

ANÁLISIS JURÍDICO DE LA REGULACIÓN INTERNACIONAL DE LOS USOS DIRECTOS DE LA GEOTERMIA

**Informe para el Banco Interamericano de Desarrollo y la
Secretaría de Energía**

Octubre de 2016

Preparado por:
Lic. Derek M. Woodhouse Saavedra

Con la colaboración de:
Lic. Guadalupe Esparza Sánchez
Lic. José Antonio Téllez Martínez

CONTENIDO

Introducción.....	4
1. Conceptos Generales.....	6
1.1. Energía Geotérmica	6
1.2. Gradiente Geotérmico.....	7
1.3. Recursos y Yacimientos Geotérmicos	7
2. Usos Directos de la Geotermia	9
2.1. Contexto Mundial	9
2.2. Tecnologías y Aplicaciones de los Usos Directos.....	11
2.2.1. Bombas de Calor Geotérmicas (BCG).....	12
2.2.2. Balneología	12
2.2.3. Calefacción Urbana (<i>District-Heating</i>)	13
2.2.4. Agricultura y Ganadería.....	13
2.2.5. Acuicultura	14
2.2.6. Procesos Industriales	15
3. Regulación de los Usos Directos de la Geotermia en el Mundo	15
3.1. Islandia	16
3.1.1. Reglas Generales Aplicables a la Exploración y Explotación de Recursos	17
3.1.2. Régimen Especial aplicable a Usos Directos de Energía Geotérmica.....	19
3.1.3. Disposiciones Adicionales	20
3.1.4. Conclusiones	20
3.2. Estados Unidos	21
3.2.1. Regulación Federal	21
3.2.2. Regulación Local	22
3.2.3. California.....	25
3.3. Canadá	28
3.3.1. Regulación de los Recursos Geotérmicos en British Columbia	28
3.3.2. Regulación de los Recursos Geotérmicos en Ontario.....	30
3.4. China	31
3.4.1. Reglas Generales Aplicables a la Exploración y Explotación de Recursos	32
3.4.2. Régimen Especial aplicable a Usos Directos de Energía Geotérmica.....	32
3.5. Turquía	33

3.5.1. Reglas Generales Aplicables a la Exploración y Explotación de Recursos	34
3.6. Alemania	34
3.6.1. Disposiciones Regulatorias de la Exploración y la Explotación	35
3.6.2. Régimen Especial aplicable a Usos Directos de Energía Geotérmica.....	36
3.6.3. Conclusiones	36
3.7. Chile.....	37
3.7.1. Disposiciones Regulatorias de la Exploración y la Explotación.....	37
3.7.2. Régimen Especial aplicable a Usos Directos de Energía Geotérmica.....	38
3.8. Aspectos más comunes en la regulación consultada	39
4. Mejores Prácticas Internacionales	40
4.1. Unión Europea	41
4.2. Estados Unidos	44
5. Conclusiones	46
BIBLIOGRAFÍA	48

ANEXO 1.	<i>Act on the Promotion of Renewable Energies in the Heat Sector (Alemania)</i>
ANEXO 2.	<i>Act on the Survey and Utilisation of Ground Resources (Islandia)</i>
ANEXO 3.	<i>Geothermal Resources Act (British Columbia, Canadá)</i>
ANEXO 4.	<i>Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) (Alemania)</i>
ANEXO 5.	<i>Combined Heat and Power Act (Alemania)</i>
ANEXO 6.	<i>Federal Mining Act (Alemania)</i>
ANEXO 7.	<i>Federal Water Act (Alemania)</i>
ANEXO 8.	<i>Geoexchange (Geothermal) Systems for Single and Two Family Dwellings – Permit Application (City of Burnaby, Canadá)</i>
ANEXO 9.	<i>Geoexchange System Installation Application – Permit Application (City of Edmonton, Canadá)</i>
ANEXO 10.	<i>Geothermal Steam Act (Estados Unidos de América)</i>
ANEXO 11.	<i>Geothermal – Permit Application (City of North Dundas, Canadá)</i>
ANEXO 12.	<i>Guidelines for Promoting Exploitation and Use of Geothermal Energy (China)</i>
ANEXO 13.	<i>Law of Geothermal Resources and Mineral Waters (Turquía)</i>
ANEXO 14.	<i>Ley Sobre Concesiones de Energía Geotérmica No. 19,657 y su Reglamento (Chile)</i>
ANEXO 15.	<i>Mineral Leasing Act (Estados Unidos de América)</i>
ANEXO 16.	<i>Ontario’s Green Energy Act (Ontario, Canadá)</i>
ANEXO 17.	<i>Ontario’s Regulation 98/12, Ground Source Heat Pumps (Ontario, Canadá)</i>
ANEXO 18.	<i>Renewable Energy Law of the People's Republic of China (China)</i>

Introducción

La sociedad mexicana actual, en el contexto de la reforma energética, atraviesa una situación histórica en su potencial de oferta de energía. Las reformas al artículo 25 Constitucional incorporan el criterio de sustentabilidad y prevén que la ley deberá alentar y proteger las actividades económicas que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, promoviendo la competitividad e implementando una política nacional para el desarrollo industrial sustentable. La incorporación del criterio de sustentabilidad en la Constitución propicia políticas públicas concretas en temas como la eficiencia en el uso de energía y recursos naturales, la disminución en la generación de gases y compuestos de efecto invernadero, la disminución en la generación de residuos, emisiones y de la huella de carbono en todos sus procesos¹. En este tenor, las energías renovables son indispensables para asegurar la sustentabilidad y cuidado del medio ambiente.

Según la Ley de Transición Energética², la Secretaría de Energía fijará como meta una participación mínima de energías limpias en la generación de energía eléctrica del 35% por ciento para 2024. Dichas energías limpias incluyen el viento, la radiación solar, el calor de los yacimientos geotérmicos y la energía oceánica, entre otros.

La energía geotérmica es una de las fuentes de energía renovable menos conocida, almacenada bajo la superficie terrestre en forma de calor. El Programa de Financiamiento y Transferencia de Riesgos para Geotermia (ME-L1148; ME G1005) del Banco Interamericano de Desarrollo aprobado en abril de 2014, se plantea como objetivo incrementar la generación eléctrica a partir de recursos geotérmicos y su aprovechamiento en usos directos y, de este modo, contribuir a la diversificación de la matriz energética y reducir tanto la dependencia de combustibles fósiles como las emisiones de gases de efecto invernadero en México³.

¹ Secretaría de Energía. *Estrategia Nacional Energética 2014 – 2028* [en línea]. Febrero 2014 [fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/214/ENE.pdf>.

² Artículo Tercero Transitorio, Ley de Transición Energética.

³ Términos de Referencia, Consultoría de apoyo a la Secretaría de Energía para la elaboración de un lineamiento que vigilará el aprovechamiento de la energía geotérmica para usos directos, Banco Interamericano de Desarrollo.

Como parte de la reforma energética se promulgaron la Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento, con el objetivo de regular el reconocimiento, la exploración y explotación de los recursos geotérmicos con el fin de destinarlos a la generación de energía eléctrica o aprovecharlos para usos diversos.

Sin embargo, las disposiciones contenidas en la Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento establecen condiciones y reglas encaminadas a regular el aprovechamiento de este recurso para la generación de energía eléctrica, haciendo a un lado los usos directos de la geotermia, su importancia y trascendencia.

Tomando en consideración lo anterior, la Secretaría de Energía, en aras de promover el uso eficiente del potencial geotérmico del país, se ha planteado realizar un análisis jurídico internacional de la regulación de los usos directos de la geotermia y, con base en el resultado de los estudios, preparar los lineamientos que servirán como referencia para determinar los procesos y condiciones regulatorias bajo las cuales se deberá autorizar el aprovechamiento de la energía geotérmica para usos directos.

Así, de conformidad con los Términos de Referencia, el objetivo del presente estudio es presentar un análisis general de la regulación internacional de los usos directos de la geotermia, en especial de las bombas de calor geotérmico, así como determinar las mejores prácticas internacionales para su regulación.

1. Conceptos Generales

1.1. Energía Geotérmica

En su origen, el planeta Tierra era una masa homogénea caliente. Desde entonces ha emanado calor del interior hacia el exterior. La fuente de dicho calor almacenado y generado en el interior de la Tierra se atribuye tanto al decaimiento radiactivo de isótopos contenidos en los minerales de las rocas de la corteza como al calor remanente producto de la formación del planeta. Se estima que el calor almacenado en el interior de la tierra es de 12.6 miles de millones⁴ de exajoules⁵.

La energía interna del planeta que se manifiesta como calor – o energía térmica – se puede transferir de un lugar a otro de forma natural siempre y cuando exista una diferencia de temperaturas entre dichos lugares y éstas se encuentren en contacto o exista un medio físico que transfiera dicha energía. Esto es, el calor fluirá desde un sitio caliente con mayor temperatura, a un sitio frío con una temperatura menor. La energía térmica o calor que fluye naturalmente desde el interior de la Tierra hacia la superficie se conoce como energía geotérmica o geotermia.

Una gran cantidad de esa energía está almacenada en los cuerpos magmáticos del interior de la Tierra. Desde ahí, el calor fluye hacia los estratos superiores de la corteza produciendo naturalmente un cambio en la temperatura a distintas profundidades. Las fumarolas, géiseres y fuentes termales son manifestaciones observables en la superficie que denotan indirectamente un calor que proviene del subsuelo.

Así, la energía geotérmica es una energía renovable que se obtiene directa o indirectamente mediante el aprovechamiento del calor contenido en el interior de la Tierra. Este término deriva de los vocablos griegos *geos*, tierra, y *thermos*, calor, por lo cual es referido como calor de la Tierra.

La inmensa cantidad de energía térmica contenida en la Tierra y los largos periodos geológicos requeridos para su enfriamiento hacen que la geotermia sea considerada como

⁴ SANTOYO GUTIÉRREZ, Edgar Rolando, *et al. Geotermia: Energía de la Tierra*, Editorial Terracota, México, 2012, pág. 9.

⁵Exajoule: Medida de energía equivalente a 10^{18} Joules.

una fuente alterna de energía renovable y limpia, que en una escala humana siempre estará disponible.

1.2. Gradiente Geotérmico

Como hemos comentado, el calor del interior de la tierra fluye hacia la superficie produciendo un cambio de temperatura a distintas profundidades. Estos cambios de temperaturas se conocen como gradiente geotérmico.

Los gradientes de temperatura varían ampliamente en el planeta Tierra. Si bien el cambio de temperatura normalmente oscila entre los 30° grados centígrados por kilómetro (igual a 15° grados Fahrenheit por cada 1,000 pies)⁶, a veces aumenta de manera considerable alrededor de las áreas volcánicas en donde se pueden alcanzar hasta 200° grados centígrados por kilómetro en los bordes de las placas tectónicas, donde el deslizamiento de las propias placas favorece el ascenso del magma a la superficie⁷.

El gradiente geotérmico permite realizar una estimación de la cantidad de flujo de calor que se transmite desde las zonas internas de la corteza hacia las zonas externas en un lugar determinado y, por como consecuencia, permite identificar las formas en las que se podrá aprovechar dicho calor en función de su temperatura, como veremos más adelante.

1.3. Recursos y Yacimientos Geotérmicos

Si bien la cantidad de energía calorífica almacenada al interior del planeta Tierra es abundante, no toda puede ser aprovechada. Por lo tanto, se denomina recurso geotérmico a la porción de ese calor que puede ser aprovechado por el hombre dadas las condiciones técnicas y económicas⁸.

La propia Ley de Energía Geotérmica define como yacimiento geotérmico a la zona del subsuelo compuesta por rocas calientes con fluidos naturales, cuya energía térmica puede ser económicamente explotada para generar energía eléctrica o en diversas aplicaciones directas.

⁶ Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio de Economía y Competitividad. *La Energía Geotérmica* [en línea]. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016] Disponible en: <http://www.igme.es/Geotermia/La%20energ%EDa%20geot%E9rmica.htm>.

⁷ SANTOYO GUTIÉRREZ, Edgar Rolando, *et al.*, *op cit.*, p. 24.

⁸ Servicio Geológico Mexicano, Secretaría de Economía. *Geotermia* [en línea]. Febrero 2014, [fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: <http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/geotermia>.

Así, para que exista un yacimiento geotérmico deberá concurrir⁹:

- (a) Una fuente primaria de calor;
- (b) Un reservorio o yacimiento receptor de calor, que contenga rocas dentro de las cuales pueda circular un fluido (generalmente agua) cuya recarga puede ser de origen natural, como agua de lluvia, marina, fósil o agua más profunda proveniente del magma, o de tipo artificial cuando es inyectada; y
- (c) Una capa, que es un sello o cobertura impermeable sobre el yacimiento que ayuda al almacenamiento del fluido caliente en éste, y que además impide el escape gradual de este fluido hacia la superficie.

El Dr. Santoyo explica que, cuando el sistema geotérmico contiene una gran cantidad de fluido caliente almacenado en el yacimiento, principalmente de origen natural, se le denomina sistema geotérmico hidrotermal; por su parte, si el sistema geotérmico no presenta almacenamiento de agua caliente debido a las bajas porosidades y permeabilidades de las rocas del yacimiento, se dice que el sistema geotérmico será de roca seca caliente¹⁰. A los sistemas geotérmicos de roca seca caliente también se les conoce con el nombre de sistemas geotérmicos mejorados¹¹, ya que la permeabilidad en sus rocas puede ser alterada de manera artificial mediante fracturamiento hidráulico para inyectar fluidos desde la superficie y así poder extraer la energía térmica contenida en estos sistemas.

Los yacimientos geotérmicos se pueden clasificar de acuerdo con distintos criterios tales como la geología del lugar, la forma cómo se extrae su calor, o la temperatura contenida en ellos, siendo este último criterio el más utilizado debido a que la temperatura del fluido geotérmico determinará los diferentes usos y aplicaciones que podrán emplearse para aprovechar el calor contenido en ellos.

⁹ SANTOYO GUTIÉRREZ, Edgar Rolando, *et al.*, *op cit.*, pp. 24-25.

¹⁰ Ídem., pp. 25-26.

¹¹ IGLESIAS RODRÍGUEZ, Eduardo Roberto. *Estimación del Potencial de Generación Eléctrica de los Sistemas Geotérmicos Mejorados en México* [en línea], Boletín abril-junio 2014, Instituto de Investigaciones Eléctricas, pp. 78- 79. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: <http://www.iie.org.mx/boletin022014/breve.pdf>

De acuerdo a la temperatura¹², los yacimientos geotérmicos se pueden clasificar en cuatro grupos:

- (a) Yacimientos de alta temperatura o alta entalpía (superiores a 150 °C), mismos que se aprovechan principalmente para la producción de electricidad;
- (b) Yacimientos de temperatura intermedia o mediana entalpía (entre 90 °C y 150 °C), mismos que se pueden utilizar para la producción de electricidad mediante ciclos binarios;
- (c) Yacimientos de baja temperatura o baja entalpía (entre 30 °C y 90 °C), que permiten el uso directo del calor para calefacción, procesos industriales, balneología, entre otros; y
- (d) Yacimientos de muy baja temperatura o muy baja entalpía (menor a 30°C), cuyo calor puede ser utilizado para usos de climatización y obtención de agua caliente.

Si bien el uso más importante y conocido de la energía geotérmica es la generación de electricidad, la energía calorífica de la tierra también puede utilizarse directamente para otras finalidades, incluyendo calefacción de casas y edificios, calor para invernaderos, para procesos industriales, refrigeración, etcétera. A estos usos se les conoce como usos directos de la geotermia.

2. Usos Directos de la Geotermia

Debido a lo trascendente que resulta la generación de energía eléctrica, hasta hoy, la mayor parte del aprovechamiento de la energía geotérmica se ha dirigido a estos fines. Sin embargo, existe una diversidad de usos en los que se puede aprovechar de forma directa el calor de la tierra. Los usos directos de la geotermia han adquirido un significativo nivel de importancia y trascendencia en la búsqueda de nuevos métodos de generación de energía, sustentables y cuidadosos del medio ambiente.

2.1. Contexto Mundial

¹² LLOPIS TRILLO, Guillermo, *et al.* *Guía de la Energía Geotérmica* [en línea]. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-la-energia-geotermica.pdf>

El uso directo del calor de la tierra se ha utilizado desde las civilizaciones más antiguas a través de la balneoterapia. No obstante, el uso industrial y a mayor escala de esta energía se produce a partir en el siglo XX, siendo Islandia el país pionero, donde ya para 1920 se comenzó a brindar calefacción a los invernaderos con energía geotérmica, y para 1930 se estableció el primer sistema de calefacción urbana (*district-heating*) en Reikiavik para suministrar calor a 70 casas¹³.

Sin embargo, es en la década de los 50's cuando comienza a desarrollarse a mayor escala el aprovechamiento de la energía geotérmica de baja temperatura en Islandia, Italia, Nueva Zelanda y Japón. Para los años 70's ya se habían incorporado Hungría, Kenia, la URSS, Francia, Filipinas, Turquía y Estados Unidos. A partir de entonces se produce la gran expansión. Austria y Alemania en 1980, Australia, Canadá, China, Polonia, Rumania, Suiza y Yugoslavia en 1985, siendo para el año 2000, 58 los países con aprovechamientos declarados del calor geotérmico¹⁴.

Para el año 2015, los países con mayor capacidad instalada de energía geotérmica en aplicaciones de usos directos fueron¹⁵:

PAÍS	POTENCIA (MWt) 2015	ENERGÍA (TJ/year) 2015
CHINA	17,870.00	174,352.00
EEUU	17,415.90	75,862.20
SUECIA	5,600.00	51,920.00
TURQUÍA	2,886.30	45,126.00
ALEMANIA	2,848.60	19,531.30
FRANCIA	2,346.90	15,867.00
JAPÓN	2,186.20	26,130.10

¹³ Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio de Economía y Competitividad. *La Geotermia en el Mundo* [en línea]. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: <http://www.igme.es/Geotermia/La%20geotermia%20en%20el%20mundo.htm>

¹⁴ *Ibidem*.

¹⁵ International Geothermal Association. *Direct Uses* [en línea]. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en https://www.geothermal-energy.org/direct_uses.html

ISLANDIA	2,040.00	26,717.00
SUIZA	1,733.10	11,836.80
FINLANDIA	1,560.00	18,000.00
CANADÁ	1,466.80	11,615.00

A pesar del crecimiento constante en su aprovechamiento, en la mayoría de los países no existía una regulación que estableciera la naturaleza jurídica de la geotermia. Algunas naciones la ubicaban en el ramo de la minería; otras, asociado al uso o aprovechamiento de los recursos hídricos. Hoy, una gran cantidad de regulaciones han evolucionado para considerar a la geotermia como una fuente energética, y se han promulgado leyes para regular su explotación. Un ejemplo es México, que emitió la Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento con la finalidad de regular el reconocimiento, la exploración y la explotación de los recursos geotérmicos.

Sin embargo, no todas las regulaciones han considerado a los usos directos de la geotermia, dirigiendo sus normas a la explotación de este recurso con fines de generación de energía eléctrica. Este es el caso de México que, si bien ha incluido una definición de los usos diversos de la geotermia en las recientemente publicadas Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento¹⁶, las disposiciones contenidas en dichas regulaciones no son apropiadas para el aprovechamiento del recurso geotérmico en usos diversos.

2.2. Tecnologías y Aplicaciones de los Usos Directos

Al 2014, los usos no eléctricos más comunes a nivel mundial en los que se aprovecha la energía geotérmica de la tierra de forma directa son: (i) las bombas de calor geotérmicas que representan un 70.9% del total de la capacidad instalada; (ii) la balneología que utiliza el 13%; (iii) la calefacción de espacios en un 10.7%; (iv) invernaderos con el 2.6% de la capacidad instalada; (v) la acuicultura en un 1%; y, diversos procesos industriales que en

¹⁶ El artículo 2, inciso VIII del Reglamento de la Ley de Energía Geotérmica define a los Usos Diversos como aquellos usos en los que se puede aprovechar la energía geotérmica diferente a la generación de energía eléctrica, entre los que se encuentran, la calefacción urbana o de invernaderos, elaboración de conservas, secado de productos agrícolas o industriales, deshielo, lavado de lana y tintes, refrigeración por absorción o por absorción con amoníaco, extracción de sustancias químicas, destilación de agua dulce, recuperación de metales, evaporación de soluciones concentradas y la fabricación de pulpa de papel.

su conjunto utilizan el 1.7% de la capacidad instalada de energía geotérmica aplicada a usos directos¹⁷.

Es importante entender el alcance y funcionamiento de cada uno de los usos directos en los que se puede emplear la energía geotérmica, así como las tecnologías asociadas a su aplicación, a efectos de analizar posteriormente cómo se regulan jurídicamente cada uno de ellos en los diferentes países en donde se aprovechan.

2.2.1. Bombas de Calor Geotérmicas (BCG)

Toda vez que a cierta profundidad del suelo la temperatura es relativamente alta y estable, independientemente de la estación del año o de las condiciones meteorológicas, mediante un sistema de captación adecuado y una bomba de calor geotérmica se puede transferir el calor del subsuelo para la calefacción doméstica y la obtención de agua caliente. La bomba de calor geotérmica también funciona de forma inversa: en verano extrae el calor de la vivienda mediante el mismo sistema de captación de calor y lo transfiere al subsuelo, enfriando así la habitación. Por lo tanto, las BCG tienen la capacidad de sustituir a los aparatos de aire acondicionado y de calefacción de una casa. Recientemente, las BCG también son utilizadas para el calentamiento de albercas ya que, al emplear el calor de la tierra, no dependen de la disponibilidad del sol como sí lo hacen los calentadores solares.

Las BCG pueden utilizar sistemas de circuito cerrado o abierto, que se pueden instalar de tres maneras: horizontal, vertical, o en un estanque/lago. El tipo elegido depende de los espacios disponibles y el tipo de suelo y roca en el lugar de instalación.

2.2.2. Balneología

Como hemos mencionado, la balneología es el uso más antiguo que se le ha dado a la energía geotérmica. Desde hace muchos siglos varios pueblos como los romanos, griegos y aztecas, utilizaban los manantiales termales para tomar baños o para fines que consideraban medicinales¹⁸.

¹⁷ Asociación Geotérmica Mexicana. *Recursos Geotérmicos* [en línea]. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: http://www.geotermia.org.mx/geotermia/?page_id=688.

¹⁸ PROL-LEDESMA, Rosa María. *El Calor de la Tierra*, Fondo de Cultura Económica, México, 1998, pp. 54-56.

Como comenta la Dra. Prol-Ledesma, en la actualidad, la balneología es uno de los usos más extendidos de los manantiales termales, ya que éstos pueden ser utilizados para este fin en un rango muy amplio de temperaturas y composiciones, y no implican ninguna elaboración o transformación de los fluidos geotérmicos. Las aguas de los manantiales termales se utilizan en balnearios y spas, e incluso son embotelladas para consumo humano en una gran variedad de aguas minerales que se venden en todo el mundo¹⁹. Debido a que no hay una transformación de la energía ni se modifica la composición del yacimiento geotérmico, esta forma de uso del calor se ha aprovechado a pesar de la ausencia de regulación al respecto.

2.2.3. Calefacción Urbana (*District-Heating*)

El aprovechamiento directo de los recursos geotérmicos permite diseñar un sistema de calefacción centralizado, conocido como *district-heating*. Este sistema satisface la demanda de calor de un conjunto de usuarios, distribuidos dentro de una zona extensa, del tamaño de una colonia o una ciudad entera.

Como hemos comentado, ya desde 1930 se había establecido el primer sistema de calefacción urbana en Reikiavik para suministrar calor a 70 casas.

En Europa, a la fecha, hay más de 240 sistemas de calefacción geotérmica de distrito. Naturalmente, las primeras regiones en instalar estos sistemas fueron aquellos que cuentan con un mayor potencial geotérmico hidrotermal. Sin embargo, debido a las nuevas tecnologías y sistemas, un número creciente de regiones están desarrollando sistemas de calefacción urbana. Los sistemas pueden ser pequeños – de 0.5 a 2 MW – o mucho más grandes, con capacidades de hasta 50 MW. Algunos de los nuevos esquemas de calefacción urbana que utilizan los recursos geotérmicos superficiales son asistidos por bombas de calor geotérmicas de gran tamaño²⁰.

2.2.4. Agricultura y Ganadería

La agricultura es una de las actividades con más trascendencia debido a la importancia de proveer alimentos al creciente número de habitantes en la Tierra. Se han diseñado tecnologías que permiten modificar el suelo para poder sembrar cualquier alimento y

¹⁹ *Ibidem*.

²⁰ GeoDH. *Geothermal District Heating* [en línea]. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: <http://geodh.eu/>

asegurar que los sembradíos tengan los nutrientes y agua necesarios sin depender de factores naturales. Sin embargo, uno de los aspectos difíciles de controlar es el clima. Para estos efectos, se ha intentado el uso de aires acondicionados y calefacción, pero no han sido rentables debido a los altos requerimientos de energía y combustibles.

La energía geotérmica ha brindado una solución económica y técnicamente viable a este sector; utilizando el calor del subsuelo mediante un sistema de intercambiadores de calor, se ha logrado controlar eficientemente la temperatura en el interior de los invernaderos.²¹

“El uso de recursos geotérmicos para proveer el calor necesario en invernaderos es practicado en un gran número de países: Francia, Hungría, Islandia, Italia, Japón, Nueva Zelanda, Rumania, Estados Unidos y algunos otros. Por ejemplo, en Islandia se cultivan unas 1,000 toneladas de vegetales en un área de 11 hectáreas utilizando fluidos geotérmicos, con lo que ese país se ahorra al año cerca de 20,000 toneladas métricas de petróleo, que gastaría si los invernaderos utilizaran este combustible.”²²

El calor geotérmico se puede utilizar también para la calefacción de establos y granjas, y en algunos países como Japón se utilizan también los fluidos termales para la pasteurización de leche, la incubación de pollos, la biodegradación de desechos orgánicos, el lavado y secado de lana, etcétera.

Normalmente, la instalación de los sistemas de intercambiadores de calor que se utilizan para estos fines, se introducen a la tierra de forma horizontal en profundidades cortas, típicamente de 1.5 metros.

2.2.5. Acuicultura

Además de la agricultura, la acuicultura ha tomado gran relevancia a nivel mundial. La acuicultura es el cultivo de especies acuáticas vegetales y animales tanto en zonas costeras como del interior, que implica intervenciones en el proceso de cría para aumentar la producción. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, la acuicultura es probablemente el sector de producción de alimentos de más rápido crecimiento y representa ahora casi el 50 por ciento del pescado destinado a la alimentación a nivel mundial²³.

²¹ SANTOYO GUTIÉRREZ, Edgar Rolando, *et al.*, *op cit.*, p. 60.

²² PROL-LEDESMA, Rosa María. *Op cit.*, p. 58

²³ Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Acuicultura* [en línea]. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: <http://www.fao.org/aquaculture/es/>

La temperatura que se requiere para las piscifactorías permite el aprovechamiento de los yacimientos de aguas geotermales de baja entalpía.

2.2.6. Procesos Industriales

El vapor, calor o agua caliente de los yacimientos geotérmicos puede ser empleado en aplicaciones industriales donde las instalaciones son grandes y requieren un gran consumo de energía. Las diferentes formas de utilización de este calor incluyen: procesos de calefacción, evaporación, secado, esterilización, destilación, lavado, descongelamiento y extracción de sales cuyos procesos hoy en día son aplicados en la industria de la producción de papel y reciclado, procesamiento de celulosa, tratamientos textiles, industria alimenticia y, como hemos comentado, pasteurización de leche, entre otros.

Los diferentes usos industriales en los que se podrá aprovechar de forma directa la energía geotérmica dependerán de la temperatura y gradiente geotérmico del lugar específico. Hay procesos para los que basta contar con un recurso de baja entalpía, como el secado de productos agrícolas, la cura de madera o el deshielo. Para otros procesos será necesario contar con una temperatura de nivel medio, como la manufactura de textiles, teñido, lavado y secado de lana o la manufactura de papel.

Tomando en consideración la cantidad de temperatura requerida, se podrá determinar la tecnología requerida para lograr el aprovechamiento de la geotermia en el proceso industrial respectivo y, con ello, la extensión de afectación en el subsuelo.

3. Regulación de los Usos Directos de la Geotermia en el Mundo

Debido al aumento en su aprovechamiento, hoy, una gran cantidad de regulaciones han evolucionado para considerar a la geotermia como una fuente energética, y se han promulgado leyes o directrices para regular y dar certeza jurídica a su explotación, tanto en materia de generación de energía como respecto a su explotación en usos directos.

En octubre de 2015 se llevó a cabo la *“Consultoría de Apoyo a la Secretaría de Energía para el Aprovechamiento de la Geotermia de Mediana y Baja Entalpía en Usos Directos: Aspectos Jurídicos”* (la *“Consultoría 2015”*), a efectos de analizar la legislación aplicable a los usos directos de la geotermia en México. Como resultado de dicha Consultoría 2015, se detectaron diversos problemas en la regulación actual, que se han convertido en un

obstáculo al desarrollo de los usos directos en México, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- (a) Los permisionarios están obligados a reinyectar el agua geotérmica al yacimiento del cual fue extraído, lo que resulta en una obligación demasiado onerosa y no siempre técnicamente posible.
- (b) Los permisionarios están obligados a garantizar el cumplimiento de las obligaciones derivadas de su permiso, y los concesionarios deben contratar un seguro contra riesgos y contar con planes de emergencia y contingencia previamente aprobados por la Secretaría de Energía. Sin embargo, dichas obligaciones resultan excesivas en tratándose de actividades relacionadas con usos directos de la geotermia, debido a su bajo impacto y complejidad.
- (c) Para solicitar una concesión, el interesado debe previamente haber concluido la fase de exploración del área geotérmica. Lo anterior resulta en una carga innecesaria en tratándose de proyectos de usos directos que no requieren de dicha explotación debido a que la fuente de calor siempre existe.
- (d) Los permisionarios están obligados a rendir informes técnicos y financieros semestrales y/o anuales, lo cual resulta en una carga administrativa excesiva para quien aprovecha la energía geotérmica en usos directos.

Tomando en consideración los obstáculos identificados, analizaremos las diferentes disposiciones que se han adoptado en los países con mayor capacidad instalada de energía geotérmica en aplicaciones de usos directos, a fin de identificar la mejor manera de regular el aprovechamiento directo de la geotermia en México.

3.1. Islandia

Como hemos mencionado, Islandia fue país pionero en el uso directo de la energía geotérmica donde desde 1920 se comenzaron a calentar invernaderos con energía geotérmica, y en donde para 1930 se estableció el primer sistema de calefacción urbana para suministrar calor a 70 casas²⁴.

²⁴ Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio de Economía y Competitividad. *La Geotermia en el Mundo* [en línea]. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: <http://www.igme.es/Geotermia/La%20geotermia%20en%20el%20mundo.htm>

La calefacción de espacios es el uso directo más importante en el que se aprovecha la geotermia, siendo este recurso la fuente del 90% del total de la energía utilizada para el calentamiento de casas en el país. Como hemos mencionado, la cantidad total anual de energía que se estima proviene de recursos geotérmicos alcanza los 26,700.00 TJ (7,417 GWh)²⁵.

Lo anterior ha sido posible debido a que la regulación del aprovechamiento de los usos directos de la geotermia ha establecido reglas sencillas para su explotación, ya que la propiedad de los recursos de energía contenidos en el suelo está ligada a la propiedad de la tierra.

La Ley sobre la Exploración y Uso de los Recursos del Suelo (*Act on the Survey and Utilisation of Ground Resources*) publicada el 18 de junio de 1998²⁶, tiene por objeto regular los recursos contenidos en la tierra, bajo los ríos, lagos y debajo del mar (la “Ley de Recursos de Islandia”).

En su artículo 1°, la Ley de Recursos de Islandia especifica que el término “Recurso” deberá entenderse como cualquier elemento, compuesto o energía que se puede extraer de la tierra, ya sea en estado sólido, líquido o gaseoso, independientemente de la temperatura a la que se encuentre. Asimismo, define a la energía geotérmica como las reservas de energía que se encuentran en la capa de la Tierra, así como el constante fluido de calor que proviene de la misma.

La Ley de Recursos de Islandia prevé que, tratándose de propiedad privada, la propiedad de los recursos contenidos en la tierra corresponde al propietario del terreno respectivo; tratándose de propiedad pública, la propiedad de los recursos contenidos en la tierra corresponde al Estado.

3.1.1. Reglas Generales Aplicables a la Exploración y Explotación de Recursos

Como regla general, la exploración y explotación de Recursos está sujeta a la obtención de una licencia por parte de la Autoridad Nacional de Energía de Islandia.

²⁵ International Geothermal Association. *Iceland - Direct Uses* [en línea]. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en https://www.geothermal-energy.org/direct_uses/iceland.html

²⁶ Reformada el 18 de febrero del 2006

Al tratarse de exploración:

- (a) La Autoridad Nacional de Energía tiene la facultad para instruir de oficio que se lleven a cabo actividades de exploración en cualquier parte del país, independientemente de si el propietario de la tierra esté llevando a cabo dicha exploración por sí mismo o a través de terceros. En caso de que dicha exploración la lleve a cabo un tercero, la Autoridad Nacional de Energía expedirá en su favor una licencia de exploración. En caso de que la exploración se lleve a cabo por el propietario del terreno, éste no requerirá de licencia exploratoria.
- (b) Una licencia de exploración confiere a su titular el derecho de buscar el recurso geotérmico dentro de un área específica durante la vigencia de la licencia, observando en todo momento las disposiciones aplicables de la Ley de Recursos de Islandia y las que la Autoridad Nacional de Energía considere necesarias. Como regla general, la opinión de la autoridad ambiental debe obtenerse previo a la emisión de la licencia.
- (c) Si la exploración es llevada a cabo por el propietario del terreno, no es necesario obtener una licencia de exploración. En este caso, el propietario deberá enviar a la Autoridad Nacional de Energía el plan y la descripción de cualquier perforación, construcción de túneles u otras obras importantes que planee llevar a cabo para tales propósitos. Conforme al plan presentado por el propietario, la Autoridad Nacional de Energía puede imponer condiciones específicas a las actividades a llevarse a cabo en caso de considerarlo necesario por razones técnicas o de seguridad.

Por su parte, el uso o explotación:

- (a) Siempre está sujeto al otorgamiento de una licencia por parte de la Autoridad Nacional de Energía, se trate de la utilización en terrenos privados o tierras públicas, con las excepciones que para ciertos usos directos ha establecido la Ley de Recursos de Islandia y que analizaremos en la Sección 3.1.2. del presente documento.
- (b) La licencia de explotación autoriza a su titular para extraer y usar el recurso de que se trate durante la vigencia de la licencia, conforme al alcance, términos y condiciones contenidos en la propia licencia y en la Ley de Recursos de Islandia.

Previo al otorgamiento de la licencia de explotación, se deberá obtener la opinión favorable de la autoridad ambiental y del gobierno local respectivo.

- (c) Si bien el propietario del terreno no requiere obtener una licencia para llevar a cabo actividades de exploración, éste no tiene derechos prioritarios a la obtención de una licencia de explotación o uso en su tierra. Por su parte, los municipios si tendrán un derecho preferente para obtener licencias de explotación dentro de los límites del municipio para destinarlo a instalaciones de calefacción operadas por el municipio.

La Autoridad Nacional de Energía es responsable de la vigilancia de las zonas de exploración o extracción de minerales y áreas geotérmicas, así como para regular el cumplimiento de quienes operen bajo licencias emitidas. Asimismo, es importante tomar en consideración que los usos de los Recursos también están sujetos a las disposiciones de la Ley de Protección de la Naturaleza y la Ley de Planificación y Construcción aplicable al lugar.

3.1.2. Régimen Especial aplicable a Usos Directos de Energía Geotérmica

No obstante las reglas generales de explotación de los recursos, el propietario de un terreno puede utilizar la energía geotérmica en su tierra para destinarla al uso doméstico y agrícola, incluyendo el cultivo en invernaderos y para fines industriales hasta en la cantidad de 3.5 MW, sin requerir la obtención de una licencia de explotación.

De igual forma, el propietario puede utilizar el agua subterránea que se encuentre debajo de la tierra de la que es propietario para destinarla a usos domésticos y agrícolas, incluyendo la acuicultura y usos industriales, en una cantidad de hasta 70 litros por segundo, sin requerir la obtención de una licencia de explotación.

Sin embargo, los propietarios deben notificar a la Autoridad de Energía cualquier perforación u obras importantes que prevean llevar a cabo para tales fines. La Autoridad de Energía podrá imponer condiciones a los propietarios por razones técnicas o de seguridad.

En caso de que un propietario no desee utilizar la energía geotérmica, la Ley de Recursos de Islandia permite que el arrendatario utilice dicha energía a su costo, para sus propios fines, siempre que dicha explotación no tenga como resultado el deterioro o pérdida de las características de la tierra. En este sentido, el arrendatario no podrá utilizar la energía

geotérmica sino hasta que: (i) hubiese obtenido un informe de asesores técnicos confirmando que no se provocará un deterioro a las condiciones de la tierra; y (ii) que el arrendatario haya notificado a la Autoridad de Energía de cualquier perforación u obras importantes que prevea llevar a cabo para tales fines.

3.1.3. Disposiciones Adicionales

En el caso de que se realicen perforaciones al amparo de la Ley de Recursos de Islandia, incluyendo las que realicen los propietarios de la tierra, se deberá mantener un registro con información respecto a la ubicación de la perforación, estrato, tipo y profundidad, temperatura y cualquier otra información que sea requerida. Una copia de dicho registro se deberá presentar a la Autoridad de Energía una vez concluidas las perforaciones.

Las áreas geotérmicas y las aguas subterráneas no deberán ser dañadas por el llenado, vaciado u otros medios. El curso de agua que fluye de una zona geotérmica no deberá modificarse salvo que sea necesario para la utilización de la energía geotérmica y según lo permita la Ley de Recursos de Islandia o la Autoridad Nacional de Energía.

Las partes que extraigan energía geotérmica o aguas subterráneas de la tierra, tienen la obligación de llevar a cabo la extracción con el fin de maximizar la eficiencia a largo plazo. Esto incluye no extraer más energía geotérmica o agua de la necesaria.

3.1.4. Conclusiones

En resumen, las disposiciones de la legislación de Islandia relacionadas con el uso de la energía geotérmica para fines distintos a la generación de energía prevén que:

- (a) La propiedad de los recursos está ligada a la propiedad de la tierra;
- (b) Como regla general, es necesario obtener una licencia para llevar a cabo actividades de exploración, salvo que dichas actividades se lleven a cabo por el propietario de la tierra; y
- (c) Para el uso de los recursos, es necesario obtener una licencia de explotación, salvo que se trate de usos directos para fines residenciales, agrícolas o industriales dentro de los límites establecidos en la ley, en cuyo caso no será necesario obtener una licencia de uso.

3.2. Estados Unidos

Estados Unidos de América ("EUA") es uno de los países que tiene más capacidad instalada para la producción de energía eléctrica a partir de energía geotérmica en el mundo. En EUA la energía geotérmica se usa directamente para el calentamiento de albercas, spas, invernaderos, y también es empleado para el calentamiento y enfriamiento de espacios particulares y distritos, para la acuicultura, el derretimiento de nieve, la agricultura y la aplicación industrial de BCG.

En EUA, la energía geotérmica es regulada a nivel estatal y federal, siendo el 90% de los proyectos geotérmicos regulados por las leyes federales²⁷.

3.2.1. Regulación Federal

A nivel federal la energía geotérmica es regulada principalmente a través de la Ley Federal de Vapor Geotérmico (*Geothermal Steam Act de 1970*) y el Título 43 del Código Federal de Reglamentos (*Federal Code of Regulations*).

En la Ley Federal de Vapor Geotérmico se define a los recursos geotérmicos como todos los productos de un proceso termal, vapor y otros gases o agua resultante de agua, gas u otros fluidos introducidos de manera artificial a formaciones geotérmicas, calor y otras formas de energía asociadas a formaciones geotermiales y cualquier producto derivado de lo anterior.

3.2.1.1. Derechos sobre la superficie

En primera instancia, para verificar que se pueda llevar a cabo el desarrollo de cualquier proyecto geotérmico, deberá de verificarse si en el plan de uso de tierra respectivo se prevé la utilización de recursos geotérmicos.

Por otra parte, la Federación otorga arrendamientos sobre sus tierras a los particulares, quienes deben de pagar al mismo una renta y, dependiendo del uso, una regalía en caso de que los productos derivados del uso del recurso geotérmico puedan ser considerados como minerales en términos de la Ley de Arrendamiento de Minerales. Asimismo, se

²⁷ BATTOCLETI, Liz. *An Introduction to Geothermal Permitting* [en línea]. Noviembre, 2005 [fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: http://www.geothermal-biz.com/Docs/Intro_to_geo_permitting.pdf

pueden obtener derechos de vía para actividades accesorias a la exploración y explotación.

Es importante notar que el arrendamiento de tierras federales conlleva los derechos correspondientes a la explotación del recurso y las actividades necesarias para ello, sin perjuicio de los demás permisos o licencias que se deban conseguir para ciertas actividades como la perforación.

3.2.1.2. Exploración

El requisito regulatorio aplicable en este caso depende de qué tan invasiva sea la exploración.

En caso de ser poco invasiva (tal como exploración aérea, vía satélite e incluso la perforación de pozos de gradientes de temperatura) solamente se requerirá notificar a la autoridad la intención de realizar ese tipo de exploración. En caso de que se necesite realizar un procedimiento invasivo, tal como la perforación más allá de la perforación de un pozo de gradientes de temperatura, se necesitará un permiso de perforación geotérmico.

3.2.1.3. Construcción

Para llevar a cabo la construcción de cualquier tipo de instalaciones, se requiere una licencia de sitio. Una fianza debe ser otorgada por el particular como garantía en caso de daños. Adicionalmente se necesita un permiso de utilización, en el cual también se regula la operación del desarrollador.

3.2.1.4. Explotación

Se necesita un permiso de utilización para la operación de cualquier uso directo del recurso geotérmico. También se necesita un permiso de uso comercial, necesario para la venta o cualquier clase de aprovechamiento comercial del recurso geotérmico.

3.2.2. Regulación Local

En algunos Estados se distingue entre la energía geotérmica de alta temperatura y la energía geotérmica de baja temperatura, y tomando en consideración esta característica, su regulación varía. En el primer caso, la energía geotérmica se considerará como un

recurso distinto a los minerales y al agua, siendo titular de dicho recurso el propietario del terreno en donde se localiza el recurso; en el segundo caso se considerará agua subterránea, siendo aplicables a ambos, regulaciones distintas.

Por otro lado, en algunos Estados, se regula como una energía *sui generis* que se encuentra relacionada de muchas maneras al agua y a los minerales.

A continuación algunos ejemplos:

ESTADO	CLASIFICACIÓN GEOTÉRMICA
ALASKA	Mineral Agua por debajo de los 120° C (248°F) es de libre apropiación como agua subterránea por lo que está sujeta a la legislación en materia de agua. Alaska es propietario de todos los recursos geotérmicos, incluyendo aquellos que se encuentran sobre terrenos de propiedad privada. Sin embargo, el Estado otorga a los propietarios de dichos terrenos, un derecho preferencial a un permiso de prospección o de alquiler.
IDAHO	<i>Sui generis y agua</i> <i>Sui generis:</i> Aguas subterráneas con una temperatura en el fondo a 212°F, son clasificadas como “Recurso geotérmico”. Agua: Aguas Subterráneas de entre 85°F Y 212°F de temperatura en el fondo es clasificada como “recurso geotérmico de baja temperatura”. Idaho reclama la propiedad de todos los recursos geotérmicos del subsuelo del Estado y de las escuelas, así como la facultad de regular la explotación y uso de todas los recursos geotérmicos del estado.
	<i>Sui generis</i> Los recursos geotérmicos sólo incluyen la energía de calor que es utilizable para la producción de electricidad.

WASHINGTON Todos los usos directos de los recursos geotérmicos son considerados como de aguas subterráneas y son regulados acorde a estas.

Los recursos geotérmicos son propiedad del propietario de la superficie.

El agua subterránea es un recurso público disponible mediante apropiación.

En los casos en que no se necesite el aprovechamiento de aguas para el desarrollo del proyecto geotérmico, no es necesario pedir ningún permiso o licencia de ese tipo. Sin embargo, esto no excluirá la necesidad de alguna clase de licencia o permiso para la construcción establecida localmente.

3.2.2.1. Derechos sobre Agua.

En caso que el proyecto sea a base de un recurso geotérmico relacionado con agua, se deberá obtener un permiso o licencia para poder administrar dicho líquido. Las autoridades encargadas de esto son normalmente entidades gubernamentales especializadas en temas de agua o en medio ambiente.

En la mayor parte de los casos, el agua parte de ser un recurso público a poder ser objeto de apropiación por un particular, siendo preferido y respetado el derecho sobre el agua que se haya obtenido primero.

Para la apropiación, se debe presentar una solicitud señalando el uso y la cantidad de agua que será utilizada para el proyecto, entre otros datos. Dicha solicitud se deberá publicar en medios de comunicación como periódicos, con el fin de que terceros puedan manifestar algún interés en contrario o apelación. La aplicación conlleva el pago de cierto monto.

En caso de que no sean presentados dichos intereses en contrario o apelaciones, procederá a realizarse un examen del terreno por parte de la autoridad – directamente o a través de particulares certificados como examinadores – con el fin de verificar el uso que se le dé al recurso. Por último, se emite un certificado que avala el derecho sobre aguas que tiene el particular.

3.2.2.2. Perforación del Pozo.

De manera general, se solicita que se manifieste a la autoridad correspondiente la construcción del pozo, con el fin de que la autoridad pueda llevar a cabo la revisión de las características técnicas que se utilizarán para la construcción y verificar que se cumpla con la regulación. Asimismo, es común que se establezca el requisito de presentar un reporte a la autoridad en el momento en que se haya terminado de construir el pozo.

En algunos casos, la legislación local requiere el otorgamiento de una garantía, ya sea en específico por la construcción del pozo o para el otorgamiento de una licencia de perforador de pozos. Adicionalmente, se pueden encontrar áreas en las que existen restricciones temporales o de otra índole para la perforación de pozos.

3.2.2.3. Descarga de aguas.

Tal como sucede en otras jurisdicciones, la descarga de aguas por excelencia sería la inyección del agua bajo tierra; sin embargo, existen otras opciones para la descarga de agua en cuerpos superficiales.

La inyección de aguas subterráneas está regulada por el Programa de Control de Inyección Subterránea. Dicho programa fue implementado junto con regulación relativa a la calidad del agua. En esta línea, el agua debe cumplir con una serie de requisitos mínimos y, asimismo, en caso de que se necesite la construcción de un pozo de inyección, éste debe ser registrado en dicho programa y se debe obtener una licencia que permita su construcción.

3.2.3. California.

Debido a la importancia que tiene el Estado de California en energías renovables en los Estados Unidos de América, se consideró necesario establecer un capítulo en el que se detalle la regulación aplicable en dicho Estado.

En primera instancia, las leyes del Estado de California solo serán aplicables cuando se trate de proyectos en tierras propiedad de dicho Estado o cuando el Estado de California tiene titularidad sobre minerales existentes en determinada tierra²⁸.

²⁸ Esto sólo sería aplicable en caso de que los recursos geotérmicos se encuentren en minerales, de acuerdo con la definición de recursos geotérmicos.

En sus leyes se define “Recursos Geotérmicos” como el calor natural de la Tierra que se produce debajo de la superficie y que incluye la energía relacionada con dicho calor, así como minerales en solución u otros productos derivados de fluidos naturalmente calentados, vapor y gas asociados, entre otros.

Los recursos geotérmicos son regulados en la Ley de Recursos Geotérmicos y de la sección 3700 a la 3776 del Código de Recursos Públicos de California, principalmente.

3.2.3.1. Exploración.

Existen territorios que han sido destinados a la explotación de recursos geotérmicos en los planes de uso de suelo estatales, en muchos de los cuales, no se requiere mayor exploración o sólo se requiere exploración parcial. Por otra parte, existen terrenos en los cuales se necesita llevar a cabo totalmente la exploración.

Existen dos tipos de permisos para la exploración: los permisos de exploración y los permisos de prospección.

Por una parte, los permisos de exploración se otorgan de una manera no exclusiva y no otorgan derecho de preferencia alguno respecto de la exploración. Se pueden otorgar permisos de este tipo sobre todo tipo de tierras estatales.

Por otra parte, los permisos de prospección solamente se otorgan en caso de que las tierras no se hayan seleccionado previamente para arrendamiento por licitación pública. Dichos permisos conceden facultades para explorar un determinado terreno y se otorgan de forma exclusiva por un periodo de 2 años, prorrogables por 2 años adicionales, y otorgan el derecho a su titular para que le sea otorgado un contrato de arrendamiento en el momento en que se descubra el recurso geotérmico.

3.2.3.2. Obtención de derechos sobre las tierras y sobre los recursos geotérmicos.

Para dicho fin, debe de obtenerse de la agencia gubernamental correspondiente un arrendamiento sobre tierras.

Dichos arrendamientos pueden obtenerse a través de una solicitud a la agencia gubernamental correspondiente; sin embargo, puede determinarse que la mejor forma de designar el aprovechamiento del recurso sea a través de una licitación pública.

3.2.3.3. Perforación de pozos.

Para la perforación de pozos debe presentarse una notificación de intención de realizar una perforación, y contratar una fianza. La agencia gubernamental autorizará dicha perforación a través de la emisión de un permiso para llevar a cabo la operación de recursos geotérmicos.

3.2.3.4. Derechos sobre agua.

En caso de que se necesite de la utilización de agua superficial o del subsuelo, deberá solicitarse el permiso correspondiente ante la autoridad del agua.

3.2.3.5. Usos directos.

Dichos usos no son regulados por el sector energético federal ni tampoco de manera específica por el local, sino que dependerá de qué actividad en concreto se planee llevar a cabo, para poder determinar qué clase de permiso será necesario.

Algunos ejemplos de los permisos que se pudieran requerir dependiendo del uso directo que se vaya a realizar y sus especificaciones técnicas son:

- (a) Certificado de Conveniencia y Necesidad Pública en casos de calentamiento urbano.
- (b) En caso de requerir de estructuras, es posible que se necesite una licencia de construcción.
- (c) Los usos balneológicos podrían requerir de un permiso de albercas.
- (d) Si se realizará extracción de agua, se podrá requerir un permiso para llevar a cabo dicha extracción y, en caso de que se necesite llevar a cabo la disposición de aguas (en caso de no haber un pozo de reinyección), se necesitará un permiso para llevarlo a cabo.
- (e) En ciertos casos, las autoridades podrían requerir de un permiso condicional de uso, que consiste en una herramienta que tienen las autoridades locales en California, para otorgar discrecionalmente permisos para llevar a cabo actividades muy específicas y que se puede otorgar una vez que se ha escuchado al desarrollador en una audiencia pública.

- (f) En caso de existir residuos tóxicos, se podría necesitar un permiso para su disposición.
- (g) En caso de poder haber afectaciones a la calidad del aire, se podría necesitar un permiso de emisiones.

3.3. Canadá

En los últimos años Canadá ha adoptado la tecnología de la bomba de calor geotérmica. Se estima que para el 2010, alrededor de 50,000 viviendas y 5,000 sistemas comerciales se encontraban instalados. El costo de la instalación de estas unidades, especialmente al tratarse de trabajos de remodelación, se encuentra beneficiado por subsidios federales y locales que han aligerado la carga financiera y permitiendo que la tasa de crecimiento se estime en un 13% por año, con tasas recientes de hasta el 50%²⁹.

En la estructura de toma de decisiones en Canadá participan tanto el gobierno federal como los gobiernos de las provincias; por lo tanto, ambos desempeñan un papel importante en la política energética. Las provincias son propietarias de todos los recursos naturales dentro de sus límites geográficos y son responsables de la conservación, el desarrollo y la gestión de esos recursos. Dado que las provincias son las propietarias de los recursos naturales dentro de su territorio, el uso de la energía geotérmica en Canadá se regula de forma local por cada provincia. Actualmente, British Columbia es la única provincia que tiene una legislación específica para geotermia. El resto de las provincias han incorporado su regulación dentro de leyes más amplias que abarcan todo tipo de energías renovables.

3.3.1. Regulación de los Recursos Geotérmicos en British Columbia

La Ley de Recursos Geotérmicos de British Columbia (BC) define a los recursos geotérmicos como el calor natural de la Tierra y todas las sustancias que derivan de ella, incluyendo el agua y vapor de agua calentada por el calor natural de la Tierra y todas las sustancias disueltas en el vapor o agua obtenida de un pozo; sin embargo, no incluye: (a) agua con una temperatura inferior a 80 °C al llegar a la superficie o (b) los hidrocarburos.

²⁹ International Geothermal Association. *Canada - Direct Uses* [en línea]. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en https://www.geothermal-energy.org/direct_uses/canada.html

La propiedad y titularidad de los recursos geotérmicos en British Columbia corresponde al Estado, quien puede disponer de ellos al amparo de la Ley de Recursos Geotérmicos de BC. La exploración y uso de los recursos geotérmicos están sujetos a la obtención de una licencia y al pago de regalías. Conforme a la misma Ley, el otorgamiento de un permiso deberá adjudicarse a través de una licitación pública.

No obstante lo anterior, la Ley de Recursos Geotérmicos de British Columbia no regula los yacimientos geotérmicos de media o baja entalpía, por lo que el aprovechamiento de estos recursos no es objeto de dicha Ley y, por lo tanto, no debe seguir los procedimientos para obtención de permisos ahí descritos.

El uso de energía geotérmica de media y baja temperatura se regula de forma municipal, y está sujeto a la obtención de un permiso por el municipio. Para tales efectos, el interesado deberá presentar una solicitud con la siguiente información relevante³⁰:

- (a) El tipo de sistema a ser instalado, si es vertical u horizontal.
- (b) Nombre y número de certificación o licencia del contratista. Es importante mencionar que, la instalación debe hacerse por un contratista certificado por la *Canadian GeoExchange Coalition* o la *International Ground Source Heat Pump Association*. Para lo anterior, el contratista debe completar los cursos de capacitación ofertados por dichas instituciones, a efecto de obtener su acreditación como instalador certificado.
- (c) Un croquis del sitio que muestre la ubicación propuesta de los pozos, incluyendo la identificación de los materiales de construcción, profundidad aproximada del pozo y la distancia de éste respecto del límite de la propiedad.
- (d) Un diagrama esquemático que muestra el sistema a ser instalado.
- (e) Una carta de garantía, asumiendo la responsabilidad del sistema instalado.
- (f) Una declaración indicando la capacidad de calentamiento del sistema y confirmando que un ingeniero especializado ha revisado dicho cálculo.

³⁰ Los requisitos podrán variar conforme a las reglas específicas de cada municipio.

Los permisos son otorgados por la autoridad responsable de construcciones y desarrollo urbano.

3.3.2. Regulación de los Recursos Geotérmicos en Ontario

En Ontario, la regulación de los recursos geotérmicos no está contenida en una legislación especial, sino que han sido incluidos dentro de la Ley de Energía Limpia, en donde se define como fuente de energía renovable a aquella que se renueva a través de procesos naturales incluyendo viento, agua, biomasa, biogás, biocombustible, energía solar, energía geotérmica, la fuerza de la marea, entre otras.

Dicha Ley establece que el gobernador podrá emitir reglamentos para designar bienes, servicios y tecnologías que podrán explotar los particulares con el fin de conservar la energía, y no regula en sí misma procedimientos específicos para la obtención de permisos.

Al igual que en British Columbia, los usos directos de la geotermia se regulan a nivel municipal. Sin embargo, Ontario ha emitido una regulación especial en materia de Bombas de Calor Geotérmicas³¹ con la finalidad de establecer requisitos especiales en materia ambiental para el uso, operación, construcción, modificación, ampliación y sustitución de una bomba de calor geotérmica.

En este sentido, la regulación prevé que se deberá solicitar una Aprobación de Cumplimiento Ambiental; para la instalación de sistemas geotérmicos verticales con profundidad mayor a cinco metros, se deberá presentar un plan de trabajo específico con requisitos adicionales. Asimismo, el particular tiene la obligación de reportar de manera inmediata cualquier gas que se encuentre durante la perforación.

Al igual que en British Columbia, el uso de energía geotérmica de media y baja temperatura está sujeto a la obtención de un permiso por el municipio, para lo cual el interesado deberá llenar una solicitud con la información relevante que hemos analizado en la sección 3.2.1 anterior. Los permisos son otorgados por la autoridad responsable de construcciones y desarrollo urbano.

³¹ Ontario Regulation 98/12, Ground Source Heat Pumps

3.4. China

Para el año 2015, China encabezó la lista de los países con mayor capacidad instalada de energía proveniente del uso directo de la geotermia. El uso con mayor auge ha sido las instalaciones de bombas de calor geotérmicas. En 2015, las BCG representaron el 65.9% de la capacidad instalada en usos directos. Después de las BCG, el segundo uso más común es el calentamiento urbano (*district-heating*). Para el año 2015, la calefacción geotérmica proporcionaba calor para 60.32 millones de metros cuadrados, principalmente en las provincias de Tianjin y Hebei³².

Las políticas y regulación de China en relación al desarrollo de las energías renovables se dividen en tres categorías. De forma similar a la que se regulan las políticas renovables en Estados Unidos, el gobierno central es el encargado de regular los primeros niveles de las políticas a ser adoptadas, y corresponde a los gobiernos locales – municipales, provinciales o distritales – establecer el tercer nivel de la política conforme a las directrices provistas por el gobierno central³³.

Las políticas de primer nivel, que corresponde emitir al gobierno central, proporcionan dirección general y orientación, e incluyen los compromisos y la postura que ha asumido el gobierno chino a nivel internacional en relación con el medio ambiente. Como parte de esta regulación, en el año 2003 el gobierno central promulgó la Ley para la Promoción de las Energías Renovables (la “Ley de Promoción China”).

Por su parte, las políticas de segundo nivel – que también corresponden al gobierno central – especifican los objetivos y planes de desarrollo, estandarizando los criterios que deben adoptarse para el desarrollo de la energía renovable. Particularmente, en este nivel se emite el Plan Quinquenal para el Desarrollo de Energía Renovable, y se emitieron los Lineamientos para Promover la Exploración y Uso de Energía Geotérmica (los “Lineamientos de Exploración y Uso”).

Por último, las políticas o regulaciones de tercer nivel – que corresponde emitir a los gobiernos locales – prevén prácticas e incentivos específicos y de gestión. Estas políticas gubernamentales de tercer nivel tienen una gran importancia para el desarrollo de las

³² International Geothermal Association. *China – Direct Uses* [en línea]. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: https://www.geothermal-energy.org/direct_uses/china.html

³³ National Renewable Energy Laboratory of the U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. *Renewable Energy in China* [en línea]. [Fecha de consulta 16 octubre 2016]. Disponible en: <http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35786.pdf>

energías renovables, ya que incluyen regulaciones especiales en materia de subsidios y deducción de impuestos por el uso de estas tecnologías.

3.4.1. Reglas Generales Aplicables a la Exploración y Explotación de Recursos

La Ley de Promoción China define como “recurso renovable” a las energías no fósiles, como la energía eólica, la energía solar, la energía hidroeléctrica, la bioenergía, la energía geotérmica y la energía oceánica. La misma Ley prevé que el desarrollo y uso de los recursos deberá ajustarse a los principios generales establecidos por el gobierno central, mismos que deberán ser ajustados para satisfacer las condiciones locales, y se deberán plasmar en un plan regional que contemple los objetivos específicos de la región, proyectos clave, el trazo de la región y, en su caso, las garantías que deban requerirse o procesos específicos que deberán seguirse.

Los Lineamientos de Exploración y Uso prevén que el desarrollo del uso de la geotermia debe basarse en la ideología de “orientación del gobierno, participación de la empresa”. Por lo tanto, con la finalidad de promover el uso de la energía geotérmica, deberá ser el propio gobierno quien lleve a cabo las actividades de exploración y determine las zonas de baja, media y alta temperatura a efectos de determinar el tipo de uso que se puede dar a ésta en cada área y con ello incentivar la participación privada.

Conforme a lo anterior, los mismos lineamientos establecieron un plazo de 3 años para que los gobiernos lleven a cabo una exploración y censo general de los recursos energéticos y llevar a cabo la evaluación de los diferentes usos que podrán autorizarse en las zonas específicas.

Por su parte, al hablar de la explotación de los recursos, los Lineamientos de Exploración y Uso señalan que al regular los procedimientos específicos locales, las autoridades deben actuar con base en principios de apertura, buscando la simplificación de procedimientos y limitación de requisitos. Sin embargo, establece que deberán existir controles estrictos en materia ambiental, que aseguren que las tecnologías utilizadas no produzcan una afectación al medio ambiente.

3.4.2. Régimen Especial aplicable a Usos Directos de Energía Geotérmica

En relación a los usos directos, los Lineamientos de Exploración y Uso disponen que las autoridades locales deban promover su uso a gran escala, debiéndole dar prioridad al

desarrollo de la BCG en edificios urbanos, en aquellas áreas donde existan recursos adecuados para ello.

Asimismo, con el fin de incentivar su uso tanto en edificios nuevos como en construcciones existentes, los gobiernos locales deberán diseñar incentivos y beneficios, y deberán ellos mismos utilizar estas tecnologías en los edificios públicos y en aquellos servicios públicos en donde se considere adecuado.

Es importante mencionar que, toda vez que cada gobierno local deberá emitir las reglas específicas que los particulares deberán seguir para la explotación de los recursos geotérmicos, estas reglas varían de territorio en territorio. Actualmente, si bien algunos gobiernos locales como Beijing y Shenyang ya han emitido disposiciones aplicables en su territorio, en muchas otras ciudades aún no se implementa una regulación.

Por su parte, a pesar de las directrices generales que ordenan la simplificación de procedimientos, en la mayoría de las ciudades es necesario hacer trámites ante diversas autoridades – como la energética, de desarrollo urbano, ambiental, entre otras – para llevar a cabo la gestión de una autorización de uso de energía geotérmica, ya que no se ha establecido una regulación clara respecto a qué autoridad deberá ser responsable de emitir las autorizaciones.

Las ciudades que han tenido un mayor auge en el aprovechamiento de estos usos son aquellas que han establecido una oficina única de gestión que se encarga de analizar los usos propuestos, otorgar permisos e inspeccionar su correcta aplicación.

3.5. Turquía

Turquía también se encuentra en la lista de los países con mayor potencial en recursos geotérmicos en el mundo. La energía con base en recursos geotérmicos de este país fue calculada en 2015 en 45,126.00 TJ/año³⁴.

El gobierno de Turquía ha concentrado sus esfuerzos en la energía geotérmica de alta temperatura utilizada para fines de producción de energía eléctrica; sin embargo, los usos directos han evolucionado de una manera importante también.

³⁴ International Geothermal Association. *Direct Uses* [en línea]. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en https://www.geothermal-energy.org/direct_uses.html.

Con el fin de promover el crecimiento de esta industria, en 2007 se expidió la Ley de Recursos Geotérmicos y Aguas Minerales Naturales, en la cual se concentra la regulación para la exploración y explotación de los recursos geotérmicos y aguas minerales naturales.

Se establece que los recursos geotérmicos y aguas minerales naturales son propiedad del Estado. Asimismo, se señala que los particulares locales y extranjeros pueden explotar los recursos a través de licencias.

3.5.1. Reglas Generales Aplicables a la Exploración y Explotación de Recursos

La Ley de Recursos Geotérmicos y Aguas Minerales Naturales establece una regulación de dos fases de los proyectos como hemos encontrado en otras jurisdicciones.

En primera instancia se requiere una licencia para la exploración de los recursos, que tiene una vigencia de 3 años.

En segunda instancia se encuentra una licencia para la explotación de los recursos, que incluye las actividades que se necesiten para el proyecto y que incluyen perforación y extracción, producción, uso y reinyección. La licencia de explotación se otorga por un periodo de 30 años y puede ser prorrogada en fases de 10 años. Dicha licencia cubre, de manera general, todas las actividades relacionadas con la energía geotérmica, incluyendo los usos directos. Sin perjuicio de lo anterior, permisos y autorizaciones aplicables a construcción y otras actividades necesarias para la explotación de la energía geotérmica a través de usos directos son independientes a la licencia de explotación.

Adicionalmente, se establecen normas que regulan la reinyección de agua de manera subterránea. En caso de que no sea posible la reinyección, se establecen normas que regulan las condiciones en las que debe ser descargada el agua utilizada.

A nivel federal, la autoridad competente es el Ministerio de Energía y Recursos Naturales y la entidad estatal competente es la Administración Provincial Especial.

3.6. Alemania

Alemania es uno de los países de la Unión Europea en los que hay mayor empleo de la energía geotérmica para usos directos. Los usos directos con mayor presencia en

Alemania son las bombas de calor geotérmicas para calefacción urbana y de espacios individuales y las plantas que utilizan combinaciones de calor y electricidad. De acuerdo con el European Geothermal Energy Council, no existen reportes de uso de geotermia para la agricultura.

Los estados con mayor aceptación política del sector de bombas de calor geotérmicas parecen ser Bavaria, Baden-Württemberg, Brandenburg y Nordrhein-Westfalen³⁵. En estos estados existe un mercado de mayor presencia que en el resto de Alemania.

En Alemania la energía geotérmica es regulada tanto a nivel federal como estatal. El marco regulatorio principal está conformado por la Ley para la Promoción de las Energías Renovables en el Sector del Calentamiento, la Ley Federal de Minería, la Ley Federal del Agua, la Ley de Cogeneración a través de Calor y Electricidad, y las leyes estatales aplicables en cada caso.

3.6.1. Disposiciones Regulatorias de la Exploración y la Explotación

La energía geotérmica en Alemania es definida en la Ley para la Promoción de las Energías Renovables en el Sector del Calentamiento como el calor extraído de la tierra.

El uso de la energía geotérmica es regulado desde la perspectiva minera, principalmente a través de la Ley Federal de Minería, en la que se señala que la propiedad de los recursos geotérmicos es de la Federación y no del dueño del terreno en el que el recurso se encuentre. Esta disposición es muy importante ya que de acuerdo con el Código Civil Alemán el propietario de un inmueble tiene tanto derechos en la superficie como en el subsuelo.

La Ley para la Promoción de las Energías Renovables en el Sector del Calentamiento establece obligaciones para los constructores de edificios nuevos para que se utilice una cierta cantidad de energía renovable, entre la cual se encuentra la energía geotérmica, en el calentamiento y enfriamiento de dichos edificios.

³⁵ European Geothermal Energy Council. *K4RES-H, Key Issue 3: Regulations for Geothermal Energy* [en línea]. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: http://geodh.eu/wp-content/uploads/2012/11/K4RES-H_Geothermal_Regulations.pdf.

Un particular requiere permiso en primera instancia para la exploración del terreno y, una vez que se ha demostrado que existe el recurso geotérmico, puede solicitar una licencia de explotación.

La explotación se podrá llevar en contra de la voluntad del dueño del terreno donde se localice el recurso, a través de mandato judicial y una compensación financiera adecuada.

Normalmente la explotación conlleva un pago a la Federación, proporcional a la explotación del recurso, aunque el pago de regalías no es exigido con el fin de otorgar un incentivo a la utilización de energías limpias.

La regulación de la utilización de la energía geotérmica, posterior a la extracción, no se realiza a través de la Ley Federal de Minería.

3.6.2. Régimen Especial aplicable a Usos Directos de Energía Geotérmica

Existe una excepción utilizada por la mayoría de los sistemas de bombas de calor geotérmicas para uso residencial, consistente en que no se necesitará licencia de explotación en caso de que la explotación se lleve a cabo para la construcción y operación de un inmueble propiedad del dueño del terreno del que se obtenga el recurso. Los pozos en estos casos no pueden tener una profundidad mayor a 100 m.

En caso de que una licencia de explotación sea necesaria, la autoridad minera se coordinará con las demás autoridades incluyendo la autoridad del agua, y la licencia de explotación se otorgará en conjunto con las demás licencias que sean necesarias.

En caso de que una licencia de explotación no sea necesaria, en caso de que se utilicen aguas del subsuelo, se deberá obtener una licencia de la autoridad del agua y un permiso para descarga de aguas.

Por otra parte, es importante resaltar que desde el punto de vista ambiental se considera que en caso de que no exista la necesidad de una licencia para la explotación, la utilización de la energía geotérmica no produce impacto al ambiente.

3.6.3. Conclusiones

En resumen, el uso directo de la energía geotérmica está regulado respecto a la perforación de pozos y el uso y disposición de aguas.

Se necesitará licencia para la exploración y la explotación del recurso geotérmico por regla general. No se necesitará licencia en caso de que el recurso se use en el mismo terreno del que se obtiene, siempre que se lleve a cabo por el propietario del terreno.

La licencia para el uso de aguas subterráneas se necesitará en todos los casos; sin embargo, en caso de necesitar licencia de explotación, dicha licencia, junto con cualquier otra necesaria, será otorgada en conjunto con la licencia de explotación.

3.7. Chile

Chile es uno de los países de América con más potencial geotérmico en su superficie. Una de las formas más populares de emplear los recursos geotérmicos de baja temperatura es a través del uso de la bomba de calor.

Los recursos geotérmicos en Chile se regulan en la Ley Sobre Concesiones de Energía Geotérmica No. 19,657 y su Reglamento. Conforme a dicha Ley, la energía geotérmica, cualquiera que sea el lugar, forma o condiciones en que se manifieste o exista, es un bien del Estado, susceptible de ser explorada y explotada, previo otorgamiento de una concesión, en la forma y con cumplimiento de los requisitos previstos en la propia ley.

La Ley Sobre Concesiones de Energía Geotérmica tiene por objeto la regulación de: (i) la energía geotérmica; (ii) las concesiones y licitaciones para la exploración o la explotación de energía geotérmica; (iii) las servidumbres que sean necesarias constituir para la exploración o la explotación de la energía geotérmica; (iv) las condiciones de seguridad que deban adoptarse en el desarrollo de las actividades geotérmicas; (v) las relaciones entre los concesionarios, el Estado y los dueños del terreno superficial; y (vi) las funciones del Estado relacionadas con la energía geotérmica.

3.7.1. Disposiciones Regulatorias de la Exploración y la Explotación.

La Ley Sobre Concesiones de Energía Geotérmica define como energía geotérmica a aquella que se obtenga del calor natural de la tierra, que puede ser extraída del vapor, agua y gases, excluidos los hidrocarburos, o a través de fluidos inyectados artificialmente para este fin. Como hemos mencionado, la energía geotérmica es propiedad del Estado, por lo que su exploración y explotación por particulares estará sujeto a la obtención de una concesión.

La concesión de energía geotérmica es definida por la ley como un derecho real inmueble, distinto e independiente del dominio del predio superficial, aunque tengan un mismo dueño, oponible al Estado y a cualquier persona, transferible y transmisible, susceptible de todo acto o contrato.

La concesión de energía geotérmica puede ser de exploración o de explotación. La exploración consiste en el conjunto de operaciones que tienen el objetivo de determinar la potencialidad de la energía geotérmica, considerando entre ellas la perforación y medición de pozos de gradiente y los pozos exploratorios profundos. En consecuencia, la concesión de exploración confiere el derecho a realizar los estudios, mediciones y demás investigaciones tendientes a determinar la existencia de fuentes de recursos geotérmicos, sus características físicas y químicas, su extensión geográfica y sus aptitudes y condiciones para su aprovechamiento. La concesión de exploración tiene una vigencia de dos años, prorrogable por dos años adicionales.

La explotación consiste en el conjunto de actividades de perforación, construcción, puesta en marcha y operación de un sistema de extracción, producción y transformación de fluidos geotérmicos en energía térmica o eléctrica. En consecuencia, la concesión de explotación confiere el derecho a utilizar y aprovechar la energía geotérmica que exista dentro de sus límites. La concesión de explotación tiene una vigencia indefinida y está amparada mediante el cumplimiento de las obligaciones establecidas para el concesionario en el título de concesión y el pago de una patente anual.

3.7.2. Régimen Especial aplicable a Usos Directos de Energía Geotérmica

La Ley Sobre Concesiones de Energía Geotérmica establece que sus disposiciones no se aplicarán a las aguas termales, minerales o no minerales, que se utilicen para fines sanitarios, turísticos o de esparcimiento. La explotación y utilización de las aguas termales se regulan por el decreto con fuerza de ley N° 237, mismo que prevé que corresponde al Presidente de la República de Chile declarar como fuentes curativas las aguas termales, minerales y no minerales ya reconocidas, y las que en adelante se descubran en el territorio nacional, siempre que, sin alterar ni transformarse su composición natural, produzcan acción medicinal. Las estaciones o balnearios termales e hidroterápicos en general, deben adaptar su organización e instalaciones al reglamento especial aplicable para dichos fines.

Inicialmente, el Reglamento de la Ley Sobre Concesiones de Energía Geotérmica No. 19,657 establecía que para la implementación de usos directos, se tendría que tramitar

ante el Ministerio de Minería la concesión respectiva, para lo cual se tenía que entregar, entre otras cosas, una descripción detallada del proyecto en el que se utilizaría de forma directa la energía geotérmica, con descripción del proceso productivo, el destino de la energía geotérmica, cuantificación de la energía térmica a utilizar y su equivalente en unidades de fluido geotérmico (m³/h; L/h), producción anual esperada e instalaciones requeridas. Sin embargo, en la reforma al Reglamento autorizada en 2015, se eliminaron dichos requisitos.

Por otra parte, la utilización de las BCG no está sometida al marco regulatorio de la Ley de Geotermia y su Reglamento³⁶, por lo que no se deberá obtener una concesión para su uso o explotación, sino un permiso que deberá tramitarse de forma municipal a través de la Dirección de Obras de cada municipio.

3.8. Aspectos más comunes en la regulación consultada

Como se puede observar en las secciones anteriores, se pueden encontrar características similares y distintivas en las regulaciones de los países que consultamos para efectos de este documento.

Consideramos que se pueden integrar 3 grupos de países desde el punto de vista de su aproximación a la regulación de los usos directos:

- (i) En la mayor parte de los países analizados, la regulación no prevé reglas o procedimientos particulares aplicables al aprovechamiento de la energía geotérmica en usos directos.

En estos casos, los requisitos aplicables al aprovechamiento de la energía geotérmica para la generación de energía eléctrica son aplicables también a los usos directos.

- (ii) Algunos países han previsto reglas y procedimientos particulares aplicables a ciertos aprovechamientos directos, con el fin de simplificarlos. Para lo anterior, se han implementado las siguientes medidas:

³⁶ Ministerio de Energía Chileno, Gobierno de Chile [en línea]. [Fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: <http://www.energia.gob.cl/energias-renovables>

- a. Requerir únicamente la presentación de una notificación a la autoridad competente, sobre el inicio, ubicación y tipo de uso.
 - b. Solicitar que la instalación se lleve a cabo por un contratista especializado y previamente registrado ante las autoridades competentes (*e.g.* bombas de calor.)
- (iii) Por último, algunos países han desregulado ciertos usos a fin de incentivar su aprovechamiento, utilizando los siguientes criterios:
- a. Desregulación de un uso determinado (*e.g.* bombas de calor, balneología)
 - b. Desregulación en base a la cantidad de energía aprovechada (*e.g.* capacidad menor a 3.5 MW)

En paralelo a la regulación en materia energética, existe regulación central o federal, y local que prevé la necesidad de obtener permisos y/o licencias relacionadas con las actividades de desarrollo y operación de proyectos de usos directos. Dentro de dichos permisos y licencias podemos encontrar las siguientes:

- (i) Certificados de necesidad o conveniencia de calentamiento urbano.
- (ii) Licencia de construcción.
- (iii) Permiso de alberca.
- (iv) Permiso para extracción y reinyección de agua.
- (v) Permisos de perforación.
- (vi) Permiso para disposición de residuos.
- (vii) Permiso de emisiones.

4. Mejores Prácticas Internacionales

Con la finalidad de incentivar el uso de la energía geotérmica, tanto para la generación de energía eléctrica en aprovechamientos de alta profundidad, como para el aprovechamiento para usos directos con un impacto de menor escala, se han emitido diversas recomendaciones a ser incorporadas en la regulación de cada país, tendientes a la simplificación de procesos y requisitos, y la homologación de criterios para la autorización de su aprovechamiento.

4.1. Unión Europea

La Comisión Europea en materia de Energía, emitió un marco regulatorio recomendado³⁷ para ser adoptado por los países miembros en materia de energía geotérmica. Dichas recomendaciones incluyen aspectos generales que deberán incluirse en las legislaciones locales a efectos de dar claridad y seguridad jurídica al uso de los recursos geotérmicos y, con ello, promover e incentivar su aprovechamiento tanto a gran escala como en relación a los usos directos.

A. Definición de Energía Geotérmica

En primera instancia, las recomendaciones prevén que las legislaciones deben incluir una definición clara de la energía geotérmica. Dicha definición debe incluir una distinción con respecto a la fuente de energía geotérmica, a efectos de proveer una regulación adecuada a cada tipo. Asimismo, se recomienda distinguir entre los recursos de alta temperatura, cuyo aprovechamiento debe realizarse a gran profundidad, de aquellos recursos de media o baja temperatura, que pueden aprovecharse a través de instalaciones poco profundas en la superficie.

Se recomienda utilizar medidas para definir y diferenciar los recursos geotérmicos superficiales y profundos con precisión, dependiendo de las condiciones geológicas o hidrológicas específicas de cada país. La normativa modelo propone definir a los recursos de poca profundidad como aquellos que puedan aprovecharse a profundidades de hasta 500 metros, siendo los recursos profundos aquellos que se aprovechan a profundidades de más de 500 metros.

Al definir y distinguir claramente los diferentes tipos de aprovechamientos, se podrá dotar de una mejor regulación a los usos directos, en atención a su impacto y complejidad.

En México, las leyes aplicables ya han incluido una definición de la energía geotérmica y de los usos directos en los que se puede aprovechar la misma. Sin embargo, consideramos que la legislación aplicable es escueta en cuanto a la diferenciación de los recursos geotérmicos superficiales y profundos con precisión.

³⁷ Intelligent Energy Europe. *Geothermal Regulation Framework* [en línea]. Noviembre 2009 [fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/gtr-h_final_gtr_h_framework.pdf

B. Delimitación de la propiedad de los recursos geotérmicos

Además de incluir una definición clara respecto al alcance de los recursos geotérmicos, se recomienda especificar claramente quién es propietario de los recursos, recomendándose que sea siempre el Estado quien detente la titularidad, como sucede con otros recursos naturales como los minerales, hidrocarburos y aguas.

Sin embargo, la legislación debe prever la posibilidad de que el Estado emita licencias o concesiones para la exploración y explotación del recurso por los particulares.

Consideramos que la legislación mexicana cumple con esta recomendación ya que el Estado detenta la titularidad de los recursos geotérmicos y permite su aprovechamiento a través de una concesión.

C. Otorgamiento de Licencias o Concesiones

La regulación de cada país debe contener un sistema claro para el otorgamiento de concesiones para que los particulares puedan realizar actividades de exploración y explotación de los recursos geotérmicos.

La normativa modelo recomienda simplificar el proceso cuando se trate del aprovechamiento de recursos geotérmicos de poca profundidad, es decir de usos directos. En particular, se recomienda que, para la instalación de BCG destinadas a fines residenciales, únicamente sea necesaria la presentación de una notificación a la autoridad competente, exceptuándolo del régimen de concesión o licencia.

En este mismo sentido, se recomienda que el aprovechamiento de los recursos geotérmicos de poca profundidad se regule a través de las leyes de planeación urbanas de forma municipal, en donde el gobierno local sea competente para otorgar los permisos correspondientes.

Asimismo, tratándose de sistemas en cascada en los que utilicen aguas geotérmicas de baja temperatura en donde no se lleve a cabo la reinyección – tales como la balneoterapia o baños termales, la normativa recomienda atender a los requisitos para la obtención de una licencia de descarga de agua ante las autoridades locales competentes.

En relación a este tema, México ha establecido reglas claras respecto a los procedimientos y requisitos que deben atenderse a efectos de obtener una concesión para la explotación

del recurso geotérmico. Sin embargo, es omiso en el establecimiento de reglas más sencillas en tratándose de aprovechamientos de recursos geotérmicos de poca profundidad, lo que ha resultado en un obstáculo para el desarrollo de los usos directos de la geotermia en este país.

D. Simplificación de procesos administrativos

Como principio básico, la normativa prevé que los procedimientos administrativos para el otorgamiento de concesiones o licencias geotérmicas deben adecuarse a los fines específicos, a fin de que la carga administrativa sobre el solicitante refleje la complejidad, el costo y los impactos potenciales del desarrollo del sistema geotérmico propuesto.

El grado de regulación respecto de los recursos geotérmicos de poca profundidad debe ser adecuado a la escala de uso. Sistemas de gran escala pueden regularse a través de leyes de desarrollo o planeación urbana ya existentes cuando se considere necesario. Se recomienda establecer un umbral de bombeo para definir los proyectos que requieren una licencia de extracción y/o explotación de aguas subterráneas, de acuerdo con la legislación nacional.

Por su parte, en tratándose de sistemas para uso residencial, la normativa propone que éstos no se sujeten a un proceso de otorgamiento de licencias o permisos de construcción, sino que únicamente sea necesario llevar a cabo una notificación a la autoridad competente, a través de un formulario prediseñado. Dicha notificación deberá servir para registrar el aprovechamiento y monitorear su uso.

Por último, en relación a la simplificación de procesos, las guías prevén que se deben incluir excepciones a las disposiciones de evaluación de impacto ambiental a efectos de fomentar el desarrollo del sector.

Consideramos que la incorporación de estos aspectos en la regulación mexicana resulta de gran importancia para fomentar el aprovechamiento de la energía geotérmica en usos directos.

E. Autoridades Competentes

La normativa recomienda que exista una organización encargada de la promoción y el desarrollo del sector de la energía geotérmica. Ésta podría ser la autoridad competente

para otorgar concesiones, ya sea a nivel nacional o local, o bien un organismo experto independiente.

La autoridad geotérmica debe tener el nivel necesario de experiencia en energía geotérmica, y adoptar estándares de mejores prácticas de la industria geotérmica. Las estructuras y la organización administrativa, las responsabilidades respectivas de las autoridades nacionales, regionales y organismos administrativos locales para procedimientos en materia de aprovechamiento de recursos geotérmicos deben estar coordinadas y claramente definidas.

Se recomienda que sea la autoridad local quien administre los procedimientos para el otorgamiento de permisos de aprovechamiento de recursos poco profundos.

En México, la Secretaría de Energía será la autoridad competente para otorgar las concesiones que correspondan según el aprovechamiento deseado y, en su caso, consideramos que deberá emitir los lineamientos, recomendaciones y mejores prácticas a ser observadas por los gobiernos estatales o municipales que se encarguen de regular los aspectos locales – principalmente en materia de construcción – relacionados con las obras requeridas para la instalación de la tecnología que permita el aprovechamiento de la energía geotérmica en usos directos.

4.2. Estados Unidos

Estados Unidos de América, a través del *Geothermal Resources Council*, *Geothermal Exchange Organization* y el *Geothermal Energy Association*, elaboró una guía de mejores prácticas para el uso de recursos geotérmicos en los diferentes estados, y con ello alcanzar las metas establecidas en el Plan de Energía Limpia publicado por el Gobierno Federal³⁸.

A. Recomendaciones Generales

En primera instancia, se recomienda que la información pública relacionada con la exploración de recursos geotérmicos se publique para que pueda ser revisada y verificada por empresas privadas. Se recomienda a los Estados llevar a cabo actividades de exploración, a efecto de desarrollar un banco de información de los recursos disponibles.

³⁸ RANI CHATRATH, Benjamin Matek, *et al.* *Using Geothermal Energy to Comply with EPA's Clean Power Plan* [en línea]. Diciembre, 2015 [fecha de consulta: 17 octubre 2016]. Disponible en: [http://geo-energy.org/pdf/Guides_2015/1-EPA%20111\(d\)_Geo%20Guide_2015-12-15.pdf](http://geo-energy.org/pdf/Guides_2015/1-EPA%20111(d)_Geo%20Guide_2015-12-15.pdf)

Asimismo, a efecto de promover el uso de estos recursos, se recomienda que los gobiernos – tanto federales como estatales – participen del riesgo de perforación.

De igual forma, se recomienda simplificar los procesos administrativos y unificar a las autoridades competentes. Las mejores prácticas recomiendan que el particular no deba hacer trámites ante diferentes autoridades, sino implementar un *one-stop agency* que resuelva el otorgamiento de permisos y supervisión de los mismos.

Las recomendaciones alientan la promoción de soluciones geotérmicas – como las BCG y los usos directos de aguas termales – para desplazar las fuentes de generación de electricidad que emiten una gran cantidad de dióxido de carbono. Se ordena trabajar con las comisiones estatales de servicios públicos para asegurar que los servicios públicos utilicen energía geotérmica.

En México, será necesario puntualizar cuáles de los requisitos generales contenidos en la Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento no serán necesarios en tratándose de usos directos, en virtud del bajo impacto del uso directo que se pretenda utilizar, a efectos de simplificar los procesos administrativos y disminuir los costos asociados al aprovechamiento. Para estos efectos, se plantea la emisión de los Lineamientos Generales a ser elaborados por la Secretaría de Energía a efectos de establecer en un solo documento los trámites que, en su caso, deba llevar a cabo el particular a efectos de aprovechar el recurso geotérmico en usos directos.

B. Recomendaciones específicas relacionadas con BCG.

Por su parte, se han emitido recomendaciones específicas relacionadas con las BCG debido a que la Agencia de Protección Ambiental las ha reconocido como una tecnología de calefacción y refrigeración eficiente y renovable que puede desarrollarse en los 50 Estados, por lo que ha alentado a los organismos gubernamentales a considerar su uso como un método para alcanzar las metas de ahorro de energía.

En este sentido, las buenas prácticas recomiendan modificar los Estándares del Portafolio de Energías Renovables, a efectos de reconocer la energía térmica renovable producida por las bombas de calor, y crear programas para medir y calcular el agregado de esta energía renovable para todas las instalaciones comerciales y residenciales.

Se recomienda que las autoridades locales reconozcan la capacidad de las BCG de reducir la demanda de energía y su importancia para la reducción de las emisiones de carbono.

Por último, reitera la importancia de que los servicios públicos utilicen esta tecnología a través de la implementación de programas especiales e incentivos.

En México, consideramos que será necesario emitir una Norma Oficial Mexicana que establezca las características técnicas y requisitos especiales para la instalación, uso y operación de una BCG.

5. Conclusiones

De la revisión general del marco jurídico aplicable al uso de los recursos geotérmicos en los diferentes países y tomando en cuenta las conclusiones de la Consultoría 2015, se alcanzan las siguientes conclusiones:

- a) En la mayoría de las regulaciones de los países consultados no se cuenta con una legislación específica en materia de geotermia. En muchos casos, esta energía se regula en leyes generales relacionadas con energía renovable.
- b) En México, la legislación existente regula de forma genérica el aprovechamiento de los recursos geotérmicos sin hacer una distinción entre los recursos de baja, media o alta temperatura, o bien respecto de aquellos que pueden aprovecharse a poca profundidad.
- c) Al no existir en México una regulación específica aplicable a los usos directos de la geotermia, éstos quedan sujetos a las regulaciones generales de exploración y explotación de recursos geotérmicos. Por lo tanto, para su aprovechamiento, deben seguir procedimientos con numerosos requisitos para la obtención de concesiones. Asimismo, previo a la obtención de una concesión de explotación, es necesario obtener una licencia exploratoria y mantenerla por un periodo determinado de tiempo. Lo anterior implica una barrera al desarrollo de los usos directos, ya que conllevan una carga administrativa y económica excesiva al particular, que es contraria a la naturaleza de dichos usos.
- d) Tomando en consideración la poca profundidad en la que se aprovechan los recursos geotérmicos que son destinados a usos directos, los países han resuelto que sean los gobiernos locales – estatales o municipales – quienes emitan las reglas que han de aplicar para la regulación de estos usos. Tratándose de sistemas de bajo impacto, la regulación es normalmente incorporada en regulaciones

relacionadas con la construcción y desarrollo urbano. Sin embargo, tomando en consideración que la energía geotérmica en México es un bien de la nación, no se podrá delegar su regulación completamente en los gobiernos locales.

- e) Si bien a nivel internacional la regulación de los usos directos se ha dejado en muchas ocasiones a los gobiernos locales, creemos que los gobiernos centrales o federales deben brindar seguridad a los inversores respecto a si la regulación general para proyectos geotérmicos será aplicable y especificar, en todo caso, que se deberán de cumplir con los requisitos que establezcan las regulaciones centrales o federales y las locales.
- f) Con la finalidad de impulsar el aprovechamiento de los usos directos, algunos países han simplificado la regulación de las BCG estableciendo que, para su uso, bastará que el particular notifique a la autoridad la incorporación de dicho sistema. Algunos otros países han adoptado normativas respecto a las especificaciones técnicas que deben contener dichos sistemas para alcanzar los criterios de eficiencia y no-impacto ambiental que los caracterizan. Consideramos que en México deberá emitirse una Norma Oficial Mexicana que establezca los criterios técnicos de eficiencia, uso, instalación y mantenimiento que serán aplicables a las BCG.
- g) Para impulsar el desarrollo de los usos directos en México, sería conveniente emitir lineamientos que expresen un criterio oficial respecto a si todos los requisitos establecidos en la Ley de Energía Geotérmica, su Reglamento y demás regulación general serán aplicables a los usos directos, así como cualquier otro requisito que se considere necesario a efectos de promover y tener un control de la explotación del recurso geotérmico, atendiendo al impacto que pudieren tener.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- PROL-LEDESMA, Rosa María. *El Calor de la Tierra*, Fondo de Cultura Económica, México, 1998.
- SANTOYO GUTIÉRREZ, Edgar Rolando, *et al. Geotermia: Energía de la Tierra*, Editorial Terracota, México, 2012.

Recursos de Internet:

- Asociación Geotérmica Mexicana. *Recursos Geotérmicos*. Disponible en: http://www.geotermia.org.mx/geotermia/?page_id=688.
- BATTOCLETI, Liz. *An Introduction to Geothermal Permitting*. Noviembre, 2005. Disponible en: http://www.geothermal-biz.com/Docs/Intro_to_geo_permitting.pdf
- European Geothermal Energy Council. *K4RES-H, Key Issue 3: Regulations for Geothermal Energy*. Disponible en: http://geodh.eu/wp-content/uploads/2012/11/K4RES-H_Geothermal_Regulations.pdf.
- GeoDH. *Geothermal District Heating*. Disponible en: <http://geodh.eu/>
- IGLESIAS RODRÍGUEZ, Eduardo Roberto. *Estimación del Potencial de Generación Eléctrica de los Sistemas Geotérmicos Mejorados en México*. Boletín abril-junio 2014, Instituto de Investigaciones Eléctricas. Disponible en: <http://www.iie.org.mx/boletin022014/breve.pdf>.
- Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio de Economía y Competitividad. *La Energía Geotérmica*. Disponible en: <http://www.igme.es/Geotermia/La%20energ%EDa%20geot%E9rmica.htm>.
- Instituto Geológico y Minero de España, Ministerio de Economía y Competitividad. *La Geotermia en el Mundo*. Disponible en: <http://www.igme.es/Geotermia/La%20geotermia%20en%20el%20mundo.htm>.
- Intelligent Energy Europe. *Geothermal Regulation Framework*. Noviembre 2009. Disponible en: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/gtr-h_final_gtr_h_framework.pdf
- International Geothermal Association. *Canada - Direct Uses*. Disponible en https://www.geothermal-energy.org/direct_uses/canada.html

- International Geothermal Association. *China – Direct Uses*. Disponible en: https://www.geothermal-energy.org/direct_uses/china.html
- International Geothermal Association. *Direct Uses*. Disponible en https://www.geothermal-energy.org/direct_uses.html
- International Geothermal Association. *Iceland - Direct Uses*. Disponible en https://www.geothermal-energy.org/direct_uses/iceland.html
- LLOPIS TRILLO, Guillermo, *et al. Guía de la Energía Geotérmica*. Disponible en: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-la-energia-geotermica.pdf>
- National Renewable Energy Laboratory of the U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency and Renewable Energy. *Renewable Energy in China*. Disponible en: <http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35786.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. *Acuicultura*. Disponible en: <http://www.fao.org/aquaculture/es/>
- RANI CHATRATH, Benjamin Matek, *et al. Using Geothermal Energy to Comply with EPA's Clean Power Plan*. Diciembre, 2015. Disponible en: [http://geo-energy.org/pdf/Guides_2015/1-EPA%20111\(d\)_Geo%20Guide_2015-12-15.pdf](http://geo-energy.org/pdf/Guides_2015/1-EPA%20111(d)_Geo%20Guide_2015-12-15.pdf)
- Secretaría de Energía. *Estrategia Nacional Energética 2014 – 2028*. Febrero 2014. Disponible en: <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/214/ENE.pdf>.
- Servicio Geológico Mexicano, Secretaría de Economía. *Geotermia*. Febrero 2014. Disponible en: <http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/geotermia>

Legislación:

- *Act on the Promotion of Renewable Energies in the Heat Sector*, Alemania
- *Act on the Survey and Utilisation of Ground Resources*, Islandia
- *Combined Heat and Power Act*, Alemania
- *Federal Mining Act*, Alemania
- *Federal Water Act*, Alemania
- *Geothermal Resources Act*, British Columbia, Canadá
- *Geothermal Steam Act*, Estados Unidos de América
- *Guidelines for Promoting Exploitation and Use of Geothermal Energy*, China
- *Law of Geothermal Resources and Mineral Waters*, Turquía

- Ley de Energía Geotérmica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de agosto de 2014.
- Ley de Transición Energética, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 24 de diciembre de 2015.
- Ley Sobre Concesiones de Energía Geotérmica No. 19,657 y su Reglamento, Chile
- *Mineral Leasing Act*, Estados Unidos de América
- *Ontario's Green Energy Act*, Ontario, Canadá
- *Ontario's Regulation 98/12, Ground Source Heat Pumps*, Ontario, Canadá
- Reglamento de la Ley de Energía Geotérmica, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 31 de octubre de 2014.
- *Renewable Energy Law of the People's Republic of China*, China