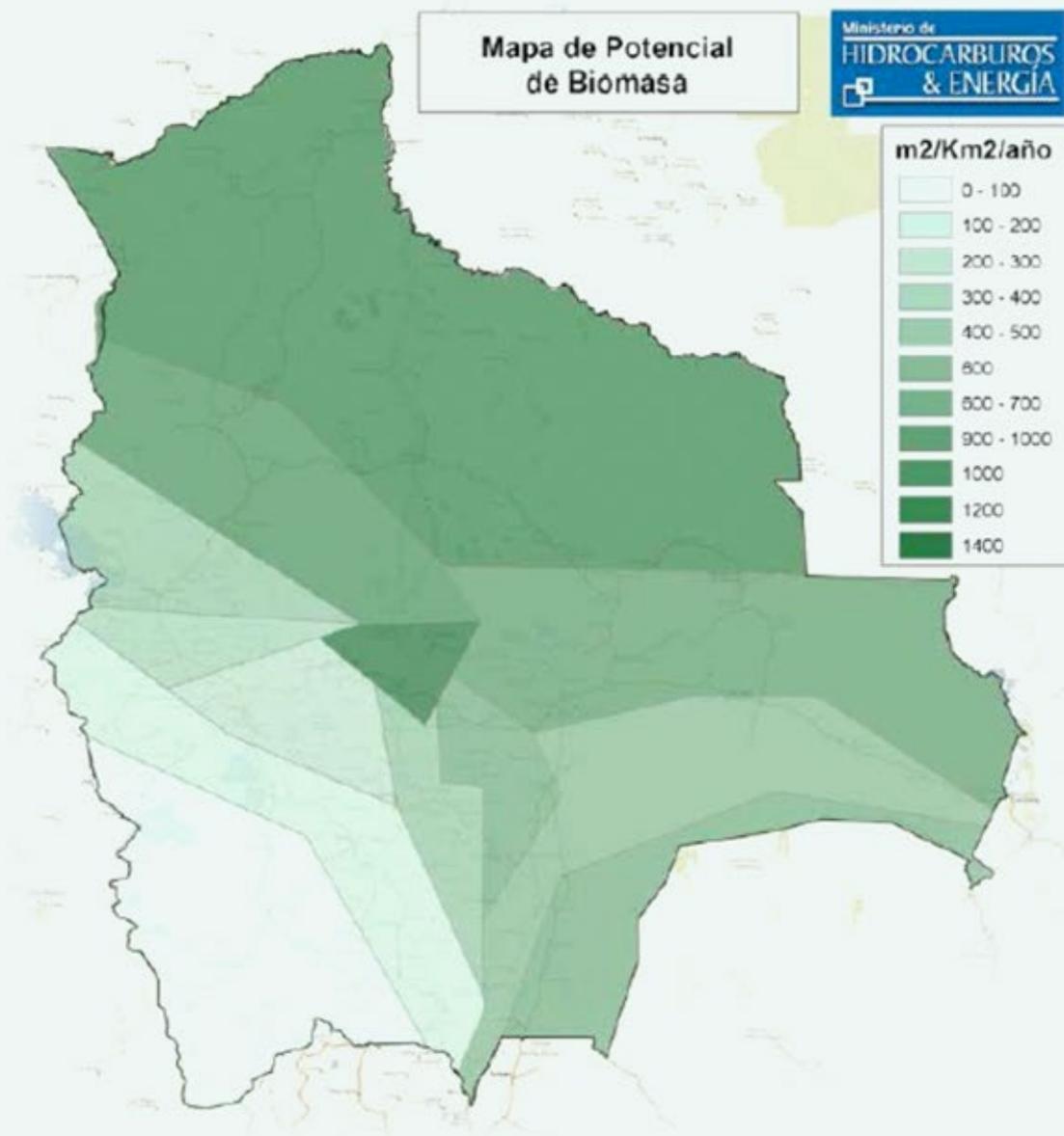
Fuente: Plan para el Desarrollo de las Energías Alternativas (2025).

MAPA 4: POTENCIAL DE ENERGÍA EÓLICA



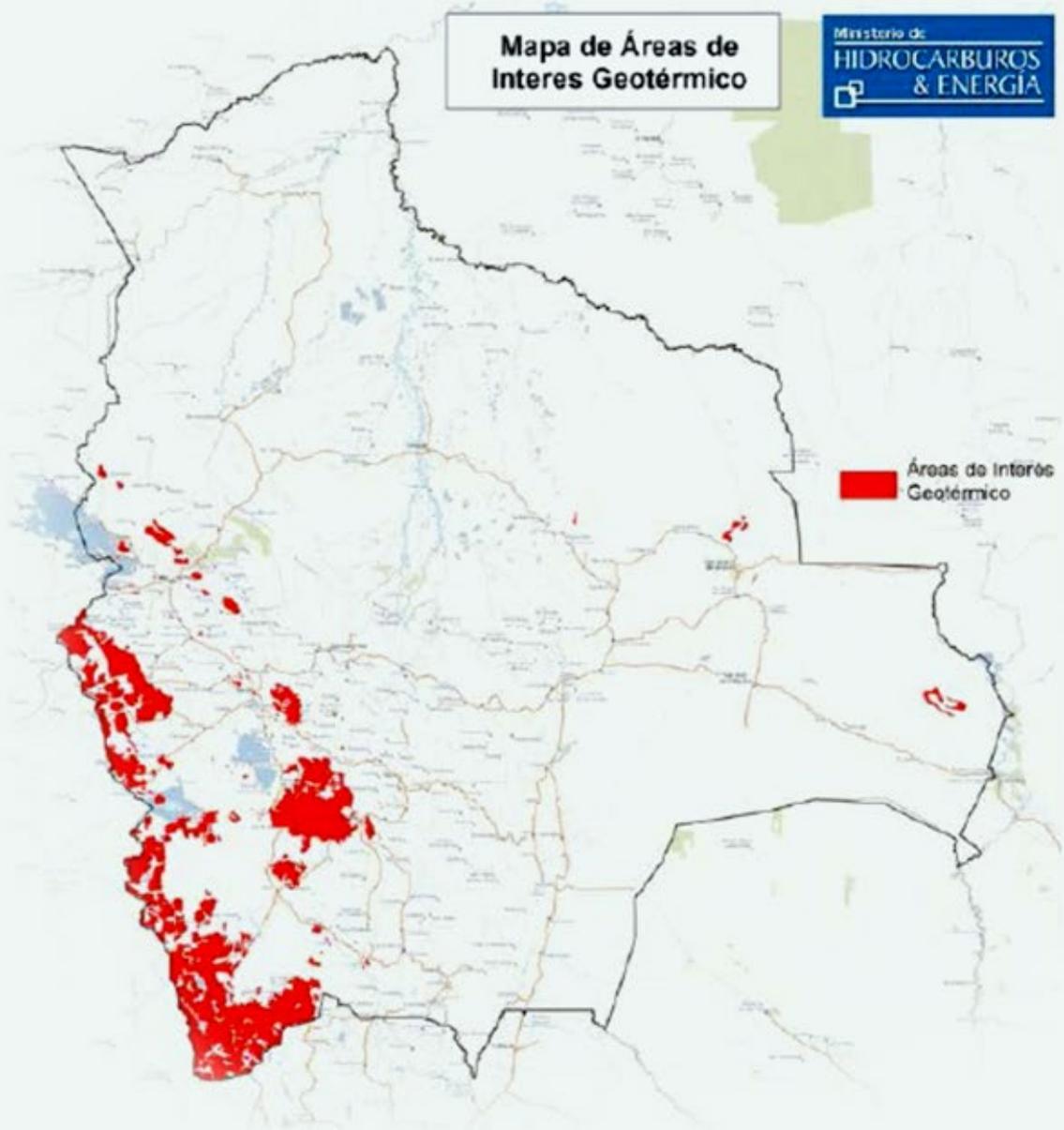
Fuente: Plan para el Desarrollo de las Energías Alternativas (2025).

MAPA 5: POTENCIAL DE ENERGÉTICO DE LA BIOMASA



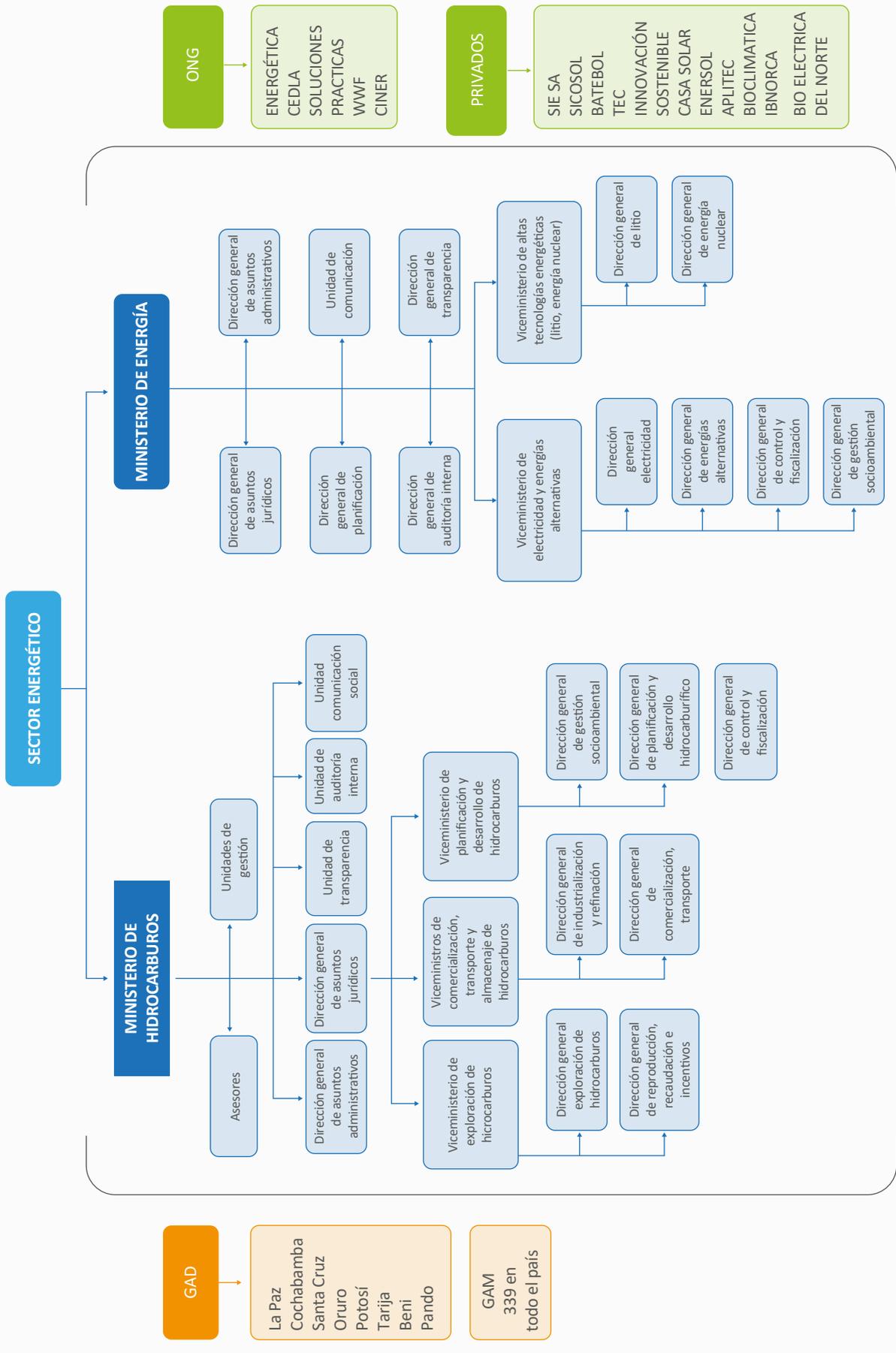
Fuente: Plan para el Desarrollo de las Energías Alternativas (2025).

MAPA 6: POTENCIAL DE ENERGÍA GEOTÉRMICA



Fuente: Plan para el Desarrollo de las Energías Alternativas (2025).

Anexo 2: Institucionalidad del Sector Energético



Ministerio de Energía

Las políticas energéticas y los cambios reseñados han creado una nueva institucionalidad, cuya característica esencial —correspondiente con lo estipulado en la Constitución Política del Estado y las políticas públicas de nacionalización— es que todas las instituciones y empresas del sector energético estén directamente supeditadas al Ministerio de Energía.

Lo anterior significa que las empresas del sector, las instituciones reguladoras y otras instituciones existentes deben alinear su actuar a las políticas definidas por el ministerio y trabajar en pos de alcanzar los objetivos establecidos por la institución.

Ello no quiere decir que las empresas e instituciones del sector carezcan de un marco de actuación independiente; por el contrario, a diferencia del anterior periodo estatista (donde hasta la última decisión operativa era tomada por el ente rector), puede decirse que todavía mantiene su independencia operativa y de gestión, pero supeditada a los objetivos de la política pública.

Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas

Las atribuciones del Viceministerio de Electricidad y Energías Alternativas, en el marco de las competencias asignadas al nivel central, son las de proponer políticas para el desarrollo de tecnologías de energías alternativas, eólica, fotovoltaica. Cabe mencionar que la responsabilidad para que las ER sean integradas en la matriz energética recae enteramente sobre el Poder Ejecutivo y de manera directa en la cabeza del sector energético.

Autoridad de Fiscalización de Electricidad

Fue creada mediante el Decreto Supremo N.º 71, el 9 de abril de 2009 y tiene por función fiscalizar, controlar, supervisar y regular al sector de electricidad en el marco de la Constitución Política del Estado y la Ley de Electricidad N.º 1604 del 21 de diciembre de 1994.

Las atribuciones de la AE (entre otras) incluyen las siguientes:

- Otorgar, modificar y renovar autorizaciones o derechos otorgados para la prestación o la realización de actividades en el sector de electricidad.
- Regular, controlar, supervisar, fiscalizar y vigilar la prestación de los servicios de las entidades y operadores.
- Fijar, aprobar y publicar precios, tarifas, derechos u otros de acuerdo a la normativa vigente.
- Intervenir las empresas y entidades bajo su jurisdicción, y designar a los interventores cuando concurren causales que pongan en riesgo la continuidad y normal suministro del servicio de electricidad.
- Promover la eficiencia en las actividades del sector eléctrico e investigar y sancionar posibles conductas monopólicas, oligopólicas, anticompetitivas y discriminatorias en las empresas y entidades del sector, contrarias al interés público.
- Imponer las servidumbres administrativas necesarias para la prestación de los servicios de electricidad, proponer normas de carácter técnico y dictaminar sobre normativa relativa a su sector.
- Requerir a las personas naturales o jurídicas y otros entes relacionados al sector de electricidad, información, datos y otros que se considere necesarios para el cumplimiento de sus funciones.
- Publicar estadísticas sobre las actividades del sector.

Comité Nacional de Despacho de Carga

El Comité Nacional de Despacho de Carga (CNDC), creado por la Ley N.º 1604, es la entidad responsable de la operación del Sistema Eléctrico Interconectado (SIN), de la Administración del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) de Bolivia y de la Planificación de la Expansión Óptima del SIN siguiendo las directrices del Ministerio de Energía.

Sus principales actividades son las siguientes:

- Participar en la planificación de la expansión óptima del SIN.
- Planificar la operación integrada del Sistema Interconectado Nacional con el objetivo de satisfacer la demanda mediante una operación segura, confiable y de costo mínimo.
- Supervisar y coordinar, en tiempo real, la operación de las instalaciones de generación y transmisión del Sistema Interconectado Nacional, priorizando la seguridad del suministro.
- Realizar el despacho de carga a costo mínimo.
- Calcular los precios de Nodo y establecer el balance valorado del movimiento de electricidad que resulte de la operación integrada.
- Administrar el funcionamiento del mercado eléctrico mayorista.

Empresa Nacional de Electricidad

La Empresa Nacional de Electricidad (ENDE) ha sido relanzada en el sector eléctrico de Bolivia, en virtud del Decreto Supremo N.º 29644 (2008). Gracias a esto, se convierte en la empresa eléctrica más grande del país, con integración vertical y, prácticamente, destinada a tener preeminencia única en el sector, tal cual lo manda la nueva Constitución Política del Estado. En resumen, el decreto indica lo siguiente:

- Posiciona a ENDE como una empresa pública nacional estratégica y corporativa, con una estructura central y con nuevas empresas de su propiedad; además le proporciona autonomía de gestión técnica, administrativa, financiera y legal para el cumplimiento de sus objetivos.
- Habilita a la empresa a operar y administrar empresas eléctricas de generación, transmisión y/o distribución, en forma directa, asociada con terceros o con participación accionaria.
- Constituye la empresa pública ENDE Sistemas Aislados, subsidiaria de ENDE, con patrimonio propio, autonomía de gestión técnica, administrativa, financiera y legal (con base en los activos de Trinidad y Cobija).
- A través de las nacionalizadas ENDE-Guaracachi, ENDE-Corani, ENDE-Valle Hermos, está a cargo de la generación de electricidad en el país y está habilitada para asimilar otras empresas de generación eléctrica de distinta naturaleza.
- La empresa ENDE Transmisión operará estas líneas de alta tensión y podrá asimilar cualquier otra línea eléctrica o empresa de transmisión.
- En el área de la distribución, ENDE Corporación tiene control sobre las principales distribuidoras del país.

Al momento y luego de la nacionalización de las generadoras, ENDE se constituye como la empresa eléctrica más grande del país con integración vertical destinada a tener preeminencia única en el sector en el marco de la nueva Constitución Política del Estado.

Gobiernos autónomos departamentales

Las gobernaciones, entidades territoriales autónomas, de acuerdo con la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia (2009) y en relación a los asuntos energéticos, tienen las siguientes competencias exclusivas: proyectos de generación y transporte de energía en los sistemas aislados, proyectos de electrificación rural, proyectos de fuentes alternativas y renovables de energía de alcance departamental preservando la seguridad alimentaria.

En Bolivia existen, actualmente, nueve Gobiernos autónomos departamentales. En todos ellos, en mayor o menor medida, existe interés por desarrollar proyectos basados en ER. En algunos casos tienen ya acciones identificadas y en marcha; en otros, solo buena predisposición. No obstante, el marco jurídico y las competencias asignadas a las gobernaciones hacen que estas sean un espacio subregional muy importante.

Gobiernos autónomos municipales

Los municipios, al ser la expresión más básica del Estado en términos territoriales, con autonomía y disponibilidad de recursos (en muchos casos limitados), tienen como competencia exclusiva asignada por la Constitución la realización de proyectos de fuentes alternativas y renovables de energía preservando la seguridad alimentaria de alcance municipal.

Esta competencia municipal —a nuestro criterio— es la que está más cercana a la implementación de proyectos energéticos relacionados a la promoción del desarrollo productivo. Cabe anotar, sin embargo, que los proyectos municipales pocas veces pueden beneficiar de manera directa a los productores individuales, debido a que existe una prohibición expresa respecto a transferir recursos públicos a personas individuales. Por ese motivo, los proyectos municipales para el sector productivo se orientan más a beneficiar a las asociaciones de campesinos y cooperativas de productores. No obstante, los municipios son siempre el actor clave para desarrollar iniciativas productivas con base en las ER a nivel de productores, familias y grupos de base.

Sector empresarial

1. Asociación Boliviana de Energías Renovables (ABER)

Agrupación a las empresas privadas del sector que trabajan con estas energías. Aquí se encuentran las empresas más activas en el campo de la energía fotovoltaica, termosolar, cocinas eficientes de leña y eólicas que promueven tecnología de ER a pequeña escala (www.aber.org.bo). Aunque inicialmente tuvo un impulso muy grande de trabajo, en la actualidad su ámbito de trabajo y de influencia se encuentra redefiniendo.

2. Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA)

Esta institución trabaja en la elaboración de diferentes normas dirigidas a las ER como NB 795: Ensayos en condiciones reales para la caracterización de módulos fotovoltaicos (módulos de silicio policristalino y monocristalino, módulos de potencia de 20 W a 200 W); NB 948: Ensayos para la medición de la capacidad y eficiencia de almacenamiento en acumuladores eléctricos plomo-ácido para usos fotovoltaicos; NB 1056: Instalación de sistemas fotovoltaicos hasta 300 Wp de potencia. Esta norma es quizás la más importante del grupo de normas fotovoltaicas; ha sido una de las pocas que fue puesta en práctica de manera extensiva, y en los proyectos más grandes del Gobierno se la incorpora como requisito de cumplimiento obligatorio. Ha participado en la elaboración de una norma destinada a la construcción de cocinas mejoradas de leña, su operación y mantenimiento. Finalmente, se ha aprobado recientemente un juego de normas sobre sistemas termosolares de placa plana y etiquetado de eficiencia, que prevén ser un estándar para la difusión de esta tecnología.

Sector financiero

En el campo del financiamiento y microcrédito existen muchas instituciones que han desarrollado experiencias de microcrédito, sobre todo para sistemas fotovoltaicos. El proyecto que catalizó esta experiencia fue el GEF del PNUD hace más de 10 años; aquel involucró al FONDESIF y luego a una serie de financieras como ANED, FADES, SARTAWI, Cooperativa San Francisco Solano, etc., que aplicaron técnicas crediticias con éxito.

En el campo termosolar, algunas financieras como Hábitat para la Humanidad Bolivia incursionaron en el tema.

Entidades bancarias formales, como el Banco Los Andes, han lanzado fondos “verdes” destinados a financiar acciones en ER y en eficiencia Energética. Se ofrecen créditos con una tasa 2 puntos menor a las nominales en función del sector al que se dirija. Esto puede significar una tasa final entre 8 % y 10 % anual. Finalmente, otros bancos, como el BDP a través del Banco Unión, también promocionan fondos para proyectos productivos con tasas de alrededor del 6 % anual. Se conoce que a este fondo accedieron solamente empresas urbanas.

A pesar de que estas instituciones tienen presencia en capitales de municipio, sobre todo, en acceso al crédito, es altamente desgastante en términos de requisitos, documentos, etc. Lo cierto es que la gran mayoría de los productores familiares y rurales no disponen de lo requerido.

Organizaciones no gubernamentales y de cooperación internacional

World Wildlife Fund (WWF) en Bolivia, en el marco de su Programa Amazonía, ha participado en la promoción de la discusión sobre el sector energético en la gestión 2010. Actualmente, dispone de un área de energía a nivel regional y, en Bolivia, tiene iniciativas más bien puntuales en el sentido de incorporar sistemas de generación distribuida en proyectos propios. También se interesa por promocionar la discusión en términos de la transición energética y el papel de la hidroeléctrica en este campo (<http://bolivia.panda.org>).

El Centro para el Desarrollo Laboral y Agrario (CEDLA), con base en la ciudad de La Paz, por medio de la red denominada Plataforma Energética, cumple un papel activo en la difusión de noticias, estudios e investigaciones en el área energética. En el área de ER cubre la realización de eventos y otros temas. Sin embargo, se puede ver que las acciones en ER son pequeñas en relación a los sectores convencionales como los hidrocarburos y el eléctrico (www.plataformaenergetica.org).

Por su parte, el Centro de Información en Energías Renovables (CINER) con base en la ciudad de Cochabamba tiene como actividad principal la publicación de la revista E&D (Energía y Desarrollo), que se publica desde hace 20 años. Ofrece servicios de consultoría y ha ejecutado algunos proyectos de tipo demostrativo y realizado publicaciones diversas sobre el tema. Un área de alta experiencia de CINER es su trabajo en temas de monitoreo y evaluación, la realización y moderación de talleres también (www.ciner.org).

Soluciones Prácticas, por otro lado, es una organización internacional que tiene un brazo operativo en La Paz. Tiene un camino muy amplio y reconocido internacionalmente en el tema de energía. En Bolivia, trabaja en temas de gestión de riesgos y en la identificación y ejecución de algunos proyectos de ER (<http://www.solucionespracticas.org.bo/>).

En esa misma línea, Energética-Energía para el Desarrollo es una institución con base en la ciudad de Cochabamba que tiene amplia experiencia en ER y eficiencia Energética. Ha desarrollado programas masivos de electrificación rural y tiene varias acciones innovadoras registradas en temas de gestión de proyectos, desarrollo de mecanismos de financiamiento y la relación entre energía, desarrollo, pobreza y cambio climático, así como impulso a proyectos de usos productivos de la energía renovable (www.energetica.org.bo).

Por su parte, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha financiado el último proyecto de electrificación rural ejecutado por el gobierno de Bolivia a través de un crédito de 60 millones de dólares. De ellos entre 1 y 2 millones fueron destinados a fuentes de ER. Por otro lado, también ha financiado, durante cuatro años, el innovador Proyecto Microfranquicias de Energías Renovables para el Área Rural y, actualmente, soporta varios proyectos del Gobierno en el campo de las ER como son sistemas híbridos fotovoltaico, diésel, instalación de sistemas termosolares en infraestructura social y sistemas fotovoltaicos para familias aisladas.

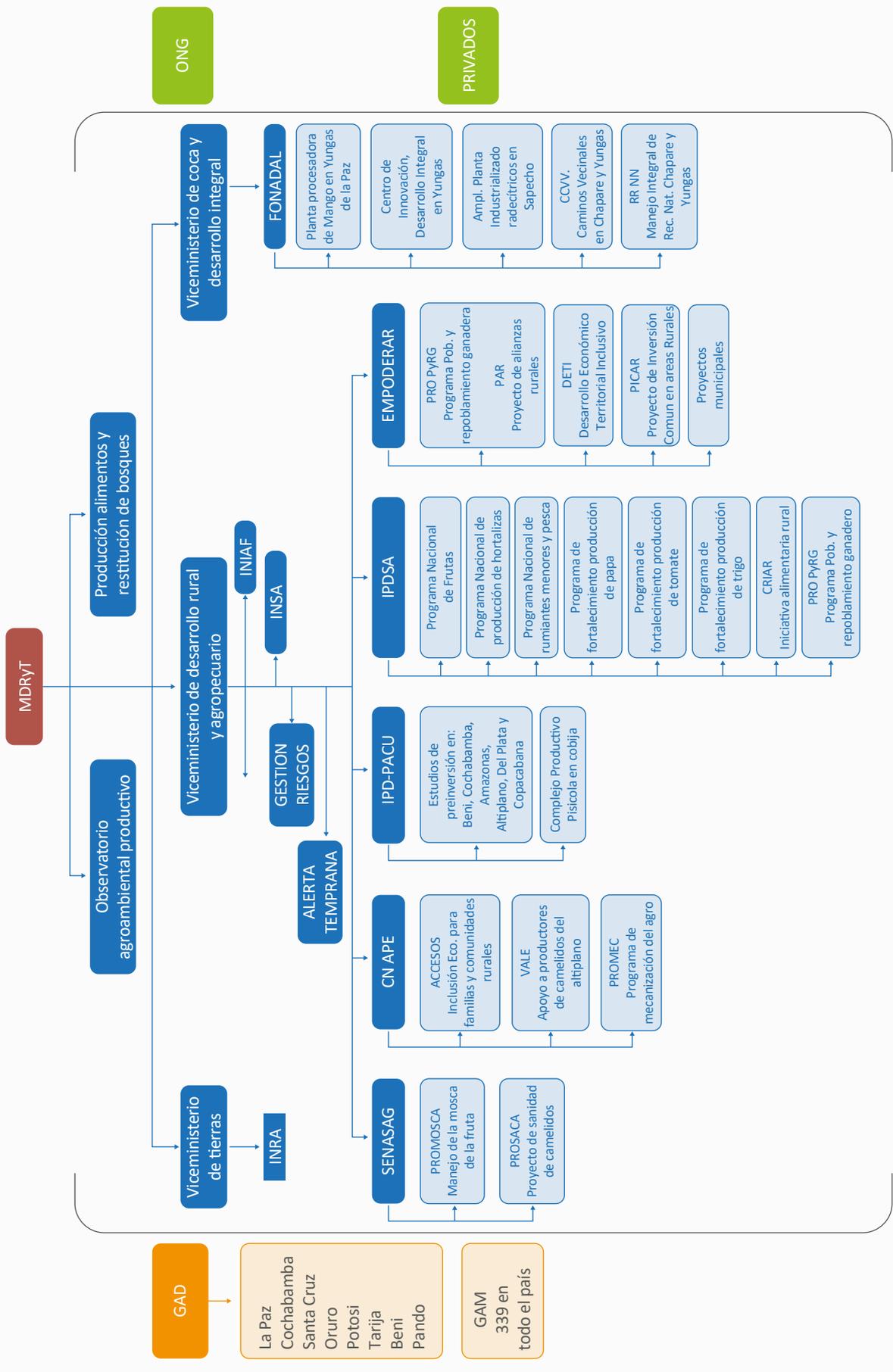
Por su parte, la Corporación Andina de Fomento (CAF) es una institución que dispone de una línea de apoyo y financiamiento relacionada a acciones de desarrollo sostenible. Por ejemplo, ha financiado proyectos de introducción de la ISO 14064 junto a IBNORCA, que promueven la medición de la Huella de Carbono y su aplicación piloto en varias industrias e instituciones, en el marco de asistencia técnica. Asimismo, es un actor importante en el sector energético, pero como financiador de proyectos hidroeléctricos convencionales y financiador del programa Mi Riego del MMAyA.

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en el pasado el PNUD-GEF, ha sido un actor importante en el campo de ER, al impulsar la ejecución de diferentes proyectos como el programa GEF o el programa de pequeñas donaciones.

ONUDI ha desarrollado acciones conexas con las ER, particularmente la instalación de deshidratadores solares en unidades productivas, propiedad de asociaciones de productores (enfocadas a proveer de alimentos e insumos para desayunos escolares). Años atrás, también apoyó la incorporación de esquiladoras eléctricas que funcionaban con sistemas fotovoltaicos. Es un actor con quien se debería explorar una iniciativa específica para el caso de usos productivos de la energía.

Finalmente, GIZ es la agencia de cooperación técnica alemana que ha ejecutado el proyecto EnDev que, en el caso de ER, ha apoyado la instalación de sistemas termosolares y fotovoltaicos en escuelas y postas sanitarias, la introducción de varios miles de cocinas de leña mejoradas y la introducción de deshidratadores solares para el secado de alimentos. Después de varias fases, el EnDev anunció su cierre para 2019. Actualmente, se encuentra en ejecución el PER (Programa de Energías Renovables) cuyo enfoque se basa en la asistencia técnica en parques eólicos y fotovoltaicos interconectados a la red y generación distribuida.

Anexo 3: Institucionalidad del Sector Agropecuario



Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras

Es la institución cabeza de todo el sector agrícola y tiene por funciones formular, ejecutar y evaluar políticas sobre desarrollo rural y agropecuario, seguridad y soberanía alimentaria, sanidad agropecuaria e inocuidad alimentaria, tierra y territorio, desarrollo integral e industrialización con coca, mecanización agrícola pecuaria, investigación, innovación y transferencia tecnológica, entre otros.

Viceministerio de Tierras

Tiene la función de cuidar por la adecuada tenencia, acceso y gestión de la tierra y el territorio. En ese marco, su objetivo es profundizar la revolución agraria con soberanía, equidad e inclusión en la tenencia de la tierra, promoviendo el uso sustentable de los recursos de la Madre Tierra.

Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario

Tiene por función promover el desarrollo rural y agropecuario de forma integral y sustentable para el logro de la soberanía y seguridad alimentaria.

Viceministerio de Coca y Desarrollo Integral

Tiene por función consolidar procesos de desarrollo integral sostenible en las zonas productoras de hoja de coca, además de su revalorización, industrialización y comercialización.

Instituto Nacional de Reforma Agraria (INRA)

Creado por la Ley N.º 1715 del Servicio Nacional de Reforma Agraria (1996), tiene por objetivo establecer el régimen de distribución de tierras, garantizar el derecho propietario sobre la tierra y regular el saneamiento de tierras.

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF)

Esta institución creada en virtud del Decreto Supremo N.º 29611 (2008) tiene por objeto mejorar la producción, productividad y calidad de productos agropecuarios y forestales a nivel nacional.

Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria (SENASAG)

Administra el régimen de sanidad agropecuaria y la inocuidad alimentaria en los tramos productivos y de procesamiento.

Consejo Nacional de Producción Ecológica (CNAPE)

Tiene por objeto regular, promover y fortalecer sosteniblemente el desarrollo de la Producción Agropecuaria y Forestal no Maderable de forma Orgánica y Ecológica en Bolivia.

Institución Pública Desconcentrada de Pesca y Acuicultura (IPD-PACU)

Esta institución fue creada el año 2014 (Decreto Supremo N.º 1922) con el fin de incrementar la producción acuícola en Bolivia e incidir en el consumo de la carne de pescado por su alto valor nutritivo.

Institución Pública Desconcentrada de Soberanía Alimentaria (IPDSA)

Es la entidad encargada de gestionar el Programa Nacional de Frutas, el Programa de Fortalecimiento de la Producción de Tomate, el Programa Nacional de Producción de Hortalizas, el Programa de Fortalecimiento de la Producción de Trigo, el Programa Nacional de Rumiantes Menores, el Programa de Fortalecimiento de la Producción de Papa. También administra el Programa Apoyos Directos para la Creación de Iniciativas Agroalimentarias Rurales (CRIAR).

Emprendimientos Organizados para el Desarrollo Rural Autogestionario (EMPODERAR)

Es una institución que administra el proyecto de alianzas sociales, el de desarrollo económico territorial inclusivo, el de inversión comunitaria en áreas rurales, entre otros.

Por parte de los pequeños productores, las principales instituciones relacionadas con el sector agrícola son la Confederación Sindical Única de Trabajadores Campesinos de Bolivia (CSUTCB), el Consejo Nacional de Ayllus y Markas del Qoyasullo (CONAMAQ) y la Asamblea del Pueblo Guaraní (APG).

Organizaciones No Gubernamentales

Se incluyen dentro de este rubro organizaciones no gubernamentales como el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), la Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario de los Valles (FDTA-Valles), la Fundación Tierra, el Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA), entre muchos otros.

Sector privado

Se incluyen los representantes de los empresarios privados, cuyas principales instituciones son la Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (ANAPO) y la Cámara Agropecuaria del Oriente (CAO). Además están las organizaciones regionales como las Asociaciones de Productores de Leche, Asociaciones de Avicultores, de Productores de Porcinos, de Productores de Café, de Apicultores, de Productores de Papa, etc., quienes constituyen un número grande a nivel regional.

Anexo 4: Institucionalidad del Sector Energético

Ministerio de Energía

Las políticas energéticas y los cambios reseñados líneas arriba han creado una nueva institucionalidad, cuya característica esencial —correspondiente con lo estipulado en la Constitución Política.

Matriz: Aplicaciones productivas de las ER por gobernaciones y municipios							
Tecnología	Municipio	Nombre de proyecto	Instituciones participantes	Cadena	Equipamiento que acciona	Uso de la energía	Eslabón en la cadena productiva
Solar térmico	Yocalla	Adquisición de materiales para carpas solares comunidad Belén Pampa	GAM Yocalla	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Chuquiaguillo	Construcción de carpas solares familiares Chuquiaguillo	GAM La Paz	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Achacachi	Conclusión de obras: 2 carpas solares tipo túnel más su tanque elevado y sistema de riego por goteo, - 2 quesarías comunales más su cámara séptica”, proyecto de investigación y transformación Tecnología, - pProyecto Des. Agr. Achacachi	GAM Achacachi	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	El alto	Mantenimiento y refacción de carpas solares educativas (dotación de fertilizantes, semillas, contenedores y colgantes)	GAM El Alto	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	San lucas	Construcción de carpas solares Villa Carmen	GAM San Lucas	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	La Paz	Construcción de carpas solares		Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Anzaldo	Construcción de carpas solares familiares salto	GAM Anzaldo	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Anzaldo	Construcción de carpas solares familiares en la comunidad de PucaráBajo	GAM Anzaldo	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Sucre	Adquisición de madera para la construcción de carpas solares y mallas antigranizo para el proyecto - mejoramiento hortifrutícola en los distritos 6, 7 y 8 del municipio Municipio de Sucre	GAM Sucre	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción

Solar térmico	Huanuni	Adquisición de materiales de soldadura para carpas solares (puertas metálicas, ventanas metálicas y cerchas de hierro), para el apoyo a la producción sostenible del sector agrícola	GAM Huanuni	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	San Lucas	Construcción de carpas solares Thuru Pampa	GAM San Lucas	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Yamparaez	Construcción de carpas solares centros iniciales programa PAN	GAM Yamparaez	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Tacobamba	Construcción de dos carpas solares en Ckochas	GAM Tacopaya	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	San Lucas	Construcción de carpas solares Puca Cancha	GAM Sucre	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Anzaldo	Construcción de carpas solares familiares molle Molle Pujru	GAM Anzaldo	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar fotovoltaica	Santiago de Andamarca	Implementación de pozos con sistema fotovoltaico en comunidades del municipio Santiago de Andamarca	GAM Santiago de Andamarca	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar fotovoltaica	Llallagua	Construcción microrriego mediante sistema Solar solar fotovoltaico Janko Calani Ayllu Chullpa	GAM Llallagua	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Sucre	Adquisición de callapos y bolillos para la construcción de carpas solares y mallas antigranizo para el proyecto - de mejoramiento hortifrutícola en los distritos 6, 7 y 8 del municipio de Sucre	GAM Sucre	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Antequera	Compra de materiales para implementación de 2 carpas solares en el Ayllu Acre Antequera	GAM Antequera	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Ancoraimas	Producción de hortalizas en carpas solares para el consumo familiar y mercado en las comunidades de Pacharia, Zamora, Turrini alta, Turrini Ccentro y Turrini bajaBaja.	GAM Ancoraimas	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Santiago de Callapa	Compra de semillas de hortaliza para carpa de convenio Conan "g"	GAM Santiago de Callapa	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción

Solar térmico	Toledo	Construcción de carpas solares UE. German Germán Busch (implementación proyecto socio productivo)	GAM Toledo	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	El Alto	Adquisición de sistemas de microrriego para carpas solares de UE del municipio de El Alto	GAM El Alto	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Eólico	La Paz	Construcción de sistema eólico para dotación de agua altiplano Altiplano surSur	GAD La Paz	Pecuaría	Bomba	Electricidad	Producción
Eólico	Tarija	Adquisición de bombas sumergibles y extractores eólicos	GAD Tarija	Consumo Humano y animal			Producción
Solar fotovoltaica	Yunguyo del Litoral	Construcción de bebederos y pozos con bombas fotovoltaicas para ganado camélido en el municipio de Yunguyo del Litoral.	GAM Yunguyo de Litoral	Ganado camélido	Bomba	Electricidad	Producción
Solar fotovoltaica	Salinas de Garci Mendoza	Construcción de pozos fotovoltaicos para ganado camélido en el distrito 6 municipio Salinas de Garci Mendoza	GAM Salinas de Garci Mendoza	Ganado camélido	Bomba	Electricidad	Producción
Solar fotovoltaica	Machacamarca	Construcción de pozos fotovoltaicos para ganado vacuno en el municipio de Machacamarca	GAM Machacamarca	Ganado vacuno	Bomba	Electricidad	Producción
Solar térmico	No indica	Adquisiciones de materiales para la construcción de carpas solares, proyecto apoyo a la producción sostenible del sector agrícola en el departamento de Oruro	GAD Oruro	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Santiago de Huata	Fortalecimiento a la producción agrícola de hortalizas en carpas solares, municipio de Santiago de Huata	GAM Santiago de Huata	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Challapata	Implementación de carpas solares en comunidades de Challapata	GAM Challapata	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	La Paz	Compra de agrofilm para la construcción de carpas solares en las comunidades de Hampaturi	GAM La Paz	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción

Solar térmico	Caracollo	Fomento y promoción a la producción integral GAM Caracollo	GAM Caracollo	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Oruro	Adquisición de materiales para la construcción de carpas solares	Gad Oruro	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	El Alto	Compra de agrofilm para construcción de carpas solares en UE El Alto	GAM El Alto	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Tacobamba	Construcción de dos carpas solares en la comunidad Tucu Tucu	GAM Tacobamba	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Toledo	Fortalecimiento a la producción agrícola en el ayllu Piruka, materiales para construcción carpas solares	GAM Toledo	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Tacobamba	Construcción de tres carpas solares en Ckochas	GAM Tacobamba	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Patacamaya	Responsable de ruta de aprendizaje en el proceso de aprendizaje en manejo técnico de carpas solares Patacamaya	GAM Patacamaya	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Oruro	Adquisición de sistemas de riego para carpas solares según convenio intergubernativo de financiamiento N.º 053	GAD Oruro	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción
Solar térmico	Colquiri	Techado carpas solares Hampaturi	GAM Colquiri	Hortalizas	Carpa	Calor	Producción

Anexo 5: Tecnologías de Energías Renovables Disponibles en Bolivia

Sistemas fotovoltaicos

Los sistemas fotovoltaicos convierten directamente la radiación solar en electricidad de corriente continua de 12 V, la cual podría ser transformada en electricidad de 220 V si se desea. Estos sistemas pueden abastecer las necesidades de una familia rural, pero también accionar bombas de agua, equipos de radiocomunicación o computadoras, es decir, todo lo que requiera energía eléctrica. Sin embargo, debido a que su costo es mayor al costo de las tecnologías basadas en energías convencionales, su utilización está focalizada en usos que requieren pequeñas cantidades de energía, pero de manera confiable y segura. Al momento se estima que existen unas 30 000 unidades instaladas en diferentes aplicaciones (viviendas, escuelas, postas, bombas de agua, telecentros, etc.) en todo el país.

A excepción del módulo fotovoltaico, toda la tecnología es producida localmente, e inclusive Bolivia es un exportador neto de reguladores de cargas, lámparas eficientes de 12 VDC, conversores de voltaje y baterías para SFV. Además, tiene una presencia reconocida en los países limítrofes, Centro América y últimamente en México.

En la línea productiva, los sistemas de bombeo fotovoltaico para proveer de agua para consumo humano, consumo animal y realizar riego tecnificado están comenzando a ser aplicados en sistemas de mediana escala como en comunidades del Municipio de Charagua. Allí se instalaron sistemas de bombeo fotovoltaico de agua de 10 kWp. En Oruro, por ejemplo, recientemente se ha instalado un sistema de bombeo fotovoltaico para riego por aspersión, que tiene una potencia de 30 kWp. Sin embargo, otros proyectos han diseminado centenares de sistemas de bombeo con potencia de 100 W, en algunos casos fijos y en otros móviles, que gozan de aceptación, aunque el gran competidor en este caso es la motobomba portátil.

Microcentrales hidroeléctricas

Las microcentrales hidroeléctricas (MCH) aprovechan caudales de agua existentes y desniveles geográficos y permiten generar electricidad con mínimos impactos ambientales. A lo mucho utiliza embalses de regulación diaria.

Aquí la tecnología está disponible y es manejable localmente. Al momento existen más de 50 MCH en operación que sirven aproximadamente a 6000 familias y que tienen potencias instaladas entre 30 kW y 200 kW. La tecnología de generación microhidráulica es manejable y reproducible localmente, desde el diseño de las plantas (en sus componentes civil, mecánico y eléctrico) hasta la construcción, instalación, operación y mantenimiento. Existe capacidad de fabricación de turbinas de tipo Pelton, Banki y Francis para potencias por debajo de 1 MW; asimismo los sistemas de control electrónico y regulación de velocidad son locales. El único elemento importado es el generador eléctrico.

Los proyectos de MCH tienen un periodo de duración aproximado de cuatro años como mínimo entre su identificación y la concreción del financiamiento y su construcción. La razón es que no existe un mecanismo permanente de soporte para el desarrollo de estos emprendimientos y dependen de canales de financiamiento exclusivos para tal fin.

Sistemas termosolares

Los sistemas termosolares convierten la radiación solar directamente en calor y normalmente se utilizan para el calentamiento de agua. La tecnología está disponible en el mercado y existe tecnología local. Últimamente se importa de buena calidad.

Se estima que se instalan aproximadamente 400 unidades/año; según cifras existen más de 3000 unidades instaladas y en funcionamiento. Al menos existen unas diez microempresas en todo Bolivia que trabajan con estas tecnologías, algunas desde hace más de 20 años, y existe un gran potencial de difusión de esta tecnología (Energética, 2014).

Las dificultades para la expansión de esta tecnología se encuentran fundamentalmente en la desconfianza de la gente por la tecnología, la inexistencia de mecanismos de financiamiento que permitan romper la barrera de la inversión inicial. Las actuales líneas de crédito incorporan a este

equipo un crédito de consumo y con las tasas existentes se inviabiliza la rentabilidad. Por otro lado, los créditos bancarios, a pesar de ofertar tasas menores, no están diseñadas para esta tecnología, pues las condiciones y costos de transacción son demasiado altos en relación al costo del equipo.

Secadores solares de alimentos

Los secadores solares para alimentos aprovechan el efecto invernadero; se pueden utilizar ampliamente en el deshidratado de diferentes productos que requieran conservación. En este caso también la tecnología es disponible a través de microempresas y su construcción es completamente local. Esta tecnología ha sido el caso de varias empresas campesinas, para quienes fue decisivo su empleo para lograr niveles de productividad importante. Por ejemplo, los secadores para el deshidratado de carne, ajíes, maníes, frutas, etc., son ampliamente usados en Oruro, La Paz y el Chaco (Centro de Investigación y Promoción del Campesinado [CIPCA], 2009).

Aerogeneradores de pequeña potencia

Son de hasta 5 kW y el equipo central de generación de electricidad es importado, pero los elementos como las torres, la instalación, operación y mantenimiento están disponibles a nivel nacional. Las instalaciones actuales tienen una potencia entre 200 W y 400 W y casi llegan al centenar. A pesar de la relativa simplicidad de la tecnología, el problema para una expansión es la falta de información sobre el potencial eólico en Bolivia, así como la excesiva localización del recurso.

Hasta el momento, las experiencias se concentran en la instalación de sistemas eólicos de forma aislada, donde, al igual que en los sistemas fotovoltaicos, se utilizan baterías para almacenar la energía generada. En la mayoría de los casos se utilizan equipos en 12 V DC (Ministerio de Hidrocarburos y Energía, 2011).

La energía eólica sigue siendo la menos explotada hasta el momento, tanto por falta de conocimiento del potencial real en el país, como por falta de una oferta activa en este sentido y en generar un bajo potencial eólico en el país.

Tecnologías de biomasa

Las cocinas eficientes de leña, con modelos que van desde la autoconstrucción con materiales como adobe y ladrillo, hasta la disponibilidad de cocinas metálicas con quemadores cerámicos, tienen un manejo de la tecnología y el conocimiento completamente local. Existen ya varias decenas de miles de unidades que se han implementado (EnDev, 2019), inclusive se dispone de una norma la NB 83001, que detalla las condiciones técnicas mínimas de instalación, funcionamiento y rendimiento (Instituto Boliviano de Normalización y Calidad [IBNORCA], 2012) y también lecciones aprendidas sobre este tema (EnDev, 2015).

Otras opciones con potencial, pero aún no desarrolladas completamente son las siguientes:

- Tecnologías de aprovechamiento de la biomasa para generar electricidad, ya sea a través del uso directo de desechos forestales o pellets. Para alimentar gasificadores, tienen un alto potencial.
- Los bioaceites orientados a la escala local y la atención de demandas energéticas, aisladas, dispersas, bajo la forma de producción de aceite vegetal (y no producción de biodiesel o etanol) que sirve como combustible.

Utilizaciones de gran escala, como la generación de electricidad con el bagazo de caña y el empleo de la cascara de castaña en gasificadores para producir calor y electricidad. Existen en el país, pero no son objeto de este estudio.

Biodigestores

Hace casi 20 años se inició la tecnología de la biodigestión anaerobia en Bolivia. Sin embargo, por la limitación técnica de la época, los equipos se construían con materiales convencionales y un Biodigestor familiar alcanzaba un costo entre 3 000 y 4 000 dólares. Actualmente, los biodigestores, con una nueva tecnología basada en el uso de plásticos, han bajado casi 10 veces sus costos. Existió, pues, un proceso de difusión amplio. El proyecto insignia de difusión de biodigestores ha sido el EnDev, que logró instalar 747 biodigestores hasta 2013 y tiene una serie de recomendaciones producto de la experiencia (Martí, 2013).

Anexo 6: Recopilación de Normativa Legal Relacionada con ER y Usos Agroproductivos

MARCO LEGAL RELACIONADO CON USOS PRODUCTIVOS CON ENERGÍAS RENOVABLES

ARTÍCULO 9

Inciso. 6

Promover y garantizar el aprovechamiento responsable y planificado de los recursos naturales e impulsar su industrialización, a través del desarrollo y fortalecimiento de la base productiva en sus diferentes dimensiones y niveles, así como la conservación del medio ambiente.

ARTÍCULO 33

Las personas tienen derecho a un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado.

ARTÍCULO 47

El estado protegerá, fomentará y fortalecerá las formas comunitarias de producción.

ARTÍCULO 300

Competencias de Gobiernos Autónomos Departamentales

Inciso 16: Proyectos de fuentes alternativas y renovables de energía de alcance departamental preservando la seguridad alimentaria.

ARTÍCULO 302

Competencia Gobiernos Autónomos Municipales

Inciso 12: Proyectos de fuentes alternativas y renovables de energía de alcance departamental preservando la seguridad alimentaria de alcance municipal.

ARTÍCULO 347

Quienes realicen actividades sobre el medio ambiente deberán en todas las etapas de producción evitar minimizar, mitigar, remediar y resarcir los daños.

ARTÍCULO 378

- I. Las diferentes fuentes 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 privada, 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 ley.

ARTÍCULO 379

- I. El Estado desarrollará y promoverá la investigación y el uso de nuevas formas de producción de energías alternativas.

El desarrollo rural integral sustentable es la parte fundamental de las políticas económicas del Estado, que priorizara sus acciones para el fomento de todos los emprendimientos económicos comunitarios y del conjunto de los actores rurales, con énfasis en la seguridad y en la soberanía alimentaria a través de:

ARTÍCULO 405

- La articulación y complementariedad interna de las estructuras de producción agropecuarias y agroindustriales.
- El logro de mejores condiciones de intercambio económico del sector productivo rural en relación con el resto de la economía boliviana
- El fortalecimiento de la economía de los pequeños productores agropecuarios y de la economía familiar y comunitaria.

ARTÍCULO 406

El Estado garantizará el desarrollo rural integral sustentable.

ARTÍCULO 407

Competencia Gobiernos Autónomos Municipales

Inciso 8: Garantizar la asistencia técnica y establecer mecanismos de innovación y transferencia tecnológica en toda la cadena productiva agropecuaria.

Inciso 13: Proveer infraestructura productiva.

LEY N.º 1333 DEL MEDIO AMBIENTE

CAPITULO I: DE LA POLÍTICA AMBIENTAL

ARTÍCULO 5

Inciso 7: Promoción y fomento de la investigación científica y tecnológica relacionada con el medio ambiente y los recursos naturales.

ARTÍCULO 7

La Secretaría Nacional del Medio Ambiente tiene las siguientes funciones básicas:

Inciso 4: Promover el desarrollo sostenible en el país.

ARTÍCULO 86

El Estado dará prioridad y ejecutará acciones de investigaciones científica y tecnológica en los campos de la biotecnología, agroecología, conservación de recursos genéticos, uso de energías, control de la calidad ambiental y el conocimiento de los ecosistemas del país.

LEY N.º 071 DE DERECHOS DE LA MADRE TIERRA

ARTÍCULO 8

Desarrollar formas de producción y patrones de consumo equilibrados para la satisfacción de las necesidades del pueblo boliviano para el vivir bien, salvaguardando las capacidades regenerativas y la integridad de los ciclos, procesos y equilibrios vitales de la Madre Tierra.

ARTÍCULO 9

Asumir prácticas de producción y hábitos de consumo en armonía con los derechos de la Madre Tierra.

LEY N.º 031 MARCO DE AUTONOMÍAS

ARTÍCULO 97

(ENERGÍA). La distribución de competencias entre el nivel central del Estado y las entidades territoriales autónomas en materia de energía y sus fuentes deberá ser regulada por una ley sectorial del nivel central del Estado, la cual definirá la política, planificación y régimen del sector.

Tal distribución se basará en el mandato a ley del Parágrafo II del Artículo 378, la competencia exclusiva del Numeral 8, Parágrafo II del Artículo 298, la competencia concurrente del Numeral 7, Parágrafo II, del Artículo 299, las competencias exclusivas de los Números 6 y 16, Parágrafo I del Artículo 300 de los gobiernos departamentales autónomos, la competencia exclusiva del Numeral 12, Parágrafo I del Artículo 302 de los Gobiernos municipales, y la competencia concurrente del Numeral 4, Parágrafo III del Artículo 304, de la Constitución Política del Estado.

LEY N.º 650 “AGENDA PATRIÓTICA DEL BICENTENARIO 2025”

ARTÍCULO 1

1. Erradicación de la extrema pobreza
2. Socialización y universalización de los servicios básicos con soberanía para vivir bien
3. Salud, educación y deporte para la formación de un ser humano integral
4. Soberanía científica y tecnológica con identidad propia
5. Soberanía comunitaria financiera, sin servilismo al capitalismo financiero
6. Soberanía productiva con diversificación y desarrollo integral, sin la dictadura del mercado capitalista
7. Soberanía sobre nuestros recursos naturales con nacionalización, industrialización y comercialización, en armonía y equilibrio con la Madre Tierra
8. Soberanía alimentaria a través de la construcción del saber alimentarse para vivir bien
9. Soberanía ambiental con desarrollo integral, respetando los derechos de la Madre Tierra
10. Integración complementaria de los pueblos con soberanía
11. Soberanía y transparencia en la gestión pública bajo los principios del no robar, no mentir y no ser flojo
12. Disfrute y felicidad plena de nuestras fiestas, de nuestra música, nuestros ríos, nuestra Amazonía, nuestras montañas, nuestros nevados, nuestro aire limpio y de nuestros sueños
13. Reencuentro soberano con nuestra alegría, felicidad, prosperidad y nuestro mar

ARTÍCULO 13

- Desarrollo de acciones estatales para el fortalecimiento de los sistemas económicos, productivos, sociales, culturales, políticos y ecológicos de las poblaciones con mayores problemas en la realización del saber alimentarse para vivir bien en el marco de la reconstitución integral de sus capacidades.
- Establecimiento de mejores condiciones y capacidades integrales para la producción, acceso y consumo de alimentos más sanos, inocuos, nutritivos, agroecológicos y culturalmente adecuados para los seres humanos, con énfasis en las áreas urbanas.
- Planificación estratégica alimentaria participativa de la sociedad civil organizada, naciones y pueblos indígenas originarios campesinos, comunidades interculturales y afrobolivianas, y asociaciones de los actores productivos de la economía plural, sobre la base de la vocación y potencial productivo de las zonas de vida y en el marco de estrategias, planes y programas de desarrollo productivo agropecuario, agroforestal y piscícola integral y sustentable.

ARTÍCULO 15

(ESTABLECER PROCESOS DE PRODUCCIÓN NO CONTAMINANTES Y QUE RESPETAN LA CAPACIDAD DE REGENERACIÓN DE LA MADRE TIERRA EN FUNCIÓN DEL INTERÉS PÚBLICO). El Estado Plurinacional de Bolivia impulsará de forma progresiva, y de acuerdo a las circunstancias locales, la creación y fortalecimiento de patrones de producción más sustentables, limpios y que contribuyan a una mayor calidad ambiental, mediante:

- Transformación progresiva de la matriz Energética del país hacia fuentes renovables y más limpias.
- Acciones para promover el incremento progresivo de la eficiencia en el uso y aprovechamiento sustentable de los componentes no renovables de la Madre Tierra y para que los procesos vinculados a actividades extractivas e industriales utilicen las mejores tecnologías disponibles para prevenir, mitigar y remediar los daños causados y para restaurar los componentes y las zonas de vida de la Madre Tierra.
- Fortalecimiento de sistemas productivos compatibles con la vocación productiva de las zonas y sistemas de vida en los procesos de satisfacción de las necesidades del pueblo boliviano.
- La maximización de la eficiencia Energética en los procesos productivos y la toma de decisiones y acciones que eviten daños irreversibles a los componentes, zonas y sistemas de vida de la Madre Tierra.
- Acciones para sustituir gradualmente y limitar la utilización de tecnologías degradantes y compuestos químicos tóxicos que puedan ser reemplazados con otras alternativas equivalentes ecológica y socialmente adecuadas.
- Acciones para evitar la monoproducción que deteriora las prácticas productivas locales y facilita la degradación de los componentes y zonas de vida de la Madre Tierra.

ARTÍCULO 24

- Mejorar el acceso a insumos, infraestructura productiva, asistencia técnica y capacitación.

ARTÍCULO 30

(ENERGÍA) Las bases y orientaciones del vivir bien, a través del desarrollo integral en energía son las siguientes:

- Establecer la política Energética y las medidas para lograr el cambio gradual de la matriz Energética proveniente de recursos naturales no renovables a través de la sustitución paulatina de combustibles líquidos por gas natural, así como el incremento gradual de las energías renovables en sustitución de las provenientes de recursos no renovables.
- Promover la implementación de tecnologías y prácticas que garanticen la mayor eficiencia en la producción y uso de energía en armonía y equilibrio con los sistemas de vida y la Madre Tierra, de acuerdo a ley específica.
- Desarrollar políticas de importación, producción y comercialización de tecnologías, equipos y productos de eficiente consumo energético.

ARTÍCULO 49

- La planificación de toda actividad económica, productiva y de infraestructura, de carácter público o privado deberá incluir en el análisis costo/beneficio integral, el costo/beneficio ambiental, previo a su ejecución, de acuerdo a categorías definidas en norma específica.

D. S. N° 3856

ARTÍCULO 1

(OBJETO). El presente Decreto Supremo tiene por objeto modificar el Reglamento de Prevención y Control Ambiental-RPCA, aprobado por Decreto Supremo N.° 24176, de 8 de diciembre de 1995, modificado por el Decreto Supremo N.° 3549, de 2 de mayo de 2018.

ARTÍCULO 2

(MODIFICACIONES). Se modifica el artículo 17 del Reglamento de Prevención y Control Ambiental-RPCA, aprobado por Decreto Supremo N.° 24176, de 8 de diciembre de 1995, modificado por el Parágrafo I del Artículo 4 del Decreto Supremo N.° 3549, de 2 de mayo de 2018, con el siguiente texto:

NIVEL DE CATEGORÍA 4: NO REQUIEREN DE EEIA NI PROGRAMA DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN-PLAN DE APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

IV. Se modifica el Anexo "A" del Decreto Supremo N.° 3549, de 2 de mayo de 2018, modificación que en anexo forma parte del presente Decreto Supremo.

ANEXOS

CATEGORÍA 4: Sector agropecuario subsector agrícola

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD, OBRA O PROYECTO	ASPECTOS A CONSIDERAR
Infraestructura de apoyo agrícola familiar (invernaderos, carpas solares, viveros y cercos, centros de acopio de productos agrícolas, secaderos de probador agrícolas, silos, graneros y beneficiadoras familiares, terrazas agrícolas, galpones para maquinaria, composteras, lombriceros, abonos orgánicos, camas bajas, invernaderos y cultivos hidropónicos.	En la etapa de operación no debe considerar el uso de plaguicidas químicos de uso agrícola de categoría toxicológica i y ii.

Centros de investigación e innovación agrícola.	<ul style="list-style-type: none"> • No debe encontrarse en áreas protegidas. • No debe incluir a especies introducidas. • Debe ser menor a 10 hectáreas.
Producción agrícola familiar o comunal (convencional o mecanizado).	<ul style="list-style-type: none"> • No debe encontrarse en áreas protegidas.
Producción pecuaria familiar o comunal (convencional o mecanizado).	<ul style="list-style-type: none"> • No debe encontrarse en áreas protegidas. • Puede incluir mejoramiento genético.
Mejoramiento, ampliación, tecnificación, rehabilitación de sistemas de riego (revitalización).	<ul style="list-style-type: none"> • Solo para acciones realizadas en sistemas de riego ya establecidos menores a 60 hectáreas, con el objetivo de mejorar la eficiencia del sistema.
Sistemas de riego familiar con captación de aguas subterráneas a través de pozos con bombas, para sistemas por aspersión y goteo.	<ul style="list-style-type: none"> • Menores a 60 hectáreas concentradas.

D. S. N.º 29894: ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DEL PODER EJECUTIVO DEL ESTADO

CAPÍTULO VIII: MINISTERIO DE PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO

ARTÍCULO 46: ATRIBUCIONES DEL MINISTRO

- d. Coordinar la formulación de las políticas y estrategias de desarrollo productivo, social, cultural y política en los ámbitos previstos por el Sistema de Planificación Integral Estatal para el desarrollo

CAPÍTULO XI: MINISTERIO DE DESARROLLO PRODUCTIVO Y ECONOMÍA PLURAL

ARTÍCULO 64: ATRIBUCIONES DEL MINISTRO(A)

- o. Diseñar y ejecutar políticas de capacitación técnica y tecnológica en materia productiva.

ARTÍCULO 65: ATRIBUCIONES DEL VICEMINISTERIO DE LA MICRO Y PEQUEÑA EMPRESA

- h. Fortalecer la capacidad técnica-productiva y tecnológica de las Unidades Productivas, en el área de su competencia, a través de la capacitación, formación, asistencia técnica y transferencia tecnológica

CAPÍTULO XVII: MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA

ARTÍCULO 95

Atribuciones de la ministra(o)

- a. Formular conjuntamente el Ministerio de Planificación del Desarrollo, el Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Rural y Tierras las políticas de planificación estratégica para el uso sustentable de los recursos naturales, y conservación del medio ambiente articulándolas con los procesos productivos y el desarrollo social y tecnológico, en coordinación con el Ministerio de Hidrocarburos y Energía, el Ministerio de Minería y Metalurgia y otros que correspondan.
- b. Formular políticas y normas, establecer y estructurar mecanismos para la conservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, agua, conservación y protección del medio ambiente, así como formular políticas sobre biocomercio, prevención y control de riesgos, contaminación hídrica, atmosférica, sustancias peligrosas y gestión de residuos sólidos y promover mecanismos institucionales para el ejercicio del control y la participación social en las actividades emergentes de las mismas.

CAPÍTULO XIX: MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

ARTÍCULO 98

(ATRIBUCIONES DEL VICEMINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE BIODIVERSIDAD Y CAMBIOS CLIMÁTICOS).

- a. Formular e implementar políticas generales, planes, normas, programas y proyectos para el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad, el uso sostenible de los recursos naturales, protección y conservación del medio ambiente, y recursos hídricos articulados con los procesos productivos y el desarrollo social y tecnológico.
- b. Plantear políticas y planes para el uso sostenible e incremento de los recursos naturales agropecuarios.
- o. Formular políticas para la mecanización agrícola-pecuaria y estrategias de implementación, construcción y mantenimiento de infraestructura de apoyo a la producción agropecuaria, en coordinación con los ministerios competentes.
- r. Formular políticas para el desarrollo de estrategias para la oferta de asistencia técnica y para el establecimiento de mecanismos de investigación, innovación y transferencia tecnológica en todo el proceso productivo y de agregación de valor de la producción agropecuaria y forestal.

ARTÍCULO 112

(ATRIBUCIONES DEL VICEMINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y AGROPECUARIO).

- c. Potenciar el incremento sostenido y sustentable de la productividad agrícola, pecuaria, agroindustrial y turística rural, así como la capacidad de competencia comercial de estos rubros productivos.
- d. Lograr la articulación y complementariedad económica y tecnológica de las estructuras de producción agropecuarias primarias y las estructuras agroindustriales.
- e. Promover el desarrollo agroindustrial con criterios de sustentabilidad ambiental, creando mecanismos de participación social y local.
- f. Garantizar la asistencia técnica y establecer mecanismos de investigación, innovación y transferencia tecnológica en todo el proceso productivo y de agregación de valor de la producción agropecuaria y forestal.
- n. Lograr el mejor aprovechamiento, transformación industrialización y comercialización de los recursos naturales renovables, en el marco del desarrollo rural integral sustentable.
- t. Promover la producción y comercialización de alimentos agroecológicos.

D. S. N.º 3058 MINISTERIO DE ENERGÍAS

ARTÍCULO 6

(ATRIBUCIONES DEL VICEMINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍAS ALTERNATIVAS)

- f. Coordinar con los gobiernos autónomos departamentales, municipales, regionales e indígena originaria campesina, la implementación y desarrollo de proyectos eléctricos y energías alternativas en el marco de las competencias concurrentes y compartidas.
- g. Incentivar la incorporación de nuevas tecnologías de electrificación tendientes al aprovechamiento sustentable de recursos renovables.
- h. Proponer políticas para el desarrollo de tecnologías de energías alternativas hidroeléctricas, eólicas, fotovoltaicas y otras en coordinación con las universidades públicas del país.



BOLIVIA



FASERT
FONDO DE ACCESO SOSTENIBLE
A ENERGÍA RENOVABLE TÉRMICA



Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)

Av. La Molina 1581, La Molina, Lima

www.iica.int/es/countries/peru

Telf. (51-1) 349-2273 / 349-1275 / 349-2203

www.fasert.org

fasert@iica.int