

República del Perú

República del Perú

Recopilación de información y encuesta de confirmación en relación al apoyo a la promoción de inversión privada en el desarrollo de energía geotérmica del Perú

Informe Final  
(Resumen)

Enero 2017

Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA)

Deloitte Touche Tohmatsu LLC.

5R
JR
16-045

## Tabla de contenidos

Abreviaciones .....	iii
Lista de Figuras.....	v
Lista de Tablas .....	v
1. Objetivos y contenido del estudio.....	1
(1) Antecedentes.....	1
(2) Objetivos .....	2
(3) Área del estudio .....	2
(4) Contraparte.....	2
2. Promoción de inversiones privadas en el Perú.....	3
(1) Marco legal .....	3
(2) Organizaciones relacionadas y sus responsabilidades .....	4
(3) Procedimientos.....	4
3. Situaciones actuales y problemas en el sector de generación eléctrica y desarrollo geotérmico ..5	
(1) Marco legal .....	5
(2) Situación actual.....	6
(3) Subasta de RER.....	11
(4) Sistema de incentivos a la inversión privada .....	14
4. Verificación y análisis de sistemas de promoción del desarrollo de generación de energía geotérmica en países extranjeros .....	15
(1) Esquema de costo y riesgo compartido en la fase inicial del desarrollo de las centrales geotérmicas en el mundo .....	15
(2) Esquema de participación en los costos y riesgos del desarrollo de la energía geotérmica en la fase inicial. ....	16
(3) Esquemas Relacionados para la Promoción de Inversiones en la Fase Inicial de Desarrollo de la Energía Geotérmica.....	17
(4) Promoción del Desarrollo Geotérmico a través de la Inversión Privada conforme a la Investigación de Terceros Países (Chile).....	18
(5) Promoción del Desarrollo Geotérmico a través de la Implicación del Gobierno en la Fase Inicial .....	23
5. Verificación y análisis de la situación actual para reforzar la capacidad de evaluación y otros de recursos geotérmicos.....	25
(1) Situación actual de capacitación de INGEMMET .....	25
(2) La necesidad de reforzar la capacitación de INGEMMET .....	25
6. Políticas de promover desarrollo geotérmico por inversiones privadas.....	28

(1) Análisis de los problemas relacionados a la promoción del desarrollo geotérmico por inversiones privadas.....	28
(2) Investigación y sugerencia de las políticas que el gobierno del Perú debe adoptar para solucionar los problemas.....	31
(3) Sugerencia de la JICA sobre la asistencia para el desarrollo geotérmico por empresas privadas del Perú.....	37

## Abreviaciones

Abreviación	Descripción
ADEME	The French Environment and Energy Management Agency (La Agencia Francesa de Gestión de Medio Ambiente y Energía)
ARGeo	African Rift Geothermal Development Facility (Servicio de Desarrollo Geotérmico de Rift de África)
BAU	Business as usual (Negocios como siempre)
CAF	Development Bank of Latin America (Banco de Desarrollo de América Latina)
CDM	Clean Development Mechanism (Mecanismo de desarrollo limpio)
COES-SINAC	Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional
COP	(Conference of the Parties Conferencia de las Partes)
CTF	Clean Technology Fund (Fondo de Tecnologías Limpias)
DB	Database (Base de datos)
DGAEE	General Directorate of Energetic Environmental Affairs (Dirección General de Asuntos Ambientales Energía)
DGE	Directorate General of Electricity (Dirección General de Electricidad)
EDC	Energy Development Corporation
EGASA	Electric Generation Company of Arequipa S.A. (Empresa de Generación Eléctrica de Arequipa S.A.)
EGP	Enel Green Power
EIA	Environmental Impact Assessment (Estudio de Impacto Ambiental)
ENAP	National Petroleum Company (Empresa Nacional del Petróleo)
GDF	Geothermal Development Facility (Fondo de Desarrollo Geotérmico)
GEF	Global Environment Facility (Fondo Mundial para el Medio Ambiente)
GEOCATMIN	Mineralogical and Geological Database (Sistema Geológico Catastral Minero)
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Cooperación Internacional Alemana)
GRMF	Geothermal Risk Mitigation Facility (Fondo de Mitigación de Riesgo Geotérmico)
IDB	Inter-American Development Bank (Banco Interamericano de Desarrollo)
IFC	International Finance Corporation (Corporación Financiera Internacional)
INDC	Intended Nationally Determined Contribution (Contribuciones Previstas Nacionalmente Determinada)
INGEMMET	Institute of Geology, Mining and Metallurgy (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico)
IRENA	International Renewable Energy Agency (Agencia Internacional de las Energías Renovables)

IRR	Internal Rate of Return (Tasa interna de retorno)
JICA	Japan International Cooperation Agency (Agencia de Cooperación Internacional del Japón)
JOGMEC	Japan Oil, Gas and Metals National Corporation (Corporación Nacional Japonesa para el Petróleo, Gas y Metales)
KenGen	Kenya Electricity Generating Company (Compañía de Generación de Electricidad de Kenia)
KfW	Kreditanstalt für Wiederaufbau (Banco alemán gubernamental de desarrollo)
LNG	Liquefied Natural Gas (Gas natural licuado)
MDB	Multilateral Development Bank (Bancos Multilaterales de Desarrollo)
MEF	Ministry of Economy and Finance (Ministerio de Economía y Finanzas)
MEM	Ministry of Energy and Mines (Ministerio de Energía y Minas)
MINAM	Ministry of Environment (Ministerio del Ambiente)
NAFIN	National Finance (Nacional Financiera)
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization (Organización para el Desarrollo de Tecnología Industrial y de Nueva Energía de Japón)
O&M	Operation and Maintenance (Operación y mantenimiento)
ODA	Official Development Assistance (Asistencia oficial para el desarrollo)
OSINERGMIN	Organization of Supervising for Investments in Energy and Mines (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería)
PPA	Power Purchase Agreement (Contrato de compra de energía)
PPP	Public-Private Partnership (Alianza público privada)
RER	Renewable Energy Resource (Recursos Energéticos Renovables)
RMF	Risk Mitigation Facility (Fondo de Mitigación de Riesgo Geotérmico)
RPS	Renewable portfolio standard (Norma de las Energías Renovables)
SNIP	National System of Public Investment (Sistema Nacional de Inversión Pública)
SPC	Special purpose company (Sociedad de Propósito Específico)
UNEP	United Nations Environment Programme (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente)
VAT	Value added tax (Impuesto al valor agregado)

## Lista de Figuras

Figura 1 Mapa de Potencial Geotérmico en el Perú.....	7
Figura 2 Resultados de las subastas de RER.....	13
Figura 3 Sistema de incentivos a la inversión privada en el sector eléctrico .....	14
Figura 4 Mapa de proyecto de Cerro Pabellón.....	19
Figura 5 Participación de riesgos por PPP en Cerro Pabellón .....	20
Figura 6 Programa de reducción de riesgos en Cerro Pabellón .....	20
Figura 7 Incentivos de proyectos en Cerro Pabellón .....	21
Figura 8 Transición del esquema del desarrollo geotérmico desde del sector público al privado .....	24
Figura 9 El marco de factores de inhibiciones en desarrollo geotérmico .....	28
Figura 10 Balance del proyecto geotérmico en el Perú.....	31
Figura 11 Desglose de reducción de emisión de CO2 de INDC.....	43
Figura 12 Asistencia para la preparación de proyectos de inversiones privadas para el desarrollo geotérmico en el Perú.....	44

## Lista de Tablas

Tabla 1 Resumen de la solicitud de 4 tipos de proyectos de PPP .....	4
Tabla 2 Marco legal sobre proyectos de electricidad y generación de energía geotérmica .....	5
Tabla 3 Áreas de exploración de energía geotérmica (A mayo de 2016) .....	8
Tabla 4 Concesión de desarrollo geotérmico.....	10
Tabla 5 Subasta de RER .....	11
Tabla 6 Esquema para compartir costos y riesgos (para su propio país) .....	15
Tabla 7 Esquema de costo y riesgo compartido (Multidonantes y Fondos) .....	16
Tabla 8 Esquemas relacionados con el avance de las inversiones en generación de electricidad geotérmica en la fase inicial de desarrollo.....	18
Tabla 9 Dirección de identificación de problemas y solucionarlos mediante la promoción del desarrollo geotérmico por inversión privada (borrador).....	29
Tabla 10 Resultado de la estimación en el caso de utilizar finanzas privadas (financiamiento de proyectos).....	32
Tabla 11 Resultado de la estimación en el caso de utilizar finanzas privadas (finanzas corporativas) .....	32
Tabla 12 Impactos a las inversiones privadas en el caso de que las soluciones sean realizadas por el gobierno del Perú (directo) .....	34
Tabla 13 Impactos a las inversiones privadas en el caso de que las soluciones sean efectuadas por el gobierno del Perú (indirecto) .....	35
Tabla 14 Requisitos de los procedimientos concretos al gobierno del Perú hacia las soluciones.....	36
Tabla 15 Esquema para mejorar factibilidad de proyecto de desarrollo geotérmico de la JICA .....	38
Tabla 16 Resumen de la asistencia de inversiones de la JICA en el extranjero.....	39

Tabla 17 Resultado de estimación de FIRR en caso de no utilizar préstamo de la JICA .....	40
Tabla 18 Resultado del cálculo de FIRR en caso de utilizar préstamo y subvención de GDF .....	40
Tabla 19 Resultados de estimación de PPA (borrador) .....	41
Tabla 20 Resultado de cálculo de precio de PPA de generación de electricidad geotérmica y central térmica de gas natural que son FIRR 12% .....	42
Tabla 21 Impactos de reducción de emisión de CO2 en el sector de energía para 2030 .....	43

# 1. Objetivos y contenido del estudio

## (1) Antecedentes

La demanda de energía (cantidad del consumo final) en el contexto de un fuerte crecimiento económico en los últimos años en el Perú ha aumentado con un promedio anual del 8% y, si continúa el crecimiento a este ritmo, para el 2030 se necesitará triplicar la generación y capacidad de suministro de la energía eléctrica.

El gobierno peruano promulgó las "Leyes y reglamentos relacionados con la promoción de la inversión en la generación de energía utilizando energías renovables" (2008), anunciando una política en la que el 5% del consumo total de energía en 2013 sea cubierto por la energía renovable. De acuerdo con las leyes y regulaciones, el gobierno peruano ha establecido un marco de compra de energía renovable, y planea asegurar energía renovable a través de subastas con la participación del sector de generación de energía. Sin embargo, sólo ha alcanzado el 1,5% a finales de 2015, con un desglose de 1,4% de pequeñas centrales hidroeléctricas, el 0,5% de biomasa, 0,4% de luz solar, y 0.5% de eólica, requiriendo así una expansión adicional.

Por otro lado, en relación con la generación de energía geotérmica, aunque se ha informado de que hay una gran cantidad de recursos disponibles con más de 3.000 MW explotables, aún no hay historial de desarrollo. El gobierno peruano está promoviendo la actividad de generación de energía a través de la iniciativa del sector privado con la promulgación de la "Ley de la Industria Eléctrica" de 1992 e incluso para la generación de energía geotérmica, se han aportado los derechos de exploración a empresas privadas en unos 18 lugares en mayo de 2016. Sin embargo, como el riesgo de inversión en la fase inicial, como la prospección etc., representa un obstáculo, no se han visto avances en el desarrollo. En tales circunstancias, el gobierno peruano está considerando llevar a cabo un proyecto piloto de desarrollo geotérmico usando fondos públicos en la provincia de Tacna.

El gobierno de Perú, incluso después de la ejecución del proyecto piloto en la Provincia de Tacna, continuó la política para el desarrollo geotérmico mediante la inversión privada, con la intención de promover el desarrollo de la inversión privada para el resto de los sitios geotérmicos prometedores. Sin embargo, tomando en cuenta la experiencia en otros países, se prevé que el desarrollo geotérmico por parte de la inversión privada en el Perú será difícil sin precisar de los gastos financieros o apoyo por parte del gobierno, o sin la introducción de medidas de reducción del riesgo en el desarrollo de energía geotérmica.

Este proyecto, en el contexto de continuar con el desarrollo geotérmico bajo la inversión privada en Perú, tiene como objetivo confirmar y considerar los factores de obstáculo del sistema existente, el sistema de gastos financieros/apoyo y la mitigación de riesgos viable para el gobierno del Perú y, adicionalmente, el posible uso de un menú de apoyo a la infraestructura de asociación público-privada (PPP), recolectando la información básica que sirva de base para un programa de desarrollo geotérmico óptimo diseñado para el gobierno peruano y un esquema de apoyo para la promoción del desarrollo geotérmico en el que pueda cooperar la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) .

(2) Objetivos

El objetivo es considerar y proponer un esquema de apoyo para la promoción del desarrollo geotérmico por parte de la Asistencia Oficial para el Desarrollo en el que pueda cooperar JICA (Equity Back Finance (EBF), Viability Gap Funding (VGF), incremento del crédito stand-by para infraestructura PPP, o inversiones de JICA en el extranjero), recolectando la información básica que sirva de base para el programa de desarrollo geotérmico basado en la inversión privada, una vez organizadas las diversas condiciones que actúan como impedimentos para la promoción de la inversión privada en el desarrollo geotérmico en Perú.

(3) Área del estudio

Lima, República del Perú

(4) Contraparte

Las organizaciones principales del Perú son las siguientes.

Ministerio de Energía y Minas, MEM

Dirección General de Electricidad

Dirección de Concesiones Eléctricas

Dirección General de Asuntos Ambientales Energéticos, DGAAE

Ministerio de Economía y Finanzas, MEF

Dirección General de Política de Promoción de la Inversión Privada )

Dirección General de Endeudamiento y Tesoro Público

Ministerio de Economía y Finanzas, INGEMMET

Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

## 2. Promoción de inversiones privadas en el Perú

### (1) Marco legal

#### 1) Marco legal principal

El gobierno ha venido fomentando las inversiones privadas en la infraestructura a partir de 1990s estableciendo un marco legal. El gobierno ha privatizado empresas públicas y también ha descentralizado proyectos de inversiones privadas a 24 gobiernos regionales y 195 gobiernos municipales. Actualmente, las inversiones en la infraestructura han sido principalmente implementadas por inversiones privadas.

#### 2) Restricción de la tasa de inversiones extranjeras

Sobre la restricción de tasa de inversión a las empresas extranjeras de desarrollo geotérmico y al sector eléctrico; en Perú no existe ninguna restricción de tasa de inversión a capitales extranjeros.

#### 3) Regulaciones de capital

En Perú se requiere el pago mínimo de 25% del capital registrado cuando se establecen empresas. El número de accionistas es de 2 a 20 para la sociedad anónima cerrada (S.A.C.) y las sociedades de responsabilidad limitada (S.R.L.), y no existe límite para las sociedades anónimas abiertas (S.A.A.). No se reconocen inversiones de ejecutivo y otras para S.R.L. Para inversionistas extranjeros es obligatorio el registro en Proinversión. Las sociedades de responsabilidad limitada colocan S.R.L. al final del nombre de empresa, establecen secciones de junta general de accionistas y un gerente, y la inversión se limita a inversiones en efectivo. Las sociedades de responsabilidad limitada individuales, se puede establecer con un solo inversionista, y al final del nombre de la empresa se coloca E.I.R.L. Las personas calificadas pueden ser un representante y/o gerente concurrente. Se puede realizar inversiones en efectivo y en objetos.

#### 4) Sistema de PPP

El gobierno del Perú promueve varios proyectos de infraestructuras por el método de PPP.

Con el objetivo de implementar las actividades de empresas privadas para promover trabajos públicos como infraestructuras, se estableció el sistema de PPP en el año 2008. Por lo tanto, proyectos de PPP han sido promovidos<sup>1</sup>. Hay dos tipos de PPP. Uno es de “iniciativa pública” en el que el gobierno central, los gobiernos regionales y municipales políticamente proponen el desarrollo de infraestructura y ofrecen técnica del sector privado, conocimiento, construcciones con inversiones públicas. El otro es de “iniciativa privada” en el que las empresas privadas proponen implementaciones de trabajos públicos por inversiones privadas y ofrecen construcciones de infraestructura y servicio. El procedimiento y los pasos han sido clarificados por el sistema de marco legal y han sido mejorados.

---

<sup>1</sup> JETRO HP

## (2) Organizaciones relacionadas y sus responsabilidades

En el Perú, una agencia del Gobierno de Perú que promueve inversiones privadas para proyectos de PPP de más de 15.000 UNITs propuestos por el gobierno central es ProInversión que depende de MEF. Los Gobiernos regionales y municipales también tienen una agencia de promoción de inversiones privadas, pero actualmente no hay muchos PPP de gobiernos regionales y municipales.

Los proyectos de inversiones privadas se clasifican según el proponente del proyecto (iniciativa pública vs. iniciativa privada), tipo de inversión (autosostenible vs. cofinanciado), y promotor del proyecto de inversión cambia dependiendo de la combinación de cada tipo.

## (3) Procedimientos

### 1) Adecuación al SNIP

El punto a tenerse en cuenta para implementar los proyectos por iniciativa del gobierno nacional, gobiernos regionales y municipales, y cofinanciados con el sector privado es adecuarlos al Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) que regula los procesos, metodologías y las normas técnicas.

SNIP está bajo la dirección del departamento de inversión pública de MEF. Para mejorar la calidad del servicio público por inversiones privadas y promover el desarrollo y la operación efectiva, el gobierno define la política básica, el procedimiento, la metodología y las normas técnicas. Para la operación de proyectos públicos y servicios públicos sostenibles que contribuyen al bienestar nacional, SNIP es un sistema de evaluación de proyectos de inversiones privadas para mantener la calidad. SNIP opera proyectos de inversión que requieren fondos públicos del sector público y del sector de interés público excepto finanzas.

### 2) Incentivos de PPP

Para promover inversiones privadas a niveles públicos como proyectos de infraestructura, se establecieron las leyes de Asociación Público-Privada (PPP) en 2008. El nuevo Marco legal de PPP y los reglamentos detallados fueron implementados en 2015, en la transición a la ley permanente desde la ley temporal. Aunque IVA de servicios y equipamientos obtenidos por concesión se trata de un impuesto, existe el sistema de reembolso del IVA. En caso de los proyectos de electricidad, es posible reembolsar IVA antes de la operación si se consigue el permiso de inversión de MEM y cuando la inversión sea más de USD 5 millones. Básicamente, todo lo que se compra es objeto de reembolso.

### 3) Pasos para la solicitud de proyectos de PPP

La Tabla 1 muestra resumen de la solicitud de 4 tipos de proyectos de PPP.

Tabla 1 Resumen de la solicitud de 4 tipos de proyectos de PPP

	Solo inversión privada	Co-inversión con sector privado
Iniciativa pública	<ul style="list-style-type: none"><li>• La información de proyectos se anuncia en la página web de ProInversion.</li><li>• GC determina si los proyectos se efectúan.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La información de proyectos se anuncia en la página web de ProInversion.</li><li>• Es necesario la adecuación al SNIP</li><li>• GC determina si los proyectos se efectúan.</li></ul>
Iniciativa privada	<ul style="list-style-type: none"><li>• La información de proyectos la poseen las empresas privadas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• La información de proyectos la poseen las empresas privadas Es necesario la adecuación al SNIP</li></ul>

### 3. Situaciones actuales y problemas en el sector de generación eléctrica y desarrollo geotérmico

#### (1) Marco legal

##### 1) Políticas y regulaciones

La “Política Energética Nacional del Perú 2010-2040” aprobada en noviembre de 2010 propone 9 objetivos (anunciados por MEM).

Las políticas de energía en Perú se enfocan en la mejora de la autosuficiencia y suministro estable de energía dentro del ambiente competitivo, utilizando inversiones privadas. Los objetivos de largo plazo de la política son los siguientes.

- diversidad de origen de energía por el desarrollo de recursos interiores (desde la dependencia del petróleo al aumento de producción y consumo de energía renovable, gas natural y GNL)
- promoción del desarrollo de energía renovable (hidroeléctrica (menos de 20MW), geotérmica, eólica, biomasa, solar, etc.)
- promoción de electrificación rural
- promoción de utilización eficiente de energía
- desarrollo sostenible con impacto mínimo sobre el medio ambiente
- reducción de emisión de gases de efecto invernadero
- unificación de mercado de energía rural, etc.

##### 2) Leyes y regulaciones

La Tabla 2 muestra el marco legal sobre proyectos de electricidad y generación de energía geotérmica.

Tabla 2 Marco legal sobre proyectos de electricidad y generación de energía geotérmica

Legal framework	Year	Description
Regulation for geothermal resources law N° 019-2010-EM	2010	The regulation for exploration of geothermal resources and development procedure
Promotion of electricity generation from renewable energy Legislative Decree No. 1002	2008	It regulates RER auction and its procedure The 2008-2013 plan targets that 5% of the total power demand will come from renewable sources by 2013, excluding hydro plants over 20 MW
New Regulations of Electricity Generation from Renewable Energy Legislative Decree No. 1058	2008	The Decree No. 1058 allows for the accelerated depreciation (for income tax purposes) of up to 20% of the investments in machinery, equipment and civil construction for renewable energy generation.
Basic law of EIA Law N° 27447	2001	It regulates obligation to conduct EIA on certain projects
Basic law of geothermal resources Law N° 26848	1997	It regulates definition of development right and procedure on geothermal development.
Regulation of environmental protection in electrical project N° 29-94-EM	1994	It regulates detail procedures on electrical projects
Basic law of electricity concession Law N° 25844	1993	It regulates basic procedures on electrical projects

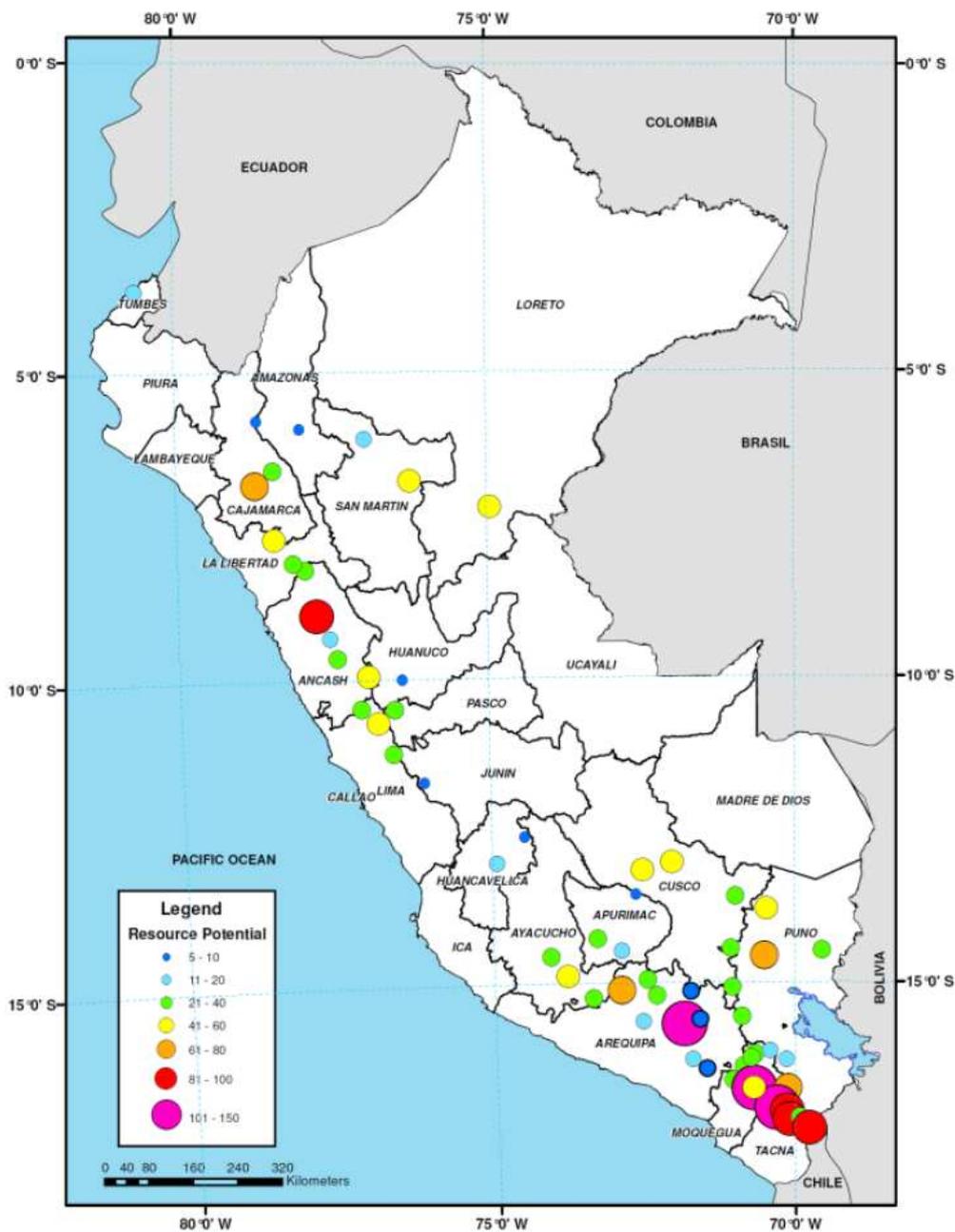
La Ley Orgánica de Recursos Geotérmicos regula los procedimientos básicos y condiciones para conseguir concesiones de desarrollo geotérmico. El reglamento detallado regula los procedimientos de solicitud, cumplimiento, evaluación, notificación para la concesión de desarrollo geotérmico.

Para construir y operar las plantas geotérmicas, es normal aparte de realizar la concesión de desarrollo geotérmico al inicio del proyecto, se requiere adquirir la concesión de los proyectos, realizar los trámites de conexión a la red y EIA, investigar las áreas de explotación y verificar la posibilidad o no de desarrollo geotérmico, etc., realizar procedimientos, obtener permisos, verificar a otros órganos aparte de MEM. Sin embargo, en dicha ley y reglamento detallado no se indican claramente los “procedimientos completos” necesarios que los desarrolladores necesitan realizar.

## (2) Situación actual

### 1) Situación actual para el desarrollo geotérmico en el Perú

La Figura 1 muestra el mapa de potencial geotérmico en el Perú. El mapa no fue actualizado después del estudio de JICA “Plan Maestro para el desarrollo de la energía geotérmica en el Perú”, y en mayo 2016 se utilizó también en el informe del Gobierno del Perú sobre el progreso del desarrollo geotérmico.



Fuente : Revisión de País sobre Geotermia para el Perú, 2010-2014, Congreso Mundial de Geotermia 2015, pp.19-25, Abril 2015

Figura 1 Mapa de Potencial Geotérmico en el Perú

A partir del año 2011 se ha otorgado derecho de exploración del desarrollo geotérmico a una desarrolladora privada y se han iniciado los estudios. La Ley de desarrollo geotérmico establece dos fases en la etapa de exploración. Después de la etapa de exploración, es necesario hacer el trámite de la etapa de explotación.

Según MEM, los documentos necesarios a presentar en la fase 1 y la solicitud de EIA necesaria en la transición de la fase 1 a la fase 2 se han establecido en la medida del avance del desarrollo

geotérmico dentro de Perú. Por lo tanto, los procedimientos se manejaron flexiblemente ya que en la fecha de vencimiento del derecho de exploración no se incluye el periodo de exploración en suspenso por MEM en el periodo de derecho de exploración, etc. Aunque el periodo de concesión de derecho de exploración es de 5 años como máximo de acuerdo con la ley de desarrollo geotérmico, algunos proyectos han excedido de 5 años del periodo de la autoridad.

A octubre de 2016 había 18 áreas en exploración. Según MEM, está previsto que los proyectos de Quellaapacheta y Achumani pasen para la fase 2 de exploración.

Pero a octubre de 2016 todavía no existe ningún proyecto en fase de desarrollo (perforación y establecimiento de centrales geotérmicas).

Tabla 3 Áreas de exploración de energía geotérmica (A mayo de 2016)

No.	Área de autorización	Región	Fecha de vencimiento de derecho de exploración	Propietario del derecho de exploración (Empresas inversoras – Nacionalidad)
1	PINAYA I	Puno	5 de mayo, 2017	ECO ENERGY S.A.C.(Estados Unidos)
2	PINAYA II	Puno	5 de mayo, 2017	ECO ENERGY S.A.C. (Estados Unidos)
3	QUELLAAPAC HETA	Moquegua	pendiente *1	GEOTÉRMICA QUELLAAPACHETA PERÚ S. A. C. ( EDC • Filipinas )
4	GERONTA II	Puno	5 de mayo, 2017	ECO ENERGY S.A.C. ( Eco Energy • Estados Unidos )
5	UMACUSIRI I	Ayacucho	5 de mayo, 2017	ECO ENERGY S.A.C. ( Eco Energy • Estados Unidos )
6	UMACUSIRI II	Ayacucho	pendiente *2	ECO ENERGY S.A.C. ( Eco Energy • Estados Unidos )
7	GERONTA I	Ayacucho	5 de mayo, 2017	ECO ENERGY S.A.C. ( Eco Energy • Estados Unidos )
8	PINAYA III	Puno	5 de mayo, 2017	ECO ENERGY S.A.C. ( Eco Energy • Estados Unidos )
9	TUTUPACA NORTE	Tacna, Moquegua	29 de agosto, 2016 (renunció)	MAGMA ENERGÍA GEOTÉRMICA PERÚ S.A. ( Alterra Power Corp • Canada )
10	ACHUMANI	Arequipa	pendiente *1	EDC ENERGÍA VERDE PERÚ S.A. ( EDC • Filipinas )
11	PINAYA IV	Puno	pendiente *2	ECO ENERGY S.A.C. ( Eco Energy • Estados Unidos )
12	PINAYA V	Puno	pendiente *2	ECO ENERGY S.A.C. ( Eco Energy • Estados Unidos )
13	PINAYA VI	Puno	pendiente *2	ECO ENERGY S.A.C. ( Eco Energy • Estados Unidos )
14	TAMBOCHACA	Pasco	pendiente *2	EMX GEOTHERMAL PERU S.A.C ( Eurasian Minerals • Canada )
15	PUMAHUIRI	Ayacucho	pendiente *2	EMX GEOTHERMAL PERU S.A.C ( Eurasian Minerals • Canada )
16	SENGATA	Ayacucho	pendiente *2	EMX GEOTHERMAL PERÚ S.A.C ( Eurasian Minerals • Canada )
17	COROPUNA	Arequipa	pendiente *2	EMX GEOTHERMAL PERÚ S.A.C ( Eurasian Minerals • Canada )
18	PINCHOLLO LIBRE	Arequipa	20 de marzo, 2017	MAGMA ENERGÍA GEOTÉRMICA PERÚ S.A. ( Alterra Power Corp • Canada )

\*1: La aprobación de los documentos requeridos en la fase II está pendiente

\*2: La aprobación de los documentos requeridos en la fase I está pendiente

Fuente : Elaborado por JICA en base a estudios y entrevistas en el Perú

#### 1) Concesión de desarrollo geotérmico

La Tabla 4 muestra el derecho, período y costos necesarios en cada fase de exploración y desarrollo geotérmico. Cuando los adjudicatarios de concesiones de exploración después de finalizada la exploración, desean obtener seguidamente otra concesión de desarrollo geotérmico, tienen prioridad para obtenerla hasta en 2 años a partir del vencimiento del período de derecho de exploración. Los costos generados durante la concesión de exploración aumentan en cada período de exploración.

Según MEM, los costos de concesión de desarrollo son provisorios por no haber ningún proyecto existente y se reconsiderarán detalladamente los costos cuando surja algún proyecto que pase a la fase de desarrollo. Los costos durante la exploración se manejan flexiblemente porque EIA requerido en la transición de la fase 1 a la fase 2 no está definido detalladamente.

Tabla 4 Concesión de desarrollo geotérmico

Fase de desarrollo	Actividades	Derecho necesario para el desarrollo geotérmico	Período	Costos
Estudio de reconocimiento	Mediante estudios geológicos y geoquímicos se investiga si existen recursos geotérmicos en el área.	No necesaria	Ninguno	Ninguno
Explotación -Fase 1: estudio preliminar que no incluye perforación de pozos de más de 1.000 metros. -Fase 2: perforación de pozos para exploración.	Actividades para determinar el tamaño de los recursos geotérmicos, su ubicación, características y magnitud..	Autoridad para el estudio	Un total de tres años Fase 1: 2 años Fase 2: 1 año (Sólo por una vez es posible solicitar una ampliación por dos años en la fase 2.)	Costos de periodo de exploración Año 1: 0,001 UIT por ha (= 1,146 USD/ha) Año 2: 0,002 UIT por ha (= 2,292 USD/ha) Año 3: 0,003 UIT por ha (= 3,438 USD/ha) Año 4: 0,004 UIT por ha (= 4,584 USD/ha) Año 5: 0,005 UIT por ha (= 5,730 USD/ha) En caso de pasar de la fase 1 a la fase 2, se paga 5 % del presupuesto de fase 2 a la DGE. (Depósito a la cuenta especial de MEM))
Desarrollo (Explotación: incluye la construcción de plantas generadoras de energía.	Actividades para explorar energía geotérmica en forma de vapor, calor y líquido para usos comerciales.	Concesión de desarrollo Cuando el concesionario de exploración obtiene la concesión de desarrollo, hasta 2 años después del vencimiento del derecho de exploración, se le concede el derecho de prioridad de obtener la concesión de desarrollo. Si después de eso realiza la actividad de generación de electricidad, es posible la renovación automática de la concesión de desarrollo de recursos geotérmicos hasta la cantidad de años de la concesión de la actividad de generación de electricidad.	30 años, (Renovable cada 10 años, 6 meses antes de la fecha de vencimiento)	MEM determina los impuestos (hasta el 30 de noviembre) dentro del límite no superior al 1% de ganancia. Después del inicio de la operación de la planta eléctrica, se prevé estudiar el pago de gastos dentro del límite del 1% de las ventas de energía eléctrica.

Fuente: Plan Maestro para el Desarrollo de la Energía Geotérmica en el Perú Año2012, JICA

Assessment of the Regulatory, Institutional and Economic Framework for Geothermal Development (Peru) 2014

### (3) Subasta de RER

MEM organiza la subasta de RER cada dos años de acuerdo con el decreto legislativo N° 1002, “Ley de Promoción de la Inversión en Generación de Electricidad con el uso de Energías Renovables (2008)”, decretado en mayo de 2008. La Tabla 5 muestra el esquema de subasta de RER.

Tabla 5 Subasta de RER

Asuntos de la subasta	Especificaciones
Frecuencia de la subasta	Cada 2 años (MEM la lleva a cabo estableciendo la cantidad de generación de electricidad requerida)
Determinación de la cantidad requerida de RER	MEM lo decide conforme a las políticas
Asignación de la cantidad requerida de cada tipo de RER	MEM lo decide conforme a las políticas
Organización de la implementación	OSINERGMIN lleva a cabo la subasta
Documentos para la subasta	Disponibles gratuitamente en la página web de OSINERGMIN (sin embargo, en papel tienen un costo de 5.000 USD)
Periodo del contrato de venta de energía (PPA)	Hasta 20 años
Informaciones que presentan los participantes de las subastas	Precio base [USD/MWh] Cantidad anual de generación de electricidad [MWh], Capacidad de generación de electricidad [MW]
Requisitos técnicos	Presentar especificaciones del equipo, el resultado de del estudio sobre la cantidad de RER realizado por más de un año antes de la implementación.
Costo de participación en la subasta y garantía de ejecución (depósito)	50.000 [USD]
Retraso de la ejecución del proyecto	20% de aumento del depósito en caso de retraso de cada 6 meses desde la fecha de operación comercial, y decomiso del valor aumentado

Fuente : “Mercado de Electricidad Peruano y la promoción de energías renovables, Osinergmin” y “Evaluación de Preparación Renovables del Perú 2014, IRENA”

No se ha publicado el precio base máximo de la generación de electricidad geotérmica porque hasta ahora las subastas de RER no han incluido la generación de electricidad geotérmica. Según entrevistas con MEM y OSINERGMIN, se tomará la decisión de incluir o no la generación de electricidad geotérmica en la subasta, observando el progreso del desarrollo geotérmico en Perú para la subasta de generación de electricidad de RER prevista para el año 2018.

Sobre el precio base máximo de generación de electricidad geotérmica, MEM lo calcula dando un margen a partir del cálculo del costo de construcción de la planta, etc. dentro del país, y el precio de FIT de electricidad geotérmica de otros países. Sobre si los precios establecidos son adecuados,

MEM, en reuniones internacionales, está probando recibir opiniones de expertos y funcionarios de gobiernos de otros países de si la estimación del precio es alta comparado con la tecnología y tendencia internacional, o si la estimación es adecuada para promover el desarrollo geotérmico<sup>2</sup>. MEM planea asegurar empresas desarrolladoras de energía geotérmica que continúen la exploración en el Perú y también aumentar futuramente las empresas desarrolladoras de energía geotérmica para la fase de desarrollo. Por ello, se estipula que es importante que los desarrolladores presenten a MEM el precio base máximo para continuar proyectos de electricidad geotérmica y asegurar su comercialización, y que es posible que MEM lo tenga en cuenta.

Sobre el plazo de contrato de venta en la subasta de generación de electricidad de RER, Osinargmin mencionó que será posible realizar subasta de generación de electricidad geotérmica por un plazo de 30 años aunque el plazo de subasta en el caso de generación energía de biomasa, hidroeléctrica, eólica y solar es de máximo 20 años.

#### 1) Resultados de la subasta de RER

En las cuatro subastas de RER efectuadas hasta ahora, aunque los precios bases<sup>3</sup> de la generación de electricidad por energía solar eran muy altos, en los últimos años han estado en el mismo nivel que otras energías renovables.

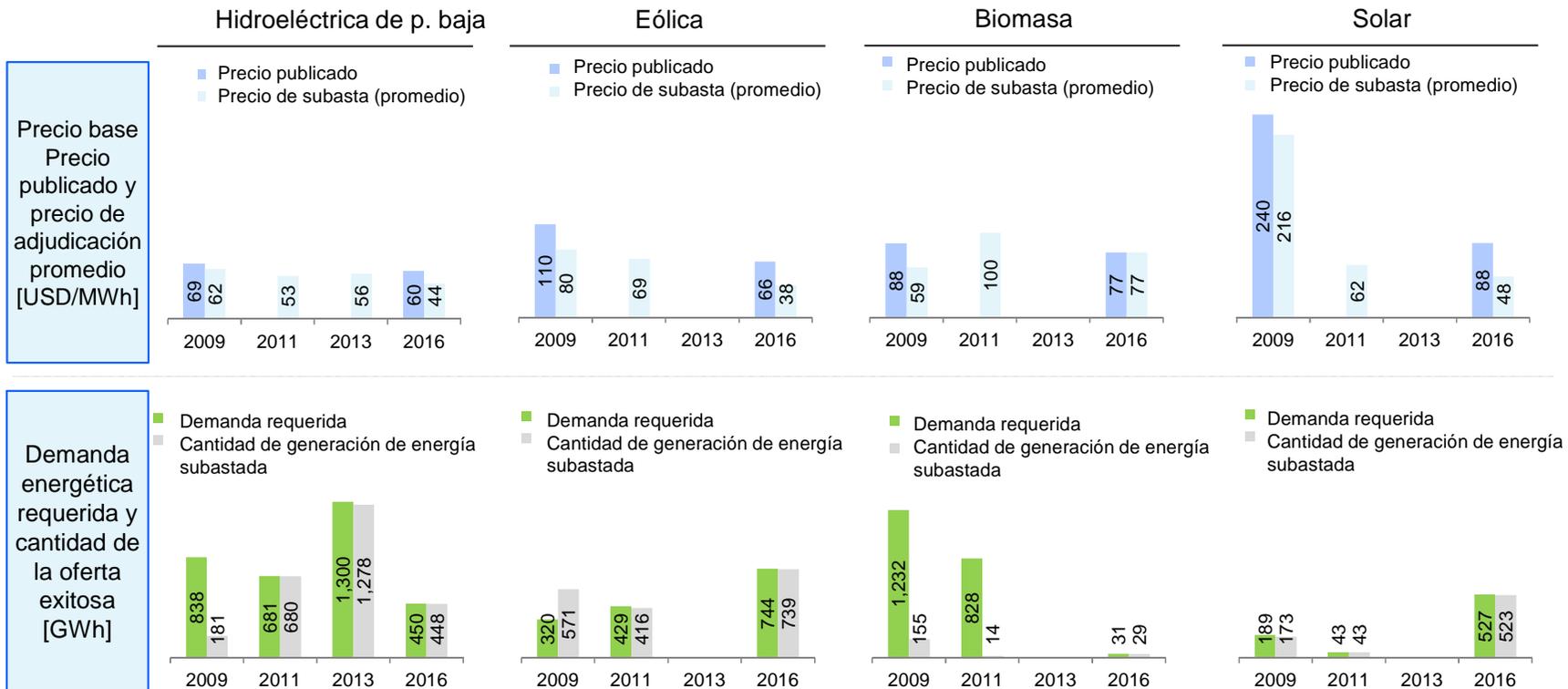
Así mismo, aunque al principio, era alta la demanda de energía hidroeléctrica de presión baja y de biomasa, en los últimos años ha aumentado la demanda de energía eólica y solar.

La Figura 2 muestra resultados de la subasta de RER.

---

<sup>2</sup> Por ejemplo, en la reunión Global Geothermal Alliance Stakeholders Meeting organizado por IRENA en Nairobi en junio 2015, MEM informó el cálculo estimativo del precio base máximo de generación de electricidad geotérmica, en un margen de 8-9 Cent US\$/kWh.

<sup>3</sup> Los precios bases son el límite de precio bajo de venta que los generadores de electricidad de RER ofrecen.



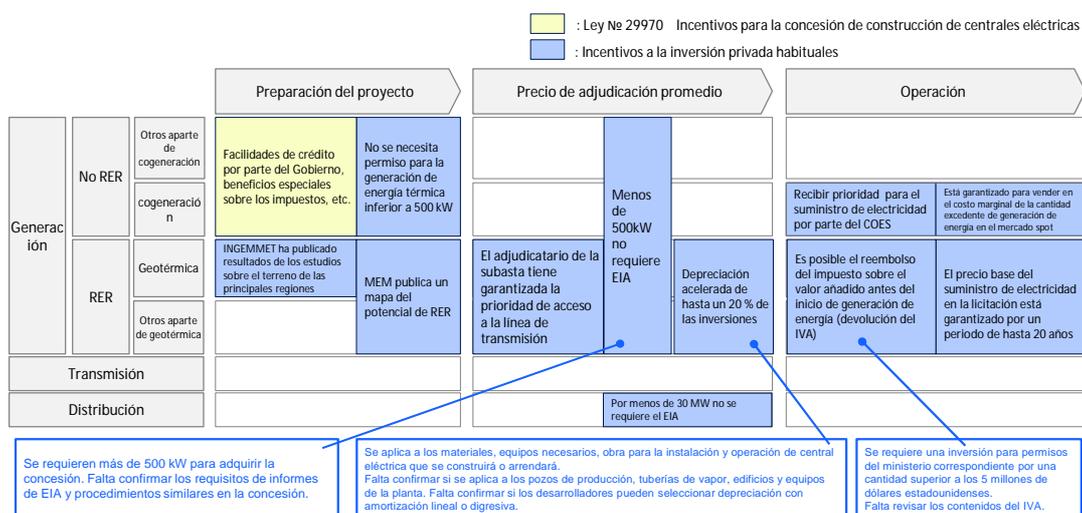
Fuente : Elaborado por JICA en base de la página web de OSINERGMIN (<http://www2.osinerg.gob.pe/EnergiasRenovables/EnergiasRenovables.html>)

Figura 2 Resultados de las subastas de RER

(4) Sistema de incentivos a la inversión privada

La Figura 3 muestra el Sistema de incentivos a la inversión privada en el sector eléctrico del Perú. Como la generación de electricidad de RER es una energía eléctrica que contribuye al mejoramiento de seguridad de energía en Perú, según la ley No. 29970 que regula el mejoramiento de seguridad de energía, se conceden incentivos a la inversión. Específicamente, sobre la depreciación del costo de construcción de la planta energética, se hace una depreciación acelerada a las obras de ingeniería civil, equipamientos de operación, instalación de planta energética de hasta el 20% del monto de inversión de construcción / arrendamiento. También, es posible reembolsar el impuesto del valor añadido (IVA) para equipamiento adquirido por dos años antes de la operación de la planta. Los materiales y equipos reembolsables de IVA necesitan permiso de inversión y una inversión superior a 5 millones de USD, y todos los materiales y equipos necesarios adquiridos son reembolsables. Además, según sea necesario, también se otorgan otros incentivos a proyectos de forma particular de acuerdo con las especificaciones de la subasta.

El mejor incentivo de inversión para empresas de generación de electricidad de RER es la subasta de generación de electricidad de RER. Las empresas de generación eléctrica al ganar en la subasta con precio base, pueden establecer contrato con MEM por 20 años de venta de electricidad y obtener el orden prioritario de generación de electricidad de COES-SINAC. Por lo tanto, ellos pueden vender toda la cantidad electricidad generada en el mercado de electricidad.



Fuente : Elaborado por JICA en base del estudio en el Perú

Figura 3 Sistema de incentivos a la inversión privada en el sector eléctrico

#### 4. Verificación y análisis de sistemas de promoción del desarrollo de generación de energía geotérmica en países extranjeros

(1) Esquema de costo y riesgo compartido en la fase inicial del desarrollo de las centrales geotérmicas en el mundo

En los países con un número creciente de centrales geotérmicas, las instituciones afiliadas al gobierno y las empresas del sector privado comparten los costos de los proyectos en la fase inicial. La Tabla 6 muestra las formas en que los países en cuestión mitigan los costos y los riesgos de la fase inicial de desarrollo, para el fomento de desarrollo de los proyectos de las centrales geotérmicas.

Después de que la central geotérmica empiece a funcionar, las condiciones del vapor cambian y las cantidades de vapor disminuyen. Francia proporciona compensación por el riesgo de agotamiento del vapor geotérmico después del inicio de la operación, y establece un mecanismo único de distribución de riesgos.

Tabla 6 Esquema para compartir costos y riesgos (para su propio país)

País y Órgano Implementador	Sumario del Esquema	Características del Esquema en el Inicio del Desarrollo
Japón Subsidios, inversiones y garantías de crédito por parte de JOGMEC (Órgano gubernamental independiente de gas natural y recursos mineros)	JOGMEC ofrece 3 esquemas: subsidios, inversiones y garantías de crédito para reducir el riesgo económico propio de los recursos geotérmicos de “no saber hasta que se perfora” y fomentar el desarrollo.	- Subsidio: para estudios de superficie terrestre y perforaciones prospectivas. - Inversión: hasta un 50 % para costos de exploración. - Garantía de crédito: hasta un 80 % del préstamo si los desarrolladores lo reciben por parte de instituciones financieras privadas.
Francia French Agency for Energy Management (ADEME)	Ofrece garantía para riesgos geológicos para proyectos de energía geotérmica de pequeña a mediana emisión de energía térmica.	-Garantiza los resultados de la perforación (Garantía de riesgo a corto plazo) Ofrece garantía en caso de agotamiento de los recursos geotérmicos durante 15 años (Garantía de riesgo a largo plazo).
Suiza Swiss Federal Office of Energy / Swiss Grid Company	Garantiza más o menos el 50% de los costos de perforaciones y estudios, para proyectos de energía geotérmica de pequeña a mediana emisión de energía térmica.	-Cubre el 50% de los costos de perforaciones prospectivas y estudios, para proyectos de pequeña a mediana emisión de energía térmica. -La planta geotérmica requiere un mínimo de eficiencia energética anual medido en las cabeceras de pozo.
Países Bajos Ministry of Economic affairs	Fondos y subsidios para la exploración conforme al esquema de garantía geotérmica.	- Garantiza hasta 7,2 millones euros. - Garantiza hasta un 85 % del costo de los proyectos. - La prima es del 7 %. - Se pueden utilizar los seguros privados combinado con los fondos de garantía.

Fuente : Elaborado por JICA en base a la página web de JOGMEC “Panorama general del mecanismo de mitigación de riesgos / instrumentos de financiación existentes para el desarrollo geotérmico, 2014”

(2) Esquema de participación en los costos y riesgos del desarrollo de la energía geotérmica en la fase inicial.

En los países de Centroamérica y Sudamérica, las centrales eléctricas geotérmicas han utilizado el esquema de participación en los costos y riesgos de la fase inicial del desarrollo de la energía geotérmica, introducido en el marco de multidonantes, basado en los precedentes en África. En la Tabla 7, se detalla el esquema de participación de costos y riesgos en la fase inicial del desarrollo por parte de multidonantes.

Entre estos esquemas de participación en los costos y riesgos, el Perú puede disminuir el riesgo de excavaciones experimentales, utilizando el Fondo para el Desarrollo Geotérmico (GDF) proporcionada por Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW). Asimismo, se realizaron las verificaciones de los detalles del esquema del FTL del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), que tiene precedentes en el desarrollo de plantas geotérmicas centroamericanas, debido a que en conversaciones con el BID, etc., se ha constatado que hay grandes posibilidades de su futuro uso por parte de Perú, a pesar de que a la fecha de mayo de 2016 éste no es miembro del FTL.

Tabla 7 Esquema de costo y riesgo compartido (Multidonantes y Fondos)

Nombre de los Fondos	Descripción	Países	Función
GDF ( Geothermal Development Facility )	En el COP20, KfW y CAF publican una entidad de desarrollo geotérmico para 10 países sudamericanos. Financiación no reembolsable para reducción de riesgos de 75 millones USD. Fondo para el desarrollo de proyectos de 1.000 millones USD, para la construcción de central geotérmica de 350MW.	Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Bolivia, Chile, Ecuador, Colombia, Perú	-Países sudamericanos -Inicio a mediados de 2016 -GDF se ha preparado tomando como referencia la GRMF en África. Si la perforación de exploración no tiene éxito, el reembolso disminuye. En cambio, si la perforación tiene éxito, se reembolsa.
Geothermal Finance and Risk mitigation Mechanism ( IDB, Climate Technology Fund(CTF) )	El Programa de Financiamiento y Transferencia de Riesgo del BID, con el fin de compartir los riesgos con instituciones financieras privadas, ofrece fondos por 10 años para generadora de electricidad con capacidad de 300MW (Los países miembros de la Región 1 de FTL son 16, y a la fecha de mayo de 2016 Perú no está incluido.)	Latinoamérica y el Caribe (México y Chile también)	-Compartir riesgos con entidades financieras privadas -En caso de éxito, los desarrolladores reembolsan el préstamo, los intereses y la compensación por éxito. En cambio, en caso de fracaso, las empresas de seguros y las financieras reembolsan en lugar de los desarrolladores. -En el caso de México, el gobierno de México, la Nacional Financiera (NAFIN) y el BID firmaron un memorándum.
African Rift Geothermal Development Facility (ARGeo)	ARGeo tiene como objetivo el uso efectivo de los recursos geotérmicos y el fomento de la inversión en la energía geotérmica del Gran Valle Rift de África, por medio de la asociación del sector público y privado. Fue establecido por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), y recibió la cofinanciación del Fondo Mundial para el Medioambiente (GEF).	Eritrea, Etiopía, Kenia, Tanzania y Uganda	Al inicio comenzó como un esquema de fondos para la reducción de riesgos (RMF: Reducción de riesgos en la etapa de perforación), pero luego que el Banco Mundial se retiró, se dedica principalmente a dar asistencia técnica y realizar talleres.
Geothermal Risk Mitigation Facility (GRMF)	KfW se estableció para los países africanos del este en 2013. Los fondos cubren los riesgos de	Etiopía, Kenia, Ruanda, Tanzania y Uganda	-Fase de exploración del terreno: asume el 80 % de los costos de exploración del terreno y el 20 %

	<p>exploración y perforación. La cantidad de fondos depende del número de fracasos. KfW, JICA, IDB, GTZ y WB ofrecen fondos sin reembolso para reducir riesgos en el desarrollo geotérmico. La subvención cubre hasta la perforación de exploración.</p>	<p>(Futuro) Burundi, Comoras, Djibouti, RDC, Eritrea, Zambia</p>	<p>del de infraestructura. -Fase de perforación: asume el 40 % del costo de perforación de exploración y el 20 % del de infraestructura. -Se caracteriza por el apoyo en las investigaciones y garantizar el riesgo de las perforaciones de pozos fallidos (pozos sin emanación).</p>
--	--	--	---

Fuente : Elaborado por JICA en base a las páginas web de cada Fondo, “Panorama general del mecanismo de mitigación de riesgos / instrumentos de financiación existentes para el desarrollo geotérmico, 2014”

La gran impredecibilidad relacionada a la magnitud y naturaleza del fluido geotérmico es una de las razones por las que las empresas no participan en el desarrollo de centrales geotérmicas.

Debido a que no se pueden tomar determinaciones finales después de los estudios sobre el terreno hasta el inicio de las excavaciones<sup>4</sup>, las empresas deben cubrir el costo generado hasta ese momento (35-40% del costo total del proyecto), si después de la perforación se considera que la magnitud y naturaleza del fluido geotérmico no son aptas para proyectos de generación de electricidad geotérmica. Además, en el caso de las plantas de energía geotérmica, como se requiere alrededor de 7-13 años desde el inicio de los estudios hasta la operación de la planta, y las empresas recuperan su inversión después de eso, se estipula que los inversores consideran que el riesgo de inversión en la fase inicial de los proyectos geotérmicos es significativo para la falta de perspectiva clara que ofrecen<sup>5</sup>.

Anteriormente, era posible que la empresa patrocinadora obtuviera un préstamo de un banco para financiar el costo total del proyecto al completarse con éxito la mitad de la excavación. Hoy en día, los bancos comerciales a veces solicitan a la empresa solventar el costo total de la perforación o pueden solicitarle hacer una inversión adicional al proyecto antes de que el préstamo se haya completado<sup>6</sup>.

Para ampliar la construcción de las centrales geotérmicas, es esencial crear un mecanismo de financiamiento suplementario que reduzca el riesgo de carga de la empresa en la fase inicial, en un entorno en el cual los bancos comerciales locales hayan desarrollado estándares más estrictos para los préstamos. Por ello, actualmente, las instituciones gubernamentales y los bancos multilaterales de desarrollo están empezando a proporcionar esquemas de financiamiento que se centran en la mitigación del riesgo de desarrollo de proyectos en la fase inicial.

En Perú, se estipula que hay posibilidades de utilizar los esquemas de las siguientes dos instituciones financieras internacionales: ☉KfW y ☉BID.

### (3) Esquemas Relacionados para la Promoción de Inversiones en la Fase Inicial de Desarrollo de la Energía Geotérmica

<sup>5</sup> Factores de éxito de políticas para el desarrollo de electricidad geotérmica en la región de APAC, ASIA Pacific Energy Research Center, 2015

<sup>6</sup> Idem

Es importante que el gobierno dirija el desarrollo en la fase inicial. La participación del gobierno es importante pues repercute en la utilización del esquema de costo y riesgo compartido de la etapa inicial del desarrollo geotérmico del marco de multidonantes mencionado anteriormente.

La Tabla 8 muestra los esquemas relacionados con el avance de las inversiones en generación de electricidad geotérmica.

Tabla 8 Esquemas relacionados con el avance de las inversiones en generación de electricidad geotérmica en la fase inicial de desarrollo

Esquema	Descripción	Efectos de la promoción	Ejemplos
Utilización de PPP	Se aplica el PPP cuando el Gobierno nacional no quiere tener más deudas y cuando la eficiencia de operación de las entidades privadas es más alta que la de las públicas.  Las empresas privadas manejan desde la construcción hasta la operación. Los capitales se cubren con las ganancias de los proyectos. La propiedad de la planta se transfiere al gobierno.	Reducción de los costos iniciales por el uso de préstamos de ODA y MDB	(Kenia) KenGen (una empresa nacional de electricidad) implementó la perforación de un pozo de producción y suministro de vapor, aprovechando el desarrollo geotérmico promovido por PPP que construyen y operan empresas privadas. (Chile) ENAP y Enel Green Power han establecido el SPC. El desarrollo geotérmico se promovió hasta la fase de construcción compartiendo los riesgos de perforación de exploración. Este proyecto se llama Cerro Pabellón y es la primera central geotérmica en Sudamérica.
Desarrollo por gobiernos y empresas nacionales	Se implementa el desarrollo geotérmico mediante iniciativas de gobiernos y empresas nacionales. Por lo tanto, se pueden utilizar préstamos de ODA en fase de exploración, ya que se requieren fondos significativos al inicio de los proyectos.	Ídem	(Filipinas) Al finales de 1990, PNOC-EDC implementó un desarrollo de vapor geotérmico y empresas privadas implementaron la generación de electricidad. En este caso, no hay tantos riesgos para las empresas privadas. Por lo tanto, varias empresas participaron y el desarrollo geotérmico ha avanzado. (Indonesia) Pertamina (entidad de gobierno) llevó a cabo un desarrollo junto con empresas privadas nacionales y extranjeras. El Desarrollo geotérmico fue promovido por iniciativa del gobierno.
Perforación de exploración por parte de los gobiernos	Los gobiernos conducen estudios detallados y determinan áreas prospectivas para desarrollo geotérmico. Esto facilita el desarrollo de empresas privadas.	Las primeras etapas del desarrollo implican grandes riesgos. Con este esquema se reducen los costos de investigación.	(Kenia) El Gobierno estableció un régimen para el desarrollo geotérmico. KenGen implementó desarrollo de vapor geotérmico en áreas prospectivas. Así también, el gobierno estableció Geothermal Development Company (GDC) para el desarrollo de vapor geotérmico. Los Gobiernos de Japón e Islandia subsidiaron los costos para la perforación de pozos de exploración.
Estudio y bases de datos para el desarrollo geotérmico por parte del gobierno	El gobierno conduce estudios detallados y análisis para el desarrollo geotérmico. Bases de datos respecto al desarrollo geotérmico. Esto facilita el desarrollo de empresas privadas.	Se reducen los costos y recursos necesarios en las primeras etapas del desarrollo.	Nueva Zelanda: preparó una base de datos para el sistema geotérmico en la ciudad de Waikato. Islandia: el Gobierno maneja y publica una base de datos EE.UU: el Gobierno federal y los regionales manejan y publican bases de datos y mapas. Indonesia: el gobierno maneja bases de datos y áreas prospectivas para el desarrollo geotérmico. Japón: bases de datos con información respecto al potencial de recursos geotérmicos.

Fuente : Estudio de verificación de la situación actual del desarrollo de la energía geotérmica en África, 2010, JICA, elaborado por JICA en base a “Comisión de recopilación y mantenimiento de información actual de tecnología de desarrollo de energía geotérmica Año Fiscal 2013”, Ministerio de Medio Ambiente, y “Estudios de sistemas de difusión y fomento de países extranjeros para el fomento del desarrollo de la energía geotérmica Año Fiscal 2013”, JOGMEC

#### (4) Promoción del Desarrollo Geotérmico a través de la Inversión Privada conforme a la Investigación de Terceros Países (Chile)

##### 1) Razón de la selección de terceros países

La República de Chile (Chile) fue elegida como investigación de terceros países. Las razones de la sección son las siguientes:

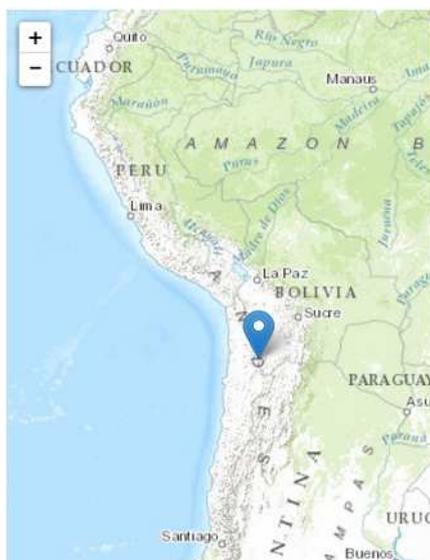
- La planta de Cerro Pabellón en el norte de Antofagasta, Chile, primera central geotérmica de

América Latina, ha entrado en la fase de construcción y la investigación de los proyectos utilizados hasta esta fase puede ser adaptada y contribuir a la promoción del desarrollo geotérmico en Perú.

- Existen varias similitudes con Chile y Perú, entre las que se encuentran las siguientes: geografía / condiciones climáticas, escala de potencial de desarrollo geotérmico y mecanismos en los que el esquema de promoción de energías renovables del gobierno no prioriza un tipo específico de tecnología de producción y utiliza mecanismos de mercado
- En el futuro, Perú y Chile deben realizar la flexibilización de la energía internacional y se planifica planificar la interconexión de la red entre ambos países; y existe la posibilidad de expandir el suministro de electricidad geotérmica por parte de Perú, no sólo dentro de Perú sino también a Chile, cubriendo el mercado de electricidad de Chile.

## 2) Recopilación de informaciones previas

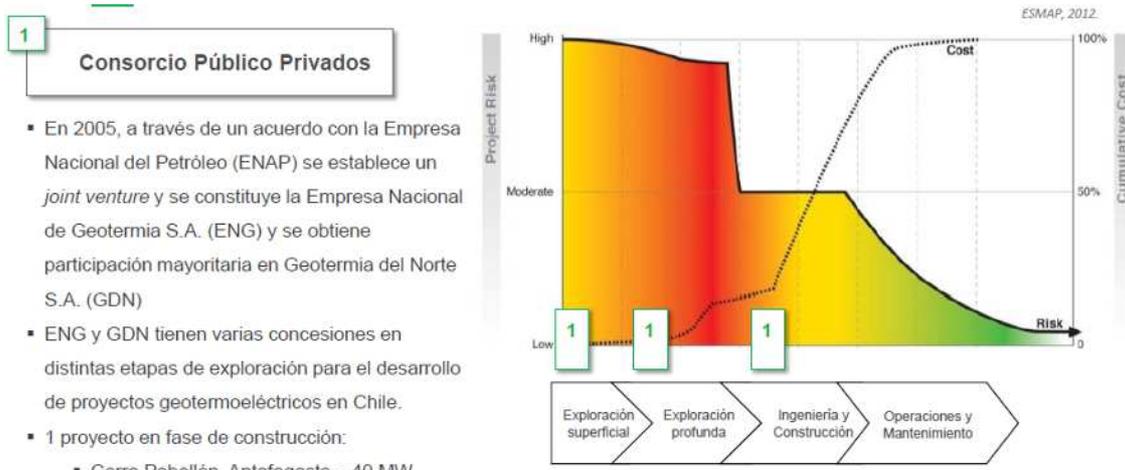
En relación a la investigación de terceros países, se recopilaron informaciones previamente en Japón acerca de la situación del desarrollo geotérmico en Chile. La Figura 4 muestra el área del proyecto Cerro Pabellón que está siendo construido por EGP Chile y ENAP.



Fuente : Business Insight Latin America

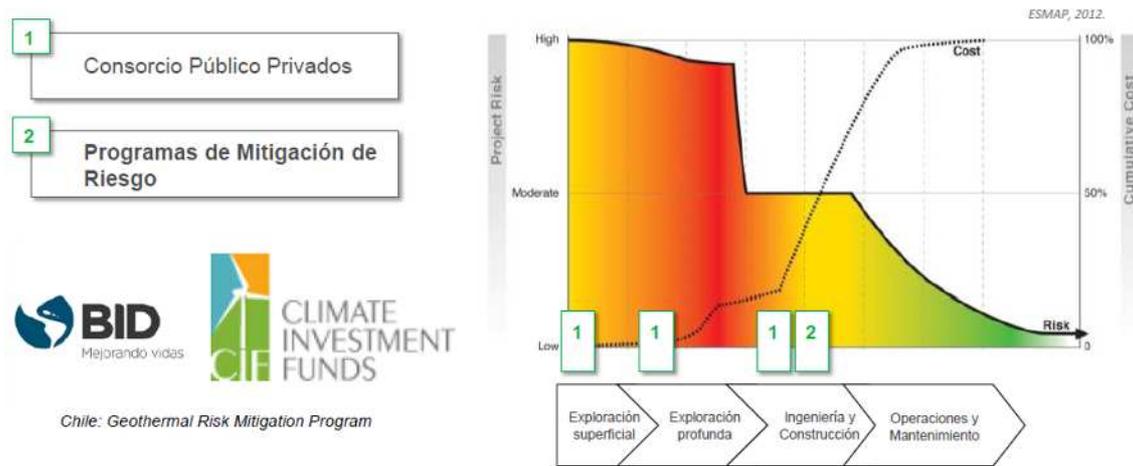
Figura 4 Mapa de proyecto de Cerro Pabellón

EGP preside los factores que condujeron al éxito del proyecto Cerro Pabellón. En general, se enumeran tres factores: en primer lugar, el uso compartido del riesgo mediante PPP (Figura 5), el uso del programa de reducción del riesgo basado en PPP (Figura 6) y la utilización de diversos mecanismos de incentivos (Figura 7). La CII, parte del Grupo del BID, introdujo el Programa de perforación de la FTLen el programa de reducción de riesgos.



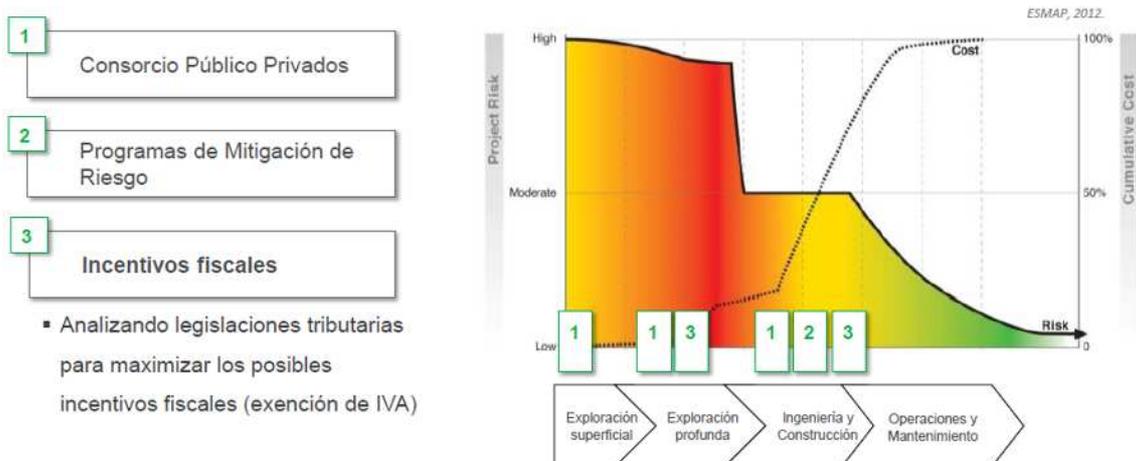
Fuente : Elaborado por JICA en base de “Desafíos para el desarrollo de la Geotermia, 2015, Enel Green Power”

Figura 5 Participación de riesgos por PPP en Cerro Pabellón



Fuente : Elaborado por JICA en base de “Desafíos para el desarrollo de la Geotermia, 2015, Enel Green Power”

Figura 6 Programa de reducción de riesgos en Cerro Pabellón



Fuente : Elaborado por JICA en base de “Desafíos para el desarrollo de la Geotermia, 2015, Enel Green Power”

Figura 7 Incentivos de proyectos en Cerro Pabellón

### 3) Resultados de la investigación de terceros países

Se llevó a cabo una serie de entrevistas con el líder de la división geotérmica EGP y con el asesor de proyectos de generación de energía del Ministerio de Energía de Chile en relación al proyecto EGP Cerro Pabellón.

#### i) Marco del desarrollo

ENAP participó, ya que este fue el primer proyecto geotérmico y requirió apoyo del gobierno chileno. Inicialmente, la planta Cerro Pabellón ejecutó el desarrollo en la etapa de exploración a través de la empresa de proyecto ENG S.A., 51% propiedad del EPG y 49% de ENAP. En la siguiente etapa de la perforación de pozo de producción y la etapa de construcción de la planta, debido a que ENAP no hizo inversiones adicionales invirtió y solo EGP lo hizo, ENAP pasó a poseer el 25% de la participación, y en la fase de construcción de la planta que se lleva a cabo actualmente ENAP posee el 15%.

Las razones de la participación de ENAP en el desarrollo geotérmico son los siguientes.

- El gobierno de Chile tuvo el propósito de promover electricidad de RER nacionales.
- El gobierno de Chile tuvo el propósito de capacitar a ENAP que no tenía experiencia en desarrollo geotérmico, para adquirir el conocimiento técnico del desarrollo en la etapa de exploración que es de alto riesgo.
- ENAP había alcanzado cumplir una eficiente función en promover la energía geotérmica y coordinar los asuntos locales, en la fase inicial del desarrollo.

Según ME, la participación de ENAP en el proyecto Cerro Pabellón, ayudó a que la explicación sobre explicar la energía geotérmica a las comunidades locales de los alrededores de los lugares de explotación se llevara a cabo de forma fluida, y ayudó a avanzar las negociaciones sin problemas. ME es accionista de ENAP, y los municipios locales se sintieron confiados al haber patrocinio de ME. Como esta fue la primera planta geotérmica en Chile, tuvo un gran impacto que ENAP

explicara los efectos del desarrollo de las centrales geotérmicas.

ii) Condiciones para el desarrollo de la energía geotérmica en Chile

Chile no tiene ningún sistema que dé trato preferencial al desarrollo de energía geotérmica, como FIT. Por otra parte, Perú tiene subastas de energía renovable. Por ello, las encuestas realizadas revelaron que para las empresas explotadoras de energía geotérmica, el Perú era superior a Chile en las políticas de desarrollo geotérmico. El emplazamiento de las plantas geotérmicas en Chile, se encuentran a lo largo de los Andes y la alta altitud derivaría en costos extras para la entrega de maquinaria y materiales. Debido a esto, sería necesario aumentar los costos de electricidad para asegurar la continuidad del negocio, pero el proyecto Cerro Pabellón tiene un PPA de la época en que los costos de la electricidad eran altos, y por ello se concretó el proyecto.

La planta geotérmica Cerro Pabellón tiene una capacidad de generación de energía de 48MW y un costo de desarrollo total de 320 millones de USD. Este costo de desarrollo incluye las inversiones de capital de los futuros costos de ampliación de las instalaciones, por ejemplo, los servicios de logística para el refuerzo de la planta, aproximadamente 100km de líneas de transmisión de energía y los costos de mantenimiento de la zona de producción. A raíz de ello, la ampliación de la planta geotérmica hizo posible lograr un precio de venta de electricidad competitivo.

iii) Prioridad en la financiación

El proyecto Cerro Pabellón ganó prioridad en la financiación por la participación de ENAP. El proyecto fue capaz de obtener préstamos con intereses bajos de los bancos de desarrollo debido a la inversión del 49% de ENAP en la fase inicial del desarrollo.

iv) Participación de ENAP en Proyectos Geotérmicos Futuros en Chile

Como la participación de ENAP fue una de las razones para el éxito del proyecto Cerro Pabellón, existe la posibilidad de que los futuros proyectos se expandan utilizando el mismo mecanismo. De todos modos, el éxito o fracaso del proyecto se determinará en el transcurso de los próximos dos años.

v) Otras Políticas de Promoción de Energías Renovables en Chile

Chile implementa el sistema de cuotas RPS y el impuesto al carbono como un medio para promover la energía renovable de Chile.

El sistema de cuotas RPS en Chile, establecido en 2008 y enmendado en 2013, es un sistema por el cual, las empresas generadoras de energía que tienen plantas generadoras de más de 200MW, deben asegurar una cantidad asignada de energía NCRE (kWh) equivalente al 7% de la energía total producida en 2015. El productor de energía debe producir superando el monto asignado, para lo cual debe producir por sí mismo energía NCRE o comprar esa cantidad de energía NCRE de otros productores de energía de NCRE<sup>7</sup>. La cantidad asignada es aumentada anualmente, y será del 20%

---

<sup>8</sup> Anuario Ejecutivo de Electricidad 2014, Ministerio de Energía y Minas

en 2025.

La situación de la introducción del sistema de cuotas RPS en Chile es que si bien la energía solar y eólica son los principales impulsores, la geotermia no lo es. Según ME, los productores de energía chilenos están impulsando la producción de energía solar y eólica bajo el sistema de cuotas RPS, y la mayoría de las empresas están produciendo más de la cantidad asignada por el sistema de cuotas RPS. El norte de Chile tiene más horas de luz solar, y tiene los niveles más altos del mundo de energía producida por la energía solar. Por lo tanto, numerosos proyectos de energía solar están avanzando debido a su alta rentabilidad. El potencial de producción es alto también para la energía eólica, y se espera que energía eólica se incremente.

El impuesto sobre el carbono implementado en septiembre de 2014 grava impuestos sobre el sector eléctrico con respecto a la emisión de CO<sub>2</sub> y SO<sub>2</sub> a partir de 2018. Está dirigido principalmente a la producción de energía térmica y la tasa de impuestos es de 5 USD por tonelada de emisión de CO<sub>2</sub>.

No existen políticas que otorguen un trato preferencial a la fijación de precios de energía geotérmica en Chile. A cambio, el Ministerio de Energía creó un departamento de asesoramiento para ayudar al desarrollo de proyectos mediante el apoyo administrativo y demás, relacionado con la reglamentación y la presentación de documentos, desde la planificación hasta la ejecución y operación de los proyectos.

El precio de venta de energía juega un papel importante en la rentabilidad de las centrales geotérmicas, y en Chile, el precio se determina completamente a través de mecanismos de mercado. Por lo tanto, hay una necesidad de proporcionar superioridad en el precio de venta de la misma en relación no sólo a otras energías renovables, sino también en relación a otras fuentes de energía tales como la termal. En Perú, es alta la posibilidad de establecer una tarifa (precio base) exclusiva para la energía geotérmica, a través de las subastas de RER, pero Chile no fija una tarifa para la energía geotérmica. Así mismo, los costos de electricidad de Chile son más altos que los de Perú. El precio al contado para el mercado de producción de energía fue de 9,1 centavos / kWh promedio en 2014 (2,46 centavos / kWh en Perú) y de 8,3 centavos / kWh el precio promedio final para los consumidores en 2014 (7,85 centavos / kWh en Perú<sup>8</sup>).

A través de los hallazgos de la investigación de terceros países, se demostró que incluso en países como Chile que utilizan un mecanismo de mercado para promover proyectos de producción, la petrolera estatal chilena ENAP y el desarrollador geotérmico privado EGP crearon una empresa conjunta para compartir el riesgo de la fase inicial del desarrollo y aprovechar los fondos concesionales, haciendo un hecho el avance del desarrollo geotérmico. ENAP obtuvo la experiencia técnica en el desarrollo de la energía geotérmica, y fue capaz de desempeñar un papel importante en explicar y convencer a los residentes locales de la importancia de la energía geotérmica.

#### (5) Promoción del Desarrollo Geotérmico a través de la Implicación del Gobierno en la Fase Inicial

La sección (5) detalla el caso de avance del desarrollo de energía geotérmica de Chile, en el cual

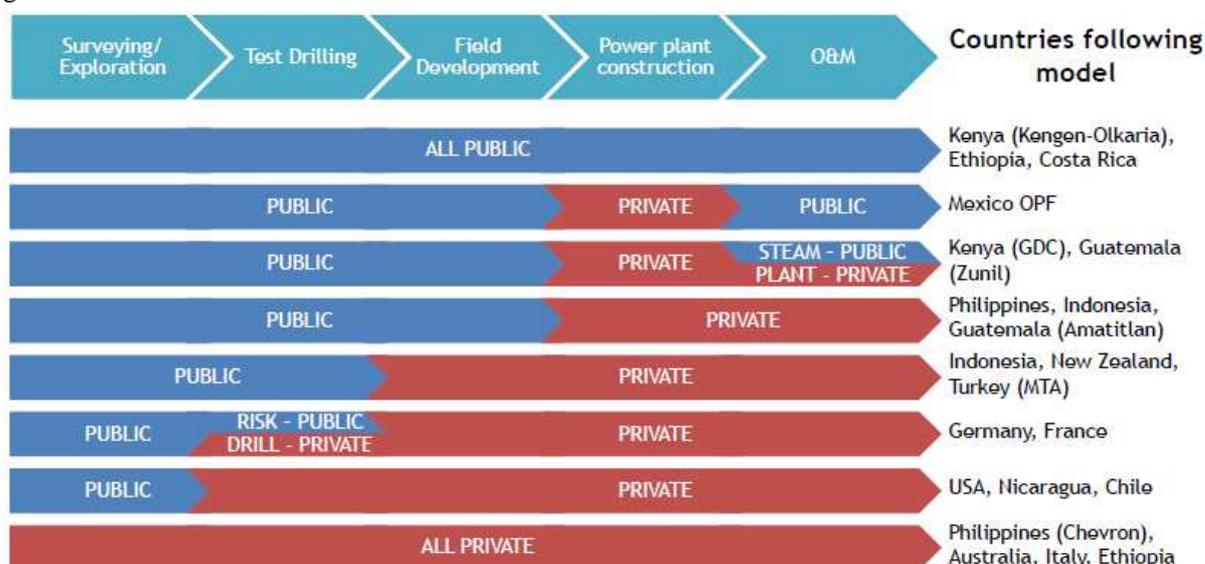
---

<sup>8</sup> Anuario Ejecutivo de Electricidad 2014, Ministerio de Energía y Minas

el gobierno está involucrado en la fase inicial de proyectos de energía geotérmica, incluso siendo un país sin trato preferencial para el desarrollo de energía geotérmica y que requiere ser competitivo con otras energías renovables en el mercado eléctrico.

Actualmente, en muchos países en los que hay un progreso en el desarrollo geotérmico, en la fase inicial del desarrollo geotérmico, bajo la conducción de los gobiernos, se impulsa el desarrollo y se adquiere tecnología y resultados. Después, los gobiernos cambian su función a apoyar el desarrollo geotérmico, jugando un papel principal las empresas privadas, promoviendo el desarrollo a través de inversiones privadas. Se ha señalado a menudo que en la fase inicial del desarrollo geotérmico el gobierno desempeña el papel principal, y luego esa función es transferida al sector privado.

La Figura 8 muestra las formas de desarrollo de los países con recursos geotérmicos. En países con desarrollo avanzado de energía geotérmica, por ejemplo Filipinas, Australia, Italia, Etiopía, Estados Unidos, etc., poseen experiencia en desarrollo geotérmico y existe una participación significativa del sector privado. Por otro lado, países como Kenia y México, que aún se encuentran en la fase de desarrollo de las plantas geotérmicas, tienen una participación significativa del gobierno.



Fuente : Financiamiento Privado del Desarrollo Geotérmico (GGA Reunión de partes interesadas) 2015 IFC

Figura 8 Transición del esquema del desarrollo geotérmico desde del sector público al privado

Todavía no hay ningún país que haya difundido el desarrollo geotérmico totalmente solventado por inversión privada desde la etapa inicial cuando todavía no se han efectuado las perforaciones de prueba. También en Perú, como una de las formas de eliminar el actual estancamiento en el desarrollo de la energía geotérmica, se considera importante la intervención del gobierno para compartir los riesgos y costos de la fase inicial de desarrollo, y promover el desarrollo de energía geotérmica a través de la inversión privada.

## 5. Verificación y análisis de la situación actual para reforzar la capacidad de evaluación y otros de recursos geotérmicos

### (1) Situación actual de capacitación de INGEMMET

En las entrevistas para verificar la situación actual de capacitación de INGEMMET, en base a literaturas especializadas<sup>9</sup> en energía geotérmica, el equipo identificó el contenido de funciones necesarias para el estudio de superficie, evaluación de cantidad de recursos y pasos de trabajo de prueba, y listó capacidades requeridas en los estudios que se realizan en la fase inicial del desarrollo geotérmico. Las capacidades requeridas están separadas en estudio general y estudio detallado.

El equipo definió la situación actual de capacitación de INGEMMET (lo que es) en relación a la capacidad básica de propulsión del desarrollo de la energía geotérmica (ser). Y definió antes del estudio, la necesidad de implementar estudios de superficie terrestre hechos por instituciones especializadas, con profunda consciencia de la necesidad de comercializar esta tarea. El equipo propuso el contenido de capacitación necesaria según la diferencia entre el nivel de capacitación y el ideal que debería alcanzar.

Según los resultados de la entrevista, INGEMMET mencionó que el estudio de la superficie terrestre, que es su propia tarea, está siendo programado e implementado. Por otro lado, como el objetivo del estudio fue investigar básica y científicamente la cantidad de recursos, el equipo reconoció que la finalidad de INGEMMET no estaba fuertemente concentrada en la comercialización de la energía geotérmica, que es el objetivo de las empresas explotadoras.

### (2) La necesidad de reforzar la capacitación de INGEMMET

INGEMMET que ha efectuado estudios de superficie terrestre por sí mismo en la fase inicial de desarrollo geotérmico, está alcanzando niveles satisfactorios en recursos humanos y aparatos e instalaciones necesarios para el análisis. Sin embargo, para promover la generación de energía geotérmica e industrializarla en Perú, son necesarios los siguientes refuerzos a la capacitación para el desarrollo de la capacitación.

- Fortalecimiento de capacidades de estudio de superficie terrestre ponderando la comercialización del desarrollo geotérmico

INGEMMET ha estado acumulando experiencia en el estudio de superficie terrestre. Pero, para que los resultados de los estudios sean utilizados con iniciativa por parte de las empresas privadas de desarrollo geotérmico, es necesario efectuar la clasificación de las áreas de estudio de superficie terrestre, así como determinar el orden de prioridad, e implementarlos comenzando por las de mayor comercialización. El costo inicial de construcción de planta de energía geotérmica es relativamente grande. Por lo tanto, se debe promover los estudios considerando su comercialización, realizando los estudios de superficie terrestre, poniendo como prioridad las áreas que impliquen un menor costo de construcción de las centrales geotérmicas. Los factores que afectan al costo de construcción de

---

<sup>9</sup> Se tomó como referencia “Manual de energía geotérmica, 2014, La sociedad de investigación geotérmica de Japón” debido a que se supone que la edificación de la capacitación será implementada por empresas japonesas.

la planta no son solos los espacios de construcción de la planta sino también varios factores como transporte e instalación de equipamientos, necesidad o no de campamentos para construcción, la posibilidad de asegurar trabajadores, distancia la red eléctrica, etc. Por consiguiente, se considera que la capacidad de seleccionar áreas de estudios de superficie terrestre considerando el medio ambiente y la situación de economía y sociedad del Perú, contribuye a la promoción del desarrollo geotérmico.

Para efectuar los estudios en vista de su comercialización, son necesarios no sólo la investigación científica sobre geología, sino también la investigación del desarrollo geotérmico como emprendimiento comercial y adquirir la capacidad de gestionar todo el proyecto.

- Refuerzo de la capacitación de personal que cumpla funciones prioritarias en la promoción de la industria de generación de energía geotérmica

En el desarrollo geotérmico se requieren numerosos trabajadores en cada fase de desarrollo. Así mismo, en el área de Organización y Mantenimiento de la industria de generación de energía geotérmica se necesita constantemente de empleados, lo cual tiene un impacto grande en la creación de empleos. Aunque en la actual fase de exploración, las empresas privadas de desarrollo geotérmico efectúan los estudios en la fase de exploración, bajo la obtención de derechos de exploración, todas son de capitales extranjeros y no existen empresas de capitales nacionales en el Perú.

Para industrializar el desarrollo geotérmico en el Perú, desde el punto de vista del estudio de superficie terrestre, del conocimiento experimental y la especialización sobre exploración de recursos geotérmicos, no existe otro organismo más que INGEMMET que pueda promover de forma práctica el desarrollo geotérmico en Perú.

El estudio de la superficie terrestre que está relacionado con la implementación tomando en cuenta su comercialización, como ha sido mencionado antes, es un estudio importante porque representa la puerta de entrada del desarrollo geotérmico. En la selección de áreas prometedoras y distribución de cantidad de recursos geotérmicos, para que sea un desarrollo geotérmico que tenga en cuenta su industrialización y la reconstrucción de la industria regional, es necesario que INGEMMET tenga un papel principal y que tenga la función de dirigir el desarrollo geotérmico. De esta forma se podrá contribuir al fomento de las actividades y la creación de empleos en las áreas de desarrollo.

Aunque el número de empleados actuales en INGEMMET puede efectuar y apoyar técnicamente para desarrollar la primera planta geotérmica de Perú, hay grandes posibilidad de que al progresar aumenten el número de proyectos de desarrollo y se produzca falta de personal. También, se considera que para reunir recursos humanos que tengan el papel de ser entrenadores se requiere la transmisión de tecnología, técnica de estudio de superficie terrestre, planificación personal efectivo, experiencia de manejar cronograma y proyecto.

Desde los niveles técnicos actuales y la dirección de fortalecer las capacidades, entrenamientos necesarios son los siguientes.

- Entrenamiento de largo plazo, que puede gestionar proceso completo de vida de ciclo de desarrollo geotérmico por aprender las técnicas a partir de planeamiento, investigación, exploración, operación, mantenimiento a rehabilitación.
- Asistencia de conseguir título de maestría de técnica de desarrollo geotérmico (asistencia para estudiar por beca)

## 6. Políticas de promover desarrollo geotérmico por inversiones privadas

(1) Análisis de los problemas relacionados a la promoción del desarrollo geotérmico por inversiones privadas

En base de las informaciones y la situación actual descritas del Capítulo 1 al 5, el equipo analiza los problemas del Perú.

La Figura 9 muestra el marco de los factores de inhibiciones en el desarrollo geotérmico. Los factores para la promoción son los siguientes.

- Obtener informaciones relacionadas a los datos exactos y varios recursos geotérmicos
- Tener un instituto especializado para la promoción del desarrollo geotérmico
- Establecer políticas y reglamentos para la promoción del desarrollo geotérmico
- Tener acceso a la financiación adecuada

El equipo investiga los problemas, el análisis y las soluciones para el Perú tomando en cuenta los factores de promoción.

Factores para el desarrollo geotérmico	Puntos de estudio sobre los factores para el desarrollo geotérmico
Posibilidades de obtención suficiente de datos de recursos geotérmicos e información pertinente	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se ha establecido el modelo conceptual de potencial de recursos</li> <li>• Si tiene cantidad y características de recursos con posibilidad de uso comercial</li> <li>• Si se ha verificado la posibilidad de abastecimiento de energía geotérmica</li> <li>• Si hay datos de exploración publicados en dominio público</li> </ul>
Instituciones especializadas efectivas en el fomento del desarrollo geotérmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se ha establecido el sistema gubernamental relacionado con el desarrollo geotérmico, y si está clarificado su función</li> <li>• Si hay organismos que acumulan el conocimiento especializado de desarrollo geotérmico (Qué tipo de apoyo es necesario para el mejoramiento de la tecnología de desarrollo geotérmico de INGEMMET)</li> </ul>
Políticas y reglamentación que apoyan el fomento del desarrollo geotérmico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el gobierno tiene iniciativa política fuerte como FIT y RPS</li> <li>• Si son claros los trámites de conexión a la planta eléctrica (SEIN)</li> <li>• Si son claros los trámites de evaluación de impacto ambiental (EIA)</li> <li>• Si hay apoyo del gobierno a PPP</li> <li>• Si existe planes de desarrollo geotérmico</li> </ul>
Acceso al otorgamiento de créditos de desarrollo adecuados al ejecutor del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si es posible el uso de fondos de garantía para riesgos</li> <li>• Si se puede hacer uso de fondos de desarrollo internacional y préstamos leves</li> <li>• Si es posible el uso del marco de multidonantes</li> </ul>

Fuente: Elaborado por JICA en base de “Manual Geotérmico: Planificación y Financiamiento Generación de Energía, Informe Técnico ESMAP 002/12, Banco Mundial”

Figura 9 El marco de factores de inhibiciones en desarrollo geotérmico

La Tabla 9 muestra el resultado del análisis de la detección de problemas y la orientación de su solución para la promoción del desarrollo geotérmico por inversión privada en el Perú, llevado a cabo a través de una investigación local. Los temas principales son la acumulación de experiencias de perforación de prueba, el fortalecimiento del instituto especializado, la publicación previa de precio base para la subasta, el planeamiento para el desarrollo geotérmico, la participación del gobierno que no participa en los proyectos de generación de electricidad.

Tabla 9 Dirección de identificación de problemas y solucionarlos mediante la promoción del desarrollo geotérmico por inversión privada (borrador)

Factores de promoción de desarrollo geotérmico	Aspectos de análisis	Problemas en el Perú		Dirección de solucionar los problemas
		Problemas	Descripción	
Posibilidad de conseguir informaciones de exactas de los recursos geotérmicos	¿Está claro el potencial de los recursos?	-	No hay problemas porque el potencial está aclarado por los estudios anteriores.	1. Proponer al gobierno del Perú para tener iniciativa de conducir perforación de prueba
	¿Tiene la cantidad y característica de recursos comerciales?	La cantidad y característica de recursos no están claras por falta de experiencia de perforación de prueba	No se ha confirmado el vapor que tenga la cantidad y característica de recursos comerciales en áreas de desarrollo del Perú.	
	¿Se ha confirmado la posibilidad de suministro de energía geotérmica?	¿La posibilidad de suministro de energía no está clara por razones anteriores	ídem	
	¿Se han publicado los datos de investigación?	-	No hay problema porque INGEMMET publica los resultados de estudio de la superficie terrestre en GEOCATMIN.	
Institutos especializados y efectivos para promover desarrollo geotérmico	¿Están organizados los institutos del gobierno para el desarrollo y están claramente demarcados los papeles de los institutos?	-	No hay problema porque MEM ofrece servicio de asesoramiento para el procedimiento y gestión aunque no hay introducción como manual.	2. Capacitar los institutos y el personal que puedan manejar totalmente los proyectos de desarrollo geotérmico.
	¿Hay institutos con conocimientos especiales acumulados para el desarrollo geotérmico?	No avanza el proceso de desarrollo geotérmico porque solamente existe el instituto de estudio de la superficie terrestre.	Falta de un instituto y personal que puedan manejar totalmente el desarrollo geotérmico aunque INGEMMET efectúe el estudio de la superficie terrestre.	
Políticas y reglamentos para promover el desarrollo geotérmico	¿El gobierno tiene una iniciativa política como FIT y RPS?	Inversiones privadas son paralizadas porque precio adecuado de subasta de generación de electricidad geotérmica anteriormente no está publicado.	Es posible determinar el límite de precio base de electricidad de cada RER. Pero el de la electricidad geotérmica no está publicado (Es necesario publicarlo de manera temprana porque los riesgos en el inicio son altos y el plazo del desarrollo es largo.	3. Proponer al gobierno del Perú que publique previamente el límite de precio base adecuado para promover la generación de electricidad geotérmica.
	¿Están claros los procedimientos para conectar a red desde las plantas de generación eléctrica de RER?	-	No hay problema porque el procedimiento y la experiencia de conexión al SEIN está sobre otros RER	

	¿Están claros los procedimientos de EIA?	-	No hay problema porque procedimiento y la unidad de ejecución están claros aunque se tardará tiempo hasta la aprobación de EIA para la primera instalación por falta de experiencia de EIA en la generación de electricidad geotérmica en gran escala	
	¿Hay apoyos del gobierno para PPP?	No se puede compartir riesgos porque MEM no tiene política de efectuar proyectos de generación de electricidad por apoyo financiero.	Generalmente, el gobierno no participa en los proyectos de generación de electricidad en la forma financiera como inversión, financiación y garantía. Pero hay algunos proyectos que no obedecen esta política como en caso del proyecto hidroeléctrico de Moquegua	4. Proponer al gobierno del Perú para compartir riesgos de proyectos de generación de electricidad geotérmica por PPP como excepcional
	¿Hay un plan de desarrollo regional para la electricidad geotérmica?	No existe un objetivo cuantitativo aunque la promoción para la diversificación de generación de electricidad está escrito en la Política Energética Nacional del Perú 2010-2040.	Los objetivos cuantitativos como la cantidad de generación de electricidad geotérmica y la reducción de emisión de CO2 no están considerados en Política Energética Nacional del Perú 2010-2040 e INDC.	5. Proponer al gobierno del Perú para mostrar objetivos de políticas sobre la cantidad instalada de generación de electricidad geotérmica
Acceso para preparar fondos de desarrollo adecuado para desarrolladores	¿Es posible utilizar los fondos para la mitigación de riesgos?	-	GDF planea prestar servicio a partir del fin de 2016. CTF se ofrecerá después de que Perú sea registrado.	
	¿Es posible utilizar fondos de desarrollo internacional y préstamo blando?	-	Aunque no hay proyecto que ha procedido hasta la fase de desarrollo, es posible suponer combinación con los fondos de mitigación de riesgos como GDF. También, hay una posibilidad de ofrecer préstamo de la JICA para el desarrollo geotérmico si el proyecto es ejecutado por el gobierno y empresas públicas.	
	¿Es posible utilizar la subvención de multidonante?	-	Ídem	

Fuente: Elaborado por JICA

(2) Investigación y sugerencia de las políticas que el gobierno del Perú debe adoptar para solucionar los problemas

El gobierno del Perú tiene el propósito de promover el desarrollo geotérmico únicamente por inversión privada. Se supone el caso de desarrollar la geotérmica por la inversión privada en el Perú y se calcula PPA cuando FIRR es de 12%. La Figura 10 se muestra el balance del proyecto geotérmico que es la base del cálculo.

<b>Activo</b> <b>\$ 274millón</b>	<b>Pasivo</b> <b>\$ 191 millón</b> <b>(70%)</b>
Producción de vapor \$ 140 millón	
Planta de energía \$ 117 millón	
Investigación etc. \$ 17 millón	<b>Patrimonio</b> <b>\$ 83 millón</b> <b>(30%)</b>
<b>Total \$ 274 millón</b>	<b>Total \$ 274 millón</b>

Figura 10 Balance del proyecto geotérmico en el Perú

Se muestran los resultados del cálculo sobre la rentabilidad del proyecto en la Tabla 10 y la **Tabla 11**. La Tabla 10 indica el resultado del PPA necesario para ser FIRR de 12% en el caso provisional cuya tasa de interés es de 6% y el plazo del reembolso es de 10 años, y el resultado del PPA viene a salir 105 US\$/MWh. La Tabla 11 indica el resultado del PPA necesario para ser FIRR de 12% en el caso provisional de que la tasa de interés sea 4% y el plazo del reembolso sea de 20 años (suponiendo los bonos del gobierno de los Estados Unidos de 1,73% por 20 años y el premio de riesgo de crédito 2%), y el resultado del PPA arroja 87 US\$/MWh. Los dos resultados superan 77 US\$/MWh del límite de precio base de biomasa y 60 US\$/MWh de la energía hidroeléctrica (que genera electricidad estable) en subasta de electricidad de RER organizado en 2016. Según estos resultados, es posible que el límite de precio base de electricidad geotérmica supere el límite de precio base de otros RER. Para el Perú donde no hay experiencia de desarrollo geotérmico, es importante que el gobierno peruano con la previsión por 3 o 4 años muestre el límite de precio base que logre rentabilidad.

Se estima que es difícil la cobertura financiera por parte de los bancos privados de los proyectos en la etapa inicial por las características particulares del desarrollo geotérmico, por las siguientes razones:

1. La calidad de vapor afecta grandemente a la rentabilidad del proyecto.
2. El crédito general del plazo de reembolso no está destinado a los proyectos del desarrollo geotérmico porque se necesita 20 a 30 años para mostrar la superioridad del proyecto geotérmico.

3. Las instalaciones actuales y el traspaso de concesionar la superiores garantías prendarias principales del proyecto, etc.

Por ello, se estima que en la realidad se deberalidad tima que es y el traspaso de concesionar la superioridad del proyecto geot aot aterioridad del psuperi Según e

Tabla 10 Resultado de la estimación en el caso de utilizar finanzas privadas (financiamiento de proyectos)

< Precondiciones de utilización de inversión de la JICA en el extranjero >

- Los costos generados de proyecto cada fase se generan igualmente
- Tasa de interés provisional 6.00%
- Plazo de reembolso por 10 años, y no reembolsable por 5 años (por plazo no reembolsable, se genera pago de interés cada año)
- D:E=7:3 (se estima un préstamo al año 4)

Otro asunto

- La depreciación es 15 años en línea recta. La de pozo de producción añadido es provisionalmente 5 años.

< Los resultados de esta estimación >

Costo de proyecto	274 MUS\$	IRR de proyecto	8.4%
		IRR de patrimonio	12.0%
Capacidad	50 MW	Patrimonio de proyecto	30% 83.0 MUS\$
Factor de potencia	0.8	Pasivo de proyecto	70% 191.0 MUS\$
Hora	8760 h		
Generación	350.4 GWh/año	Plazo de reembolso	10 año
PPA	105 US\$/MWh	Tasa de interés provisional	6.00%
Costo variable de O&M	2 US\$/MWh		
Costo fijo de O&M	35 US\$/kW/año		

Tabla 11 Resultado de la estimación en el caso de utilizar finanzas privadas (finanzas corporativas)

< Precondiciones de utilización de inversión de la JICA en el extranjero >

- Los costos generados de proyecto cada fase se generan igualmente
- Tasa de interés provisional 4.00%
- Plazo de reembolso por 20 años, y no reembolsable por 5 años (por plazo no reembolsable, se genera pago de interés cada año)
- D:E=7:3 (se estima un préstamo al año 4)

Otro asunto

- La depreciación es 15 años en línea recta. La de pozo de producción añadido es provisionalmente 5 años.

< Los resultados de esta estimación >

Costo de proyecto	274 MUS\$	IRR de proyecto	6.8%
		IRR de patrimonio	12.0%
Capacidad	50 MW	Patrimonio de proyecto	30% 83.0 MUS\$
Factor de potencia	0.8	Pasivo de proyecto	70% 191.0 MUS\$
Hora	8760 h		
Generación	350.4 GWh/año	Plazo de reembolso	20 año
PPA	87 US\$/MWh	Tasa de interés provisional	4.00%
Costo variable de O&M	2 US\$/MWh		
Costo fijo de O&M	35 US\$/kW/año		

La Tabla 9 muestra 5 soluciones en base de la identificación y análisis de los problemas. Considerando que el gobierno del Perú aceptará y efectuará las soluciones, el equipo investigó los impactos a las inversiones privadas tomando en cuenta las entrevistas con los desarrolladores geotérmicos privados.

Para analizar los impactos a las inversiones privadas, el equipo dividió las 5 soluciones que se

muestran en la Tabla 9 según las influencias directas y las influencia indirectas para el desarrollo geotérmico por el sector privado de acuerdo con las entrevista a los desarrolladores. El concepto de propuesta directa es que los desarrolladores directamente estiman y predicen las influencias a la rentabilidad del proyecto geotérmico. En la Tabla 12, “1. Realizar perforación de prueba”, “3. Publicar previamente el límite de precio base que adecuado para promover la generación de electricidad geotérmica”, “4. Compartir riesgos de los proyectos de generación de electricidad geotérmica por PPP como excepción” según correspondan. Por otro lado, el concepto de la propuesta indirecta se basa en la idea de que es necesario para los desarrolladores por plazo largo y mediano, no influencia directamente en la toma de decisión de la inversión, y se corresponde con “2. Capacitar el instituto y personal que puedan manejar totalmente los proyectos de desarrollo geotérmico.” y “5. Mostrar los objetivos de políticas sobre la cantidad instalada de generación de electricidad geotérmica”. El equipo de JICA analizó los impactos directos e indirectos a las inversiones privadas. La Tabla 12 y la Tabla 13 muestran los resultados del análisis.

Tabla 12 Impactos a las inversiones privadas en el caso de que las soluciones sean realizadas por el gobierno del Perú (directo)

Acciones del Gobierno del Perú	Análisis del impacto según las acciones del gobierno del Perú (○: aceptable - : inaceptable)							
	Caso 0	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7
1. Realizar perforación de prueba	-	○	-	-	○	-	○	○
3. Publicar previamente el límite de precio base adecuado para promover la generación de electricidad geotérmica.	-	-	○	-	○	○	-	○
4. Compartir riesgos de los proyectos de generación de electricidad geotérmica por PPP como excepción	-	-	-	○	-	○	○	○
Posibilidad de desarrollo geotérmico por inversiones privadas	Situación actual en el Perú. La posibilidad de desarrollo por inversiones privadas es baja.	En caso de realizar alza de la tarifa de electricidad y suministro directo a las compañías mineras por precio adecuado, la empresa pública como Enersul por uso de GDF efectúa la perforación de prueba, y las empresas privadas promueven la construcción de centrales geotérmicas.	Las empresas públicas efectúan la perforación de prueba por uso de GDF, y las privadas promueven construcciones de centrales geotérmicas.	Después de que las empresas públicas efectúen la perforación de prueba por uso de inversión con tasa de interés baja como préstamo del Japón al precio base relativamente bajo, los proyectos conjuntos por empresas privadas promueven la construcción de centrales geotérmicas.	Utilizando GDF / CTF, las empresas privadas promueven el desarrollo geotérmico tomando riesgo de perforación de prueba por ellas mismas en áreas donde los costos de desarrollo son bajos.	Utilizando GDF / CTF, los proyectos conjuntos por empresas privadas promueven la construcción de centrales geotérmicas por préstamo de la JICA.	En caso de realizar alza de la tarifa de electricidad y suministro directo a las compañías mineras por precio adecuado, los proyectos conjuntos por empresas privadas promueven la construcción de centrales geotérmicas por la utilización del préstamo de la JICA y GDF/CTF.	Promueve inversiones privadas indirectas a largo plazo. (Justificación del plan de inversiones y desarrollo por empresas privadas.)
Impacto a las inversiones privadas	No hay	Moderado	Moderado	Relativamente grande	Grande	Grande	Grande	Muy grande

Fuente: Elaborado por JICA

Tabla 13 Impactos a las inversiones privadas en el caso de que las soluciones sean efectuadas por el gobierno del Perú (indirecto)

Acciones de Gobierno del Perú	Análisis del impacto según las acciones del gobierno del Perú (○: aceptable - : inaceptable)			
	Caso A	Caso B	Caso C	Caso D
2. Capacitar instituto y personal que puedan manejar totalmente los proyectos de desarrollo geotérmico.	-	○	-	○
5. Mostrar objetivos de políticas sobre la cantidad instalada de generación de electricidad geotérmica	-	-	○	○
Posibilidad de desarrollo geotérmico por inversiones privadas	La situación del Perú	Hay posibilidad de ser los factores para considerar las inversiones privadas		Se puede largar e indirectamente promover inversiones privadas. (El plan de inversión y desarrollo por desarrolladores privados será más convincente para las organizaciones internas y externas si existe un objetivo político y una organización de desarrollo.)
Impacto a las inversiones privadas	No hay	Pequeño		Moderado (El impacto a largo plazo es grande aunque impacto directo es pequeño)

Los desarrolladores geotérmicos hacen la determinación considerando la calidad del vapor desde la perforación de prueba si los proyectos de generación de electricidad geotérmica son factibles o no. Sin embargo, hasta ahora la perforación de prueba no se ha realizado en las áreas prometidas de desarrollo geotérmico del Perú. Por otra parte, los desarrolladores desean saber el precio de venta de electricidad. El Perú cuenta con el sistema de determinar el límite de precio base de generación de electricidad geotérmica a través de la subasta de RER. Por lo tanto, es posible promover las inversiones y el desarrollo de los desarrolladores para asegurar la rentabilidad de generación de electricidad geotérmica estimando el límite de precio base de generación de electricidad geotérmica y mostrarlo a los desarrolladores como una señal. El gobierno del Perú no ha mostrado el límite de precio base. Además compartir los riesgos por PPP es un sistema por el cual el gobierno del Perú o las empresas públicas invierten, hace posible que las privadas y el gobierno compartan los riesgos en la etapa inicial, y aumenta la posibilidad del uso de varios fondos. Pero el gobierno peruano nunca ha mostrado ningún programa para efectuar la participación conjunta de los riesgos a través de PPP en el desarrollo geotérmico.

A pesar de que el hecho de que los organismos y el personal que pueden dirigir totalmente los proyectos se desarrollan en Perú, y que la cantidad de electricidad geotérmica se presenta en los

objetivos de las políticas del gobierno peruano, no representa un apoyo a las inversiones privadas, se considera que el impacto a las inversiones privadas no será pequeño visto a largo plazo, porque sirve para convencer a las organizaciones internas y externas en relación a las inversiones de los desarrolladores privados.

Para promover las inversiones privadas para el desarrollo geotérmico, las acciones del gobierno del Perú, que tienen altos impactos en las inversiones, son “efectuar perforación de prueba”, “publicar previamente el límite de precio base adecuado”, y “compartir riesgos por PPP”. El “Compartir riesgos por PPP” es más significativo entre las tres acciones. El compartir riesgos por PPP fue una condición importante en el proyecto del Cerro Pabellón de Enel Green Power en Chile que procedió a la fase de construcción de la planta geotérmica. La participación del gobierno del Perú en el proyecto de PPP supone aumentar la posibilidad de ofrecer préstamo con interés bajo por un banco de desarrollo, un instituto de desarrollo y la de utilizar el esquema de mitigar riesgos para la perforación de prueba. Es deseable dar impactos positivos a las inversiones privadas al desarrollo geotérmico en el Perú.

El equipo investigó los procedimientos concretos para que las acciones de solución sean aprobadas e implementadas. La Tabla 14 muestra los resultados de la investigación para proponer los procedimientos concretos al gobierno del Perú hacía las soluciones. Sobre los tres factores que se prevén grandes impactos para promoverlos, la posibilidad de aceptar las propuestas por el gobierno del Perú no fue alta en noviembre 2016 porque la política de MEM no había cambiado.

Tabla 14 Requisitos de los procedimientos concretos al gobierno del Perú hacia las soluciones

Acciones del gobierno del Perú	Requisitos concretos
1. Conducir perforación de prueba	En un área donde el desarrollador efectúa el estudio de superficie terrestre, las empresas públicas como Electric Perú y ENESRLU invierten en los proyectos prometidos y efectúan la perforación de prueba junto con los desarrolladores privados. Las empresas públicas buscan la posibilidad de la transferencia de técnica de perforación de prueba desde los desarrolladores privados (una razón de participar ENAP en Chile). Se utiliza GDF / CTF un esquema de mitigación de riesgo para la perforación de prueba. Sin embargo, según la entrevista con MEM, el gobierno del Perú tiene la intención de no participar en la perforación de prueba y actualmente el gobierno no acepta la solicitud.
2. Capacitar el instituto y personal que puedan manejar totalmente los proyectos de desarrollo geotérmico.	Capacitación de INGEMMET sobre el mejoramiento de la gestión técnica de desarrollo geotérmico y transferencia técnica. Las necesidades para la asistencia técnica en el desarrollo geotérmico por empresas japonesas son muy altas.
3. Publicar previamente el límite de precio base adecuado para promover la generación de electricidad geotérmica.	En la reunión entre MEM, OSINERGMIN y desarrolladores que efectúan estudio de exploración, se discute la publicación anticipada del límite de precio base y la cantidad de generación de electricidad. MEM y OSINERGMIN están planeando estimar el monto y publicar previamente el precio, considerando el progreso de desarrollo geotérmico en el Perú. No hay plan de incluir generación de electricidad geotérmica a la siguiente subasta en 2017. Pero puede esperarse efectos positivos para los desarrolladores si se

	publican previamente y los precios como referencia o el método de cálculo. Aunque el plazo de la subasta de generación de electricidad de RER es actualmente de 20 años, es posible modificar el plazo de solo la generación de electricidad geotérmica hasta 30 años.
4. Compartir riesgos de proyectos de generación de electricidad geotérmica por PPP como excepcional	Confirmar la aceptación de excepción de PPP a MEM sobre el primer proyecto de generación de electricidad geotérmica. Como un proyecto piloto de generación de electricidad de geotérmica, se reconsideran las áreas permitidas (zona de calientes del departamento de Tacna). También se estudia la selección de empresas públicas como candidatas, mejoramiento de rentabilidad del proyecto geotérmico utilizando el préstamo blando (préstamo de la JICA) de PPP, transferencia técnica del desarrollo geotérmico a empresas públicas, y los beneficios del desarrollo. Sin embargo, según la entrevista con MEM, hasta ahora la posibilidad de aceptación de esta solicitud no es alta porque el gobierno de Perú tiene la política de estar conforme a PPP para proyectos de generación de electricidad.
5. Mostrar los objetivos de políticas sobre la cantidad instalada de generación de electricidad geotérmica	A través de MINAM, poner objetivo de política de la cantidad instalada de generación de electricidad geotérmica como una solución para cumplir INDC. Como un método de cumplimiento INDC desde el punto de vista de intersección que maneja principalmente MINAM, no solo MEM sino también MINAM explican las necesidades de energía geotérmica.

Fuente: Elaborado por JICA

### (3) Sugerencia de la JICA sobre la asistencia para el desarrollo geotérmico por empresas privadas del Perú

En la Sección (2), el equipo investigó la situación actual de los desarrolladores privados e hizo sugerencia al gobierno del Perú sobre las que debería tomar para solucionar los problemas. Según el resultado, las soluciones por la JICA para promover las inversiones al desarrollo en Perú se clasifican en dos aspectos como se muestran a continuación.

En el primer aspecto, en el caso de que el gobierno peruano acepte la propuesta de compartir los riesgos a través de la PPP, existe la posibilidad de utilizar un préstamo de yen proporcionado por JICA. La utilización de préstamos en condiciones concesionarias mejorará la rentabilidad de las centrales geotérmicas y ayudará a avanzar el desarrollo de estas centrales que están en gran necesidad de capital en la primera etapa del desarrollo. Sin embargo, el MEM en el gobierno peruano, que toma la decisión final de construir plantas de energía geotérmica usando PPP, no ha cambiado su opinión de que solo el sector privado promoverá el desarrollo de la planta geotérmica, a partir de noviembre de 2016. Por eso hay necesidad de verificar y monitorear las orientaciones políticas al mismo tiempo que proponen al MEM la promoción del desarrollo de la planta geotérmica a través de la inversión del sector privado.

En el segundo aspecto, para que el gobierno peruano no cambie el estado actual de las políticas en el desarrollo de la energía geotérmica, existe la necesidad de proveer los esquemas de financiamiento y el financiamiento de los cuales JICA es parte. Es necesario considerar lo que mejora ambiente para continuamente promocionar los proyectos del desarrollo principalmente a través de la inversión del sector privado.

Posteriormente, JICA propone un método específico para apoyar a JICA en estos dos puntos.

1) Apoyo financiero de préstamo de la JICA

JICA ha preparado varios esquemas que apoyan la viabilidad de las centrales geotérmicas. Se prevé que se utilizarán con el fin de aumentar la viabilidad de este desarrollo geotérmico, pero hay una necesidad de aclarar las condiciones de utilización. El esquema de préstamos en yen y sus condiciones para el desarrollo de plantas geotérmicas se listan en la Tabla 15.

Tabla 15 Esquema para mejorar factibilidad de proyecto de desarrollo geotérmico de la JICA

Asistencia de préstamo	Descripción de la esquema	Requisitos para proyectos de generación de electricidad del Perú.
Préstamo ordinario (incluido préstamo de ES)	<p>Notas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para los país subdesarrollado (condición normal), el periodo de reembolso es plazo largo (15-30 años), y tasa de interés bajo (aproximadamente 1.6%)</li> <li>• Prestar fondos necesarios como instalaciones, equipamientos, servicios, obras de ingeniería civil</li> <li>• El préstamo de ES consiste en prestar previamente fondos para los servicios de ingeniería necesaria en etapas de estudio y diseño.</li> </ul>	Para proyecto de desarrollo geotérmico, MEM aprueba la participación de empresas nacionales del Perú por PPP. MEF aprueba el uso de préstamo de la JICA para las empresas nacionales.
Préstamo de EBF	<p>Condiciones : Las empresas japonesas participan en la ejecución de los proyectos de infraestructura de PPP invertido por el gobierno y empresas nacionales</p> <p>Nota: Prestar fondos a SPC que dirige el proyecto para la parte de inversión local</p>	MEM aprueba la ejecución para participación de SPC de generación de electricidad geotérmica, y MEF aprueba utilización de préstamo de la JICA para SPC.
Préstamo de VGF	<p>Condiciones: Las empresas japonesas invierten en SPC</p> <p>Notas :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestar al gobierno cuando el gobierno compense la rentabilidad de SPC para proyectos de infraestructura de PPP</li> <li>• Aplicarlo cuando los sectores financieros generales no prestan por problemas de riesgo del país.</li> </ul>	MEM aprueba la participación de SPC para la generación de electricidad geotérmica invertido por empresas japonesas, y MEF aprueba la utilización de préstamo de la JICA para compensar la rentabilidad de SPC.
Facilidad de mejoramiento del crédito contingente para el desarrollo de la infraestructura del PPP	<p>Nota: Prestar una cantidad al gobierno en un esquema que el gobierno paga cuando el pago de off-taker se estanca u off-taker incumple el contrato (defecto).</p>	Para el proyecto de desarrollo geotérmico, MEM aprueba la participación por PPP. MEF aprueba el uso de préstamo de la JICA por déficit de fondos o compensación de defecto

Fuente: Elaborado por JICA

Como se mencionó anteriormente, el MEM actualmente no tiene intención de participar en los proyectos de energía geotérmica a través de PPP. Por otro lado, el MEF que es responsable de

aceptar el préstamo del Japón, ha profundizado su comprensión sobre la importancia de la energía geotérmica. A partir de las audiencias llevadas a cabo a través de las visitas al sitio, se ha determinado que, debido a la magnitud de los fondos necesarios para los proyectos de energía geotérmica, si el MEM llegara a aprobar un préstamo del Japón, el proyecto sería un tamaño apropiado para el uso de los fondos de Japón.

Además, el Sr. Pedro Pablo Kuczynski, nombrado el 28 de julio de 2016, está impulsando las políticas para la promoción de la inversión en la infraestructura del Perú. Si el proyecto de la planta geotérmica se considera factible mejorando el ambiente del desarrollo, es posible comience un proyecto diferente de las formas del MEM.

## 2) Apoyo financiero a través de las inversiones de la JICA en el extranjero

En la situación actual en que el gobierno peruano, el MEM, en particular, propone la inversión en los proyectos de energía geotérmica a través de los fondos del sector privado, los desarrolladores del sector privado utilizan las facilidades de mitigación de riesgo y consideran el suministro directo de electricidad a las compañías mineras.

Si las empresas japonesas financian las centrales geotérmicas peruanas, los desarrolladores del sector privado pueden aprovechar las inversiones de JICA en el extranjero. Además, mediante la utilización de turbinas geotérmicas japonesas en la construcción de centrales eléctricas, existe la posibilidad de mejorar la inversión. La Tabla 16 muestra el resumen de la asistencia de inversiones de la JICA en el extranjero. La JICA tiene experiencia de inversión y préstamo para el sector privado. Las condiciones de contrato para la inversión y el préstamo difieren según proyecto.

Tabla 16 Resumen de la asistencia de inversiones de la JICA en el extranjero

Préstamo	- El monto es hasta el 70% de la inversión total. Si se reconoce como especialmente necesario, el límite máximo es de 80%. - Reembolsado en el plazo de 20 años (Máx. 25 años) con 5 años de suspensión (Max 10 años) -Se adopta el sistema de tipo de interés de fondo de préstamos fiscal como norma de interés y, teniendo en cuenta la credibilidad del prestatario, etc., se fija el interés de modo que el elemento de subvención (GE) que es la condición para el apoyo gubernamental del desarrollo incluido el periodo de subvención, sea de más del 25%
Inversión	Inversión directa para las empresas locales. La proporción de inversión tiene que ser menos del 25% y que no exceda el porcentaje del accionista mayor.

Fuente: La página web de la JICA

## 3) Mejoramiento de la rentabilidad del proyecto de desarrollo geotérmica a través del modelo de apoyo de la JICA

El equipo calculó la rentabilidad del proyecto por un préstamo de la JICA en el extranjero. Esto se hace necesario cuando se comparte los resultados de la rentabilidad de un proyecto con funcionarios del gobierno peruano basado en préstamos de la JICA y cuando se desarrolla un proyecto con financiamiento de la JICA.

El equipo realizó un cálculo que utiliza un modelo sobre el monto de inversión y el costo de O &

M por fase de proyecto para centrales geotérmicas de 50 MW en el mundo. El cálculo detallado se muestra en el Anexo. También se determinó el límite de precio base de la subasta RER que proporcionaría viabilidad para las plantas de energía geotérmica.

El equipo calculó el PPA necesario para FIRR del 12%. Se supone que la duración del proyecto es de 30 años. En el cálculo, se compararon tres fases: 1) la inversión de JICA en el extranjero (Tabla 17), 2) el préstamo de la JICA (Tabla 18) y 3) el préstamo y la subvención de GDF (Tabla 19).

Tabla 17 Resultado de estimación de FIRR en caso de no utilizar préstamo de la JICA

< Precondiciones por utilización de préstamo de la JICA >

- Los costos generados de proyecto cada fase se generan igualmente
- El tasa de interés de préstamo del Japón es el estándar de país subdesarrollado (tasa de interés fijo 1.7% + provisional 1% = 2.7%)
- Plazo de reembolso por 20 años, y no reembolsable por 7 años (por plazo no reembolsable, se genera pago de interés cada año)
- Perforación de prueba es provista por el préstamo de la JICA en fase 4 porque el uso es provisional.

Otro asunto

- La depreciación es 15 años en línea recta. La de pozo de producción añadido es provisionalmente 5 años.

< Los resultados de esta estimación >

Costo de proyecto	274 MUS\$	IRR de proyecto	4.9%	
		IRR de patrimonio	12.0%	
Capacidad	50 MW	Patrimonio de proyecto	30%	81.7 MUS\$
Factor de potencia	0.8	Pasivo de proyecto	70%	192.3 MUS\$
Hora	8760 h			
Generación	350.4 GWh/año	Plazo de reembolso	25 año	
PPA	71 US\$/MWh	Tasa de interés provisional	2.7%	
Costo variable de O&M	2 US\$/MWh			
Costo fijo de O&M	35 US\$/kW/año			

Fuente: Elaborado por JICA

Tabla 18 Resultado del cálculo de FIRR en caso de utilizar préstamo y subvención de GDF

< Precondiciones de utilización de GDF >

- Los costos generados de proyecto cada fase se generan igualmente
- Utilización de GDF es lo siguiente.
  - Utilizar GDF como subvención en fase 1
  - Utilizar GDF como fondos de mitigación de riesgo de 3 perforaciones de prueba en fase 3 (80% de reembolso en caso de éxito)
  - Utilizar GDF para 20 perforaciones de pozo en fase 4 en tasa de interés provisional 3.5%
  - Utilizar GDF para perforación de pozo de producción y construcción de central térmica en fase 5&6 en tasa de interés provisional 3.5%
- En caso de que 3 perforaciones de prueba fueron éxitos, se reembolsa 80% del costo en el próximo año (sin tasa de interés)

Otro asunto

- La depreciación es 15 años en línea recta. La de pozo de producción añadido es provisionalmente 5 años.

< Los resultados de esta estimación >

Costo de proyecto	274 MUS\$	IRR de proyecto	6.5%	
		IRR de patrimonio	12.0%	
Capacidad	50 MW	Patrimonio de proyecto	36%	99.0 MUS\$
Factor de potencia	0.8	Pasivo de proyecto	64%	175.0 MUS\$
Hora	8760 h			
Generación	350.4 GWh/año	Plazo de reembolso	20 año	
PPA	73 US\$/MWh	Tasa de interés provisional	3.5%	
Costo variable de O&M	2 US\$/MWh			
Costo fijo de O&M	35 US\$/kW/año			

Fuente: Elaborado por JICA

La Tabla 19 muestra el resumen de los cálculos. De acuerdo con las precondiciones, el uso de un préstamo de la JICA proporcionaría el PPA más bajo. Sin embargo, el valor de estimación grandemente varía dependiendo de las condiciones de finanzas porque GDF es utilizado con otro préstamo blando como bancos de desarrollo internacional.

Tabla 19 Resultados de estimación de PPA (borrador)

Esquema	PPA (FIRR 12%) [Cent/kWh]	Requisitos
Préstamo de la JICA	7,1	Establecimiento de una empresa de proyecto por PPP o empresas privadas conjunto a empresas públicas
GDF Loan & Grant	7,3	Tiene que ser el primer proyecto en el Perú

Fuente: Elaborado por JICA

Las plantas de energía geotérmica pueden sustituir las centrales eléctricas de gas natural como energía de base. En esta parte, se compara entre una planta de gas natural (400MW) y una planta de geotérmica (400MW) utilizando el préstamo de JICA. El límite de precio base de subasta RER fue 7,1 centavos / kWh por el esquema con FIRR de 12% utilizando los fondos de inversión de la JICA en el extranjero. Este es menor que el PPA de las centrales térmicas de gas natural que utiliza el precio de exportación promedio de GNL. Las diferencias entre el PPA de las centrales eléctricas geotérmicas y las centrales eléctricas de gas natural podrían resultar ahorro del gas natural, y también se podrían considerar que el consumo de gas natural, genera electricidad de alto precio, que habría sido exportado por la planta geotérmica.

La rentabilidad de generación de electricidad geotérmica en el Perú enfoca a la energía alternativa y el gas natural que podrían ser exportados en vez de ser consumidos. Es decir, esto conduciría al aumento de la riqueza para el Perú. La tasa de rentabilidad interna económica (EIRR) mediante la implementación de la energía geotérmica se puede calcular por la diferencia de costo en la Tabla 20 "2. Operación de las plantas de energía geotérmica utilizando el préstamo de JICA" y "3. La operación de centrales de gas natural". Cuando establece centrales geotérmicas de 400MW en el Perú, TIRE adicional será 8,6%.

Tabla 20 Resultado de cálculo de precio de PPA de generación de electricidad geotérmica y central térmica de gas natural que son FIRR 12%

Condiciones	1. Generación de electricidad geotérmica (un modelo sin finanzas)	2. Generación de electricidad geotérmica utilizando el préstamo de JICA	3. Generación de electricidad de gas natural (un modelo de ciclo combinado avanzado)*2
Cantidad instalada[MW]	400	400	400
Factor de energía	0,8	0,8	0,8
Horas de operación por año	8760	8760	8760
Cantidad de generación de electricidad [GWh/año]	2803,2	2803,2	2803,2
FIRR 30 años	12%	12%	12%
PPA [Cent/kWh]	13,5	7,1	10,9
Precio promedio de exportación de GNL del Perú [\$/MMBtu]*1	-	-	10,5
Costo de proyecto [M\$]	2192,0	2192,0	717,9
Costo de O&M fijado [M\$/ año]	5,6	5,6	9,2
Costo de O&M variable [M\$/ año]	14,0	14,0	6,1
Precondición de finanzas	-	Utilizar las condiciones en la Tabla 17 para la estimación. La capacidad de la planta es 400MW	-

\* 1: El promedio de precios de exportación de GNL pasado del Perú se ha extraído de los datos públicos OSINERGMIN usando los precios desde el inicio de las exportaciones de gas natural hasta los precios medios de exportación de agosto de 2016.

\* 2: Estimaciones Actualizadas del Costo de Capital para las Plantas Generadoras de Electricidad a Escala de Utilidad, utilizando los datos de producción del Ciclo Combinado Avanzado con tasas de producción del 53,1%. Esta estimación es un modelo sin finanzas.

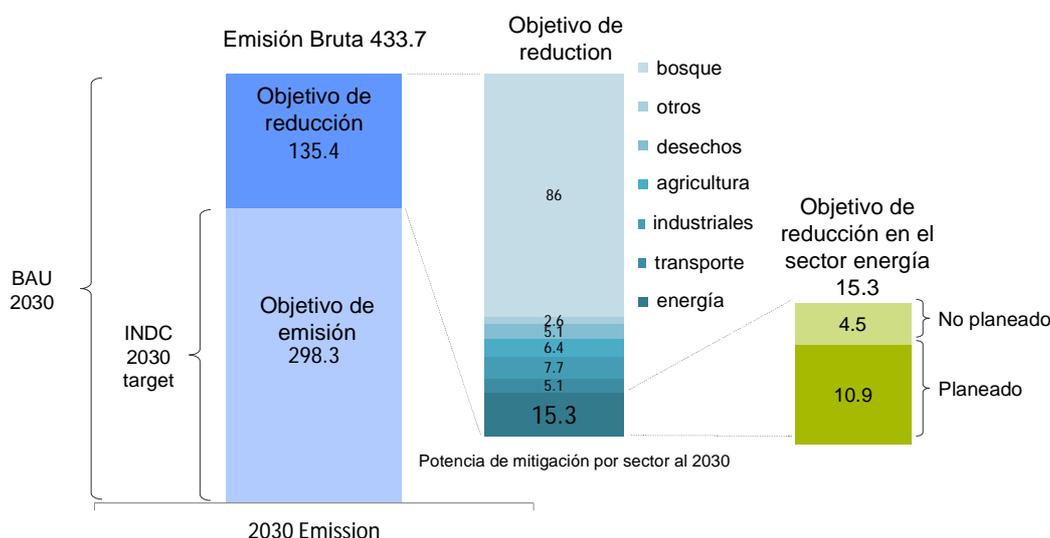
#### 4) Propuesta de Contribución Adicional del Apoyo de la JICA en el Desarrollo de Energía Geotérmica

La propuesta de las construcciones adicionales con el apoyo de la JICA produciría beneficios para el gobierno peruano así como también aportaría muchas ventajas en el desarrollo de la energía geotérmica.

Aquí la implementación de las centrales geotérmicas influenciaría a los objetivos de emisiones del Perú basados en el INDC del Perú en 2030. La Figura 11 se muestra el desglose de la estrategia de reducción de emisiones del INDC. El gobierno peruano ha puesto en marcha 25 estrategias de reducción de emisiones en el sector energético y está estimulando su ejecución.

El INDC del Perú fija el objetivo de emisiones en 2030 como 298,3 Mt-CO<sub>2</sub>. Se espera que las emisiones en 2030 sean de 433,7 Mt-CO<sub>2</sub>. Por lo tanto, hay necesidad de disminuir 135,4 Mt-CO<sub>2</sub> al pasar a BAU en 2030. La disminución en el sector de la energía fija el objetivo con la segunda

mayor reducción de emisiones de 15,3 Mt-CO<sub>2</sub>. El gobierno peruano está considerando una estrategia de reducción de emisiones en el sector energético hacia 2030. Una estrategia de reducción de emisiones de 10.9 Mt-CO<sub>2</sub> de los 15.3 Mt-CO<sub>2</sub> está en marcha.



Fuente: La Contribución Nacional del Perú - INDC: agenda para un desarrollo climáticamente responsable, MINAM

Figura 11 Desglose de reducción de emisión de CO<sub>2</sub> de INDC

La Tabla 21 muestra el impacto que tendría la reducción de emisiones del sector energético cuando las centrales geotérmicas se construyan para 2030.

Cuando se construya una planta de 400 MW, el impacto de emisiones en el nivel de emisiones BAU al país del Perú en 2030 será de 1,4%. El impacto en el nivel de emisiones de 2030 BAU para el sector energético será de 12,0%.

El INDC es un proyecto de tratado en la COP y se muestra las políticas del gobierno peruano en la implementación en el tratado global. Las centrales geotérmicas tienen un papel importante en el logro de este objetivo numérico. El MEM, responsable del avance del sector de la energía, utiliza una fuerte herramienta para impulsar la reducción de emisiones y la importancia de utilizar la energía geotérmica.

Tabla 21 Impactos de reducción de emisión de CO<sub>2</sub> en el sector de energía para 2030

Generación de electricidad geotérmica [MW]	La cantidad de generación de electricidad [MWh]	La cantidad de reducción de emisión [MtCO <sub>2</sub> /año]	Efecto de reducción a BAU en 2030	Efecto de reducción a BAU en 2030 del sector de energía	Objetivo de reducción en el sector de energía hasta 2030 (no planeado)
400	2.803.200	1,8	1,4%	12,0%	41,3%

Fuente: Elaborado por JICA

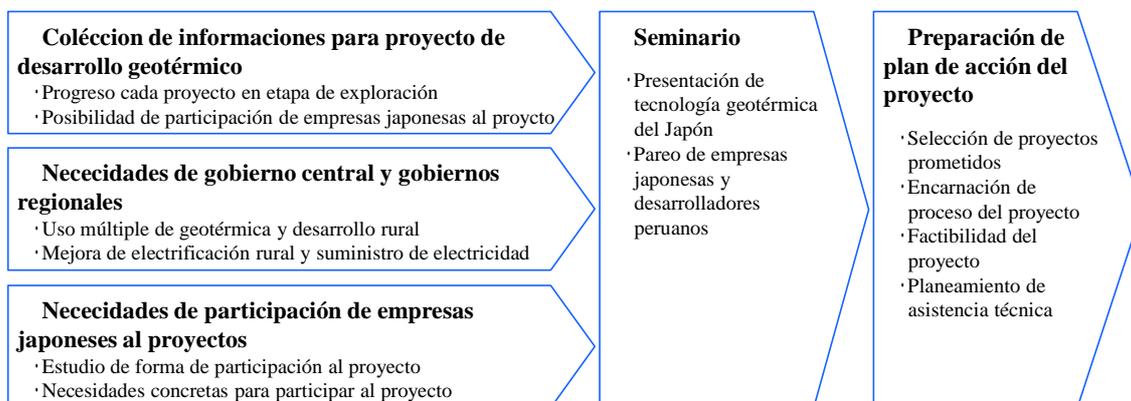
5) Apoyo para el desarrollo de proyectos específicos a través de la JICA

JICA realizó una investigación del plan maestro de energía geotérmica en Perú en 2012, investigó áreas potencialmente viables para la construcción de plantas de energía geotérmica y propuso el avance del desarrollo de plantas de energía geotérmica en el Perú. El gobierno del Perú y la JICA prosiguen las discusiones. El estudio de la JICA es bien conocido entre el gobierno del Perú y los desarrolladores de plantas geotérmicas del sector privado en Perú.

Por otro lado, existe una alta probabilidad de que el gobierno peruano continúe con su política de avanzar el desarrollo de las centrales geotérmicas solamente con la inversión del sector privado. Ésta es una de las razones principales de que el gobierno no tenga confianza de la “geotérmica”, la que es un recurso inagotable y conduce al aumento de la riqueza peruana en unos años.

JICA apoyará activamente la inversión del sector privado en el desarrollo de las centrales geotérmicas del Perú. Con el fin de avanzar la capacitación y el desarrollo, debe promover las actividades que impulsen la participación de las empresas japonesas. Luego, las políticas específicas en las que las empresas japonesas puedan participar y crear planes, conducirían a la cooperación en la asistencia técnica.

La Figura 12 muestra la forma en que JICA apoyaría la inversión extranjera.



Fuente: Elaborado por JICA

Figura 12 Asistencia para la preparación de proyectos de inversiones privadas para el desarrollo geotérmico en el Perú