Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

PROYECTO EUROPEO

GEOELEC

IMPULSO A LA GEOTERMIA PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA EN EUROPA, CLAVE PARA CONTAR CON UN MIX ENERGÉTICO EQUILIBRADO

Esta carpeta contiene la siguiente documentación elaborada en el marco del proyecto:

Fichas técnicas

- Potencial geotérmico
- Desarrollo del mercado
- Financiación y aspectos económicos
- Empleo y formación
- Normativa y aceptación pública

CD

- Resumen Ejecutivo
- Informe Final

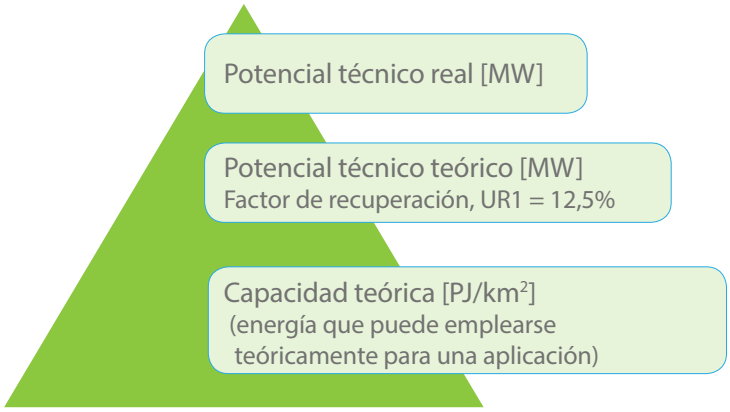
GEOELEC
www.geoelec.eu

POTENCIAL GEOTÉRMICO

EVALUACIÓN DE RECURSOS

El proyecto GeoElec ha elaborado un mapa de Europa donde se muestra la ubicación de los recursos geotérmicos que pueden desarrollarse en 2020, 2030 y 2050. El mapa se basa en una clasificación de recursos y un protocolo de información unificado para la valoración de recursos geotérmicos.

La valoración de recursos de potencial geotérmico para la generación de electricidad es el producto de la integración de datos existentes proporcionados por los 28 países de la UE y una nueva metodología que se basa en la metodología canadiense, australiana y estadounidense.



El potencial geológico (calor in situ) se traduce por un potencial económico, empleando un valor de coste normalizado de la energía (LCoE) inferior a 150 €/MWe para el escenario de 2030 e inferior a 100 €/MWe para el escenario de 2050:

- La producción de electricidad con energía geotérmica en la UE en 2013 es de 6 TWh
- Los PANER prevén una producción en la UE 28 de aproximadamente 11 TWh en 2020

POTENCIAL 2020 EN EUROPA

La energía geotérmica para generación eléctrica ha experimentado un crecimiento significativo durante varios años, y la capacidad total instalada en 2013 en Europa asciende ahora a aproximadamente 1,71 GWe, produciendo unos 11,38 teravatios-horas (TWh) de energía eléctrica cada año.

De acuerdo con los Planes de Acción Nacionales en materia de energía renovable de los Estados miembros de la UE, la capacidad aumentará de 0,9 gigavatios (GWe) instalados en 2013 a 1,4 GWe en 2020. Se prevé que la producción de electricidad con energía geotérmica en la UE en 2020 sea de 11 TWh.

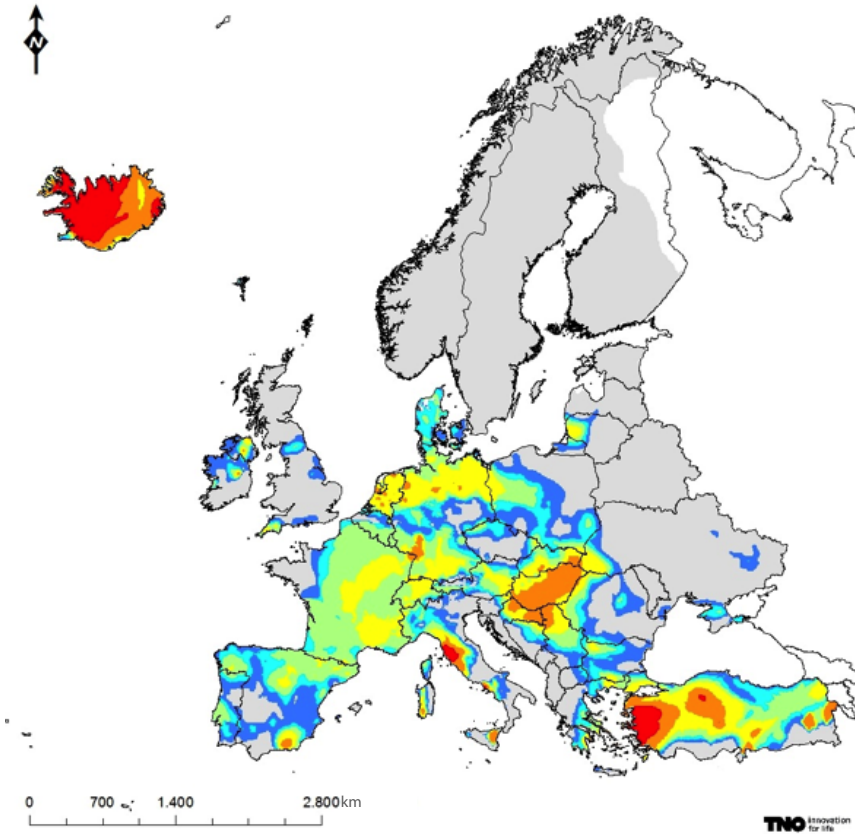
En Europa, la producción total se incrementará de 11,4 TWh a 16,7 TWh, estando vinculado este gran aumento al rápido crecimiento de los mercados de Turquía e Islandia.

El potencial económico de energía geotérmica para generación eléctrica es muy superior en 2020:

- 21,2 TWh para la UE 28

Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

POTENCIAL 2030 EN EUROPA



El potencial económico de energía geotérmica para generación eléctrica en 2030 es de:

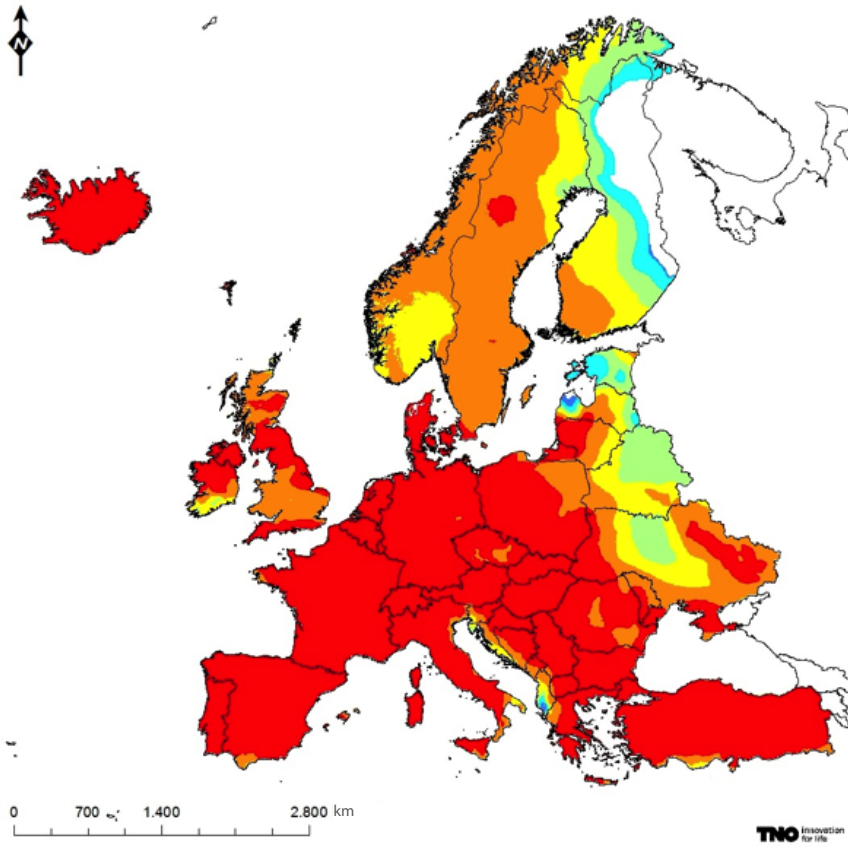
- 34 TWh para la UE 28
- 174 TWh para el potencial total en Europa

34 TWh (UE 28)

Valor de corte en € /MWe

- < 100
- 100 - 150
- 150 - 200
- 200 -250
- 250 - 300
- 300 - 400
- > 400

POTENCIAL 2050 EN EUROPA



El potencial económico de energía geotérmica para generación eléctrica en 2050 es de:

- 2.570 TWh para la UE 28
- 4.000 TWh para el potencial total en Europa

2.570 TWh (UE 28)

Valor de corte en € /MWe

- < 100
- 100 - 150
- 150 - 200
- 200 -250
- 250 - 300
- 300 - 400
- > 400

GEOELEC

www.geoelec.eu

NORMATIVA Y ACEPTACIÓN PÚBLICA

BARRERAS REGULATORIAS

Numerosos países europeos se encuentran aún en proceso de crear autoridades únicas capaces de centralizar el otorgamiento de licencias a proyectos geotérmicos.

Aún existen barreras regulatorias que pueden generar retrasos y aumentar los costes de un proyecto.

PROCEDIMIENTOS DE OTORGAMIENTO DE LICENCIAS

GEOELEC ha desarrollado un proceso avanzado para la obtención de licencias:

- **Reglas nacionales para el otorgamiento de licencias**
  - definición y clasificación clara de la energía geotérmica
  - definición clara de Sistemas Geotérmicos Estimulados (EGS)
- **Base de datos legal europea para licencias geotérmicas**
  - directrices nacionales para licencias geotérmicas en inglés
  - base legal relevante y resumen no técnico
- **Aplicación**
  - requisitos no redundantes
  - información requerida en la etapa apropiada
  - anuncio de oposición y 1 mes para aplicaciones en contra
- **Autoridad otorgadora única de licencias geotérmicas**
  - experiencia consolidada en geotermia
  - tramita aplicaciones en 6 meses
  - coordina entes administrativos competentes
- **Licencias para exploración y desarrollo**
  - exclusividad de derechos
  - precedencia según qué circunstancias
  - protección contra interferencias en el subsuelo
- **Monitorización y gestión de las licencias**
  - plan de desarrollo
  - confidencialidad
  - sin presión fiscal
  - renovación, transferencia y extensión de licencias

ESTANDARIZACIÓN Y ESQUEMAS

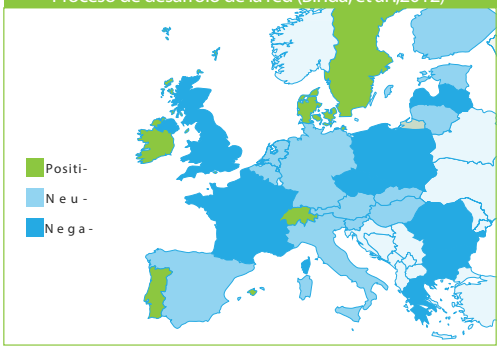
- Un Código de Geotermia (Geothermal Reporting Code) establece una terminología estandarizada y un esquema de clasifiación, además de reglas y plantillas para presentar el estado de los proyectos y sus datos en informes públicos.
- Un Código de Geotermia internacional regulado y supervisado sería de mayor utilidad para la Comunidad Geotérmica a la hora de atraer inversores internacionales.
- Hasta 2013 ese han elaborado dos códigos: en Australia (AGEA) y Canadá (CanGEA).
- GEOELEC no recomienda invertir en un Código Europeo de Información Geotérmica específico, sino más bien mantener una estrategia de esperar y observar, y continuar participando en los debates internacio-nales.
- Un grupo de expertos en materia de clasificación de recursos creado por la Comisión Económica de Nacio-

Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

ACCESO A LA RED

- No existen obstáculos técnicos a la integración de la energía geotérmica.
- Sí que existe necesidad de cumplir plenamente los compromisos que establece la Directiva de Energías Renovables.
- Básico contar con transparencia en las condiciones de acceso a la red.
- Contar con una estabilidad a largo plazo de las tarifas de

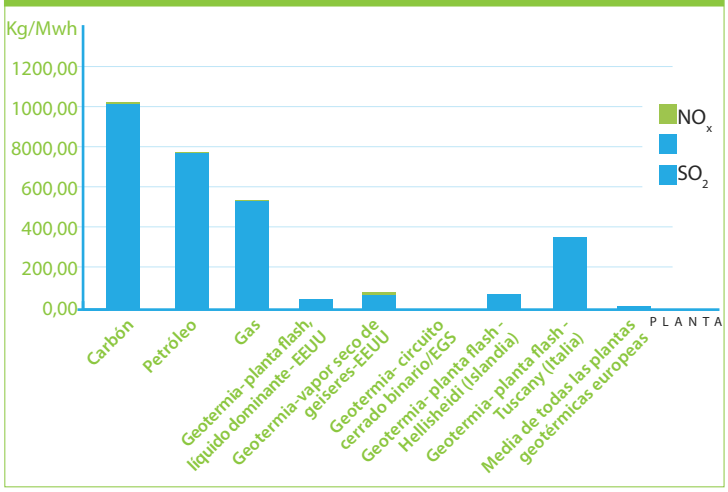
Proceso de desarrolo de la red (Binda, et al .,2012)



ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

- Impactos mínimos.
- Grados de perturbación y de generación de residuos normales para un proyecto de obra
- Los edificios, torres de refrigeración y tuberías crean un impacto visual mínimo.
- La reinyección de fluidos geotérmicos en el acuífero original no contamina el agua subterránea.
- Siguiendo la normativa ambiental, la estimulación hidráulica usa un 99% de agua, compuestos químicos inocuos y ningún aglomerante.
- La microsismicidad inducida puede

Emisiones de Gas

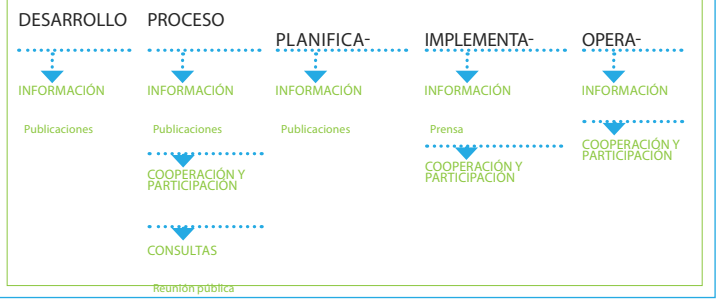


ACEPTACIÓN PÚBLICA

La aceptación social es un factor importante en la selección del emplazamiento debido a:

- Aspectos ambientales, aspectos relacionados con la falta de implicación,
- Aspectos financieros (en caso de p.ej. ayudas municipales),
- Aspectos NIMBY (Not In My Back Yard)
- Producción de energía a nivel local.

Consejos de buenas prácticas desde GEOELEC:



Las lecciones aprendidas provienen de todas partes del mundo. Para potenciar la aceptación pública normalmente es mejor elegir colores, trazados y estilos arquitectónicos que permitan que la planta se mimetice con el entorno. La tradición también puede jugar un papel relevante, como es el caso de Larderello, donde las estructuras de las torres de refrigeración se consideran como un elemento distintivo

GEOELEC
www.geoelec.eu

FINANCIACIÓN Y ASPECTOS ECONÓMICOS

VENTAJAS

Las principales cualidades de las plantas geotérmicas para generación eléctrica es la capacidad de proporcionar carga base y generar energía renovable gestionable (controlar la producción), contribuir a la
diversificación del mix energético y a proteger el sistema de la volatilidad y el aumento de los precios.
El uso de recursos geotérmicos puede generar oportunidades de desarrollo económico a los países en forma de impuestos, royalties, exportación de tecnología y empleo. El avance de la energía geotérmica

FINANCIACIÓN DE PROYECTOS

Para financiar un proyecto geotérmico para generación eléctrica es necesario tener en cuenta dos hitos clave en la fase inicial de desarrollo del proyecto: una fuerte inversión de capital y un esquema de seguros para cubrir los riesgos geológicos.
El proyecto puede dividirse en diferentes fases:

- Ident. del emplazamiento
- Estudios de (pre)factibilidad
- Permisos
- Fondos
- Seguros

- Pozos
- Ensayos de bombeos

- Construcción de la planta

RIESGO DE INVERSIÓN
debido al limitado interés por parte de los bancos a participar en el riesgo en esta etapa, incluso con seguros de prospectiva

"ZONA GRIS"
instrumentos de deuda, carta de toma de consciencia de los riesgos

RIESGO DE PAGO DE DEUDA
asegurar suficiente financiación para la venta de calor/electricidad

COSTES DE UN PROYECTO EGS

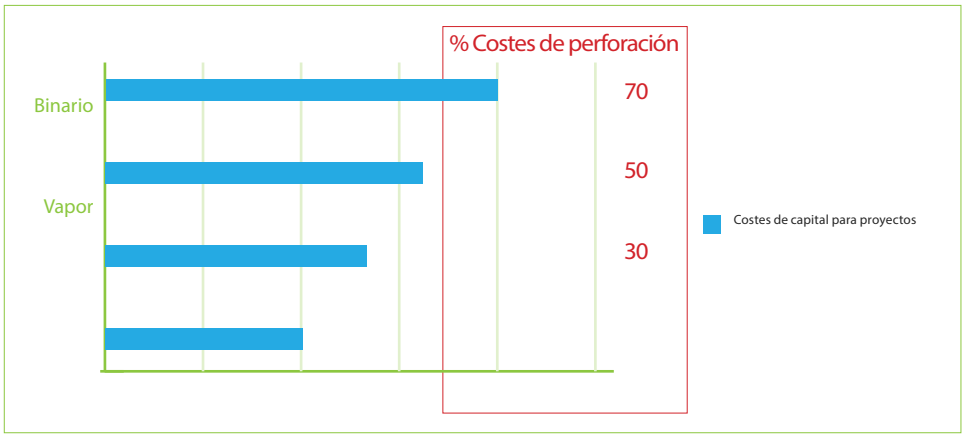
Los costes totales de un proyecto geotérmico están dominados por los costes de capital al inicio del proyecto. La experiencia ha demostrado que la fase de planificación del proyecto puede consumir hasta un 10% del total de los costes de capital.
Los costes de perforación representan entre el 50% y el 75% de los costes totales.
La ingeniería de los sistemas EGS y la cobertura de riesgos mediante seguros representan otros dos tipos de gastos importantes, mientras que los costes operativos anuales

Exploración	Pozos
1-3 M€	10-30 M€
Central eléctrica (4-5 MW)	**Ingeniería EGS**
15-20 M€	4-8 M€
Seguros	**Planificación de proyectos**
0,5-7 M€	- 10%

Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

COSTES DE PERFORACIÓN

La perforación representa entre un 30% y un 50% del coste de un proyecto geotérmico hidrotermal de



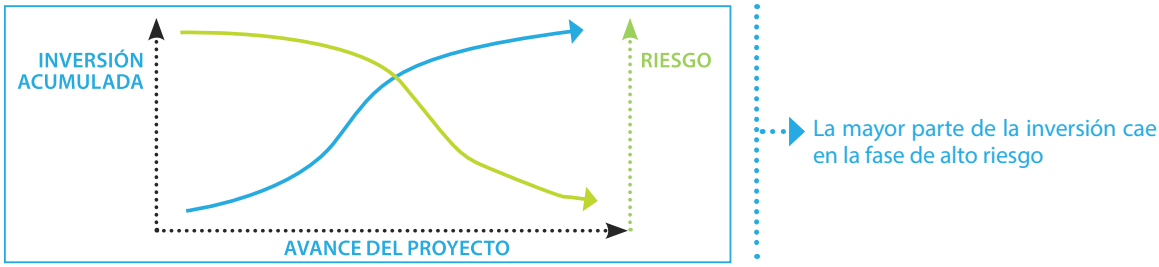
INCENTIVOS FINANCIEROS

- Es necesario contar con políticas públicas que proporcionen apoyo a la energía geotérmica para generación eléctrica, y que pueda ser competitiva en el mercado.
- Deberían establecerse mecanismos financieros innovadores que se adapten a las particularidades y madurez de las tecnologías geotérmicas y de acuerdo al grado de madurez de los mercados.
- Una medida de apoyo pública interesante a la hora de contrarrestar los riesgos geológicos sería podercontar con un Fondo Europeo de Mitigación de Riesgo Geotérmico (EGRIF).
- En el diseño del esquema de apoyo al sector, los legisladores deberían aplicar un enfoque global que vaya más allá del coste normalizado de la energía (LCoE) e incluir los costes del sistema y los factores externos. Como alternativa, existe la posibilidad de ofrecer complementos a la geotermia por los beneficios que aporta al conjunto del sistema eléctrico: gestionabilidad y energía de carga base.

Los gobiernos nacionales han venido utilizando un amplio abanico de mecanismos de políticas públicas
destinados a apoyar la generación eléctrica con geotermia. Estos se pueden dividir en ayudas a la inversión (subvenciones de capital, excenciones fiscales o deducciones en la compra de bienes) o apoyo operativo
(subsidios en precios, obligaciones de energía renovable con certificados verdes, esquemas de licitación y reducciones impositivas en la producción de electricidad). El instrumento de ayuda más utiliza-

SEGURO DE RIESGO

El escaso número de operaciones de generacion eléctrica con energía geotérmica en la UE de momento no proporciona una base estadística suficiente como para evaluar la probabilidad de éxito en la fase de perforación. Consecuentemente, los promotores de proyectos geotérmicos se encuentran con dificultades a la hora de encontrar esquemas privados o públicos de seguros de riesgo con términos y condiciones asequibles

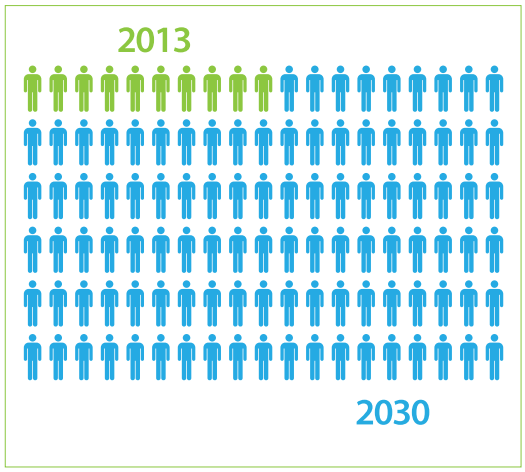


GEOELEC
www.geoelec.eu

EMPLEO Y FORMACIÓN

CREACIÓN DE EMPLEO

En 2013, hay unos 2.500 – 3.000 puestos de trabajo relacionados directamente con la generación eléctrica con geotermia en EU-28. Los puestos de trabajo relacionados con esta tecnología pueden desglosarse en diferentes tipos, desde ingenieros, perforadores y fabricantes de equipos hasta directores de proyectos. La energía geotérmica también genera puestos de trabajo indirectos, como por ejemplo proveedores de materias primas y trabajos inducidos. El número total estimado de puestos de trabajo relacionados con la geotermia para gerenación eléctrica en 2013 es de 10.000.



Según los proyectos en desarrollo y en fase de investigación, junto con la nueva capacidad instalada, se prevé creación de empleo para 2020 en Italia, Hungría, Grecia, Portugal, Francia, Alemania, España, Reino Unido, Islandia, Turquía, Bélgica, Eslovaquia y Suiza. Para 2030, debería haber más de 100.000 personas trabajando en este sector.

En los últimos años, el pequeño volumen de nueva capacidad instalada se ha traducido en una concentración de puestos de trabajo, particularmente en empleos de operación y mantenimiento (O&M) de las instalaciones. Sin embargo, el desarrollo de un número importante de nuevos proyectos generará un boom en el volumen de actividades intensivas tales como la exploración, perforación, construcción y manufactura.

CATEGORÍAS DE TRABAJOS

Se ofrecerán oportunidades laborales para personas con distintos niveles y cualificaciones. Serán necesarios investigadores e ingenieros parar explorar nuevos campos geotérmicos y se requerirá personal técnico cualificado para la construcción y operación de las nuevas plantas geotérmicas.

Algunas de las áreas principales en las que la industria de la energía geotérmica para generación eléctrica puede tener impacto en relación con la actividad económica y creación de empleo son:

- Proveedores de equipos mecánicos y materias primas
- Consultores y contratistas que busquen recursos geotérmicos
- Empresas de servicios de perforación, y de construcción y desarrollo de pozos
- Empresas de servicios medioambientales para la gestión de permisos y ensayos de muestras
- Promotores de proyectos geotérmicos, relacionados con el desarrollo, construcción, seguridad, etc.
- Operadores de centrales eléctricas y personal de mantenimiento
- Científicos para llevar a cabo trabajos de investigación y desarrollo
- Investigadores y tecnólogos para llevar a cabo trabajos de investigación y desarrollo

Co-funded by the Intelligent Energy Europe
Programme of the European Union

EMPLEO LOCAL

Debido a que las tecnologías geotérmicas son específicas para cada emplazamiento (la geología es diferente en toda Europa y el conocimiento de las condiciones locales resulta esencial) y requieren grandes cantidades de capital, las necesidades respecto a las actividades de exploración, desarrollo de recursos, construcción y operación y mantenimiento están cubiertas por los trabajadores locales, mientras que los trabajos de manufactura pueden generarse internacionalmente, en función de la ubicación de las industrias manufactureras que fabrican los equipos específicos.

Se estima que el 85% de la cadena de valor geotérmica en Europa es europea. En el futuro, no se espera que cambie, puesto que la mayoría de

FORMACIÓN Y EDUCACIÓN

Se espera que el empleo en la industria de la energía geotérmica para generación eléctrica crezca, aunque los profesionales no estén no suficientemente cualificados.

De ahí que la mejora del proceso educativo y formativo sea un factor con gran impacto en las necesidades a largo plazo asociadas a ciertas especialidades profesionales y cualificaciones. Garantizar la existencia de cualificaciones necesarias en el sector require de acciones en todos los niveles educativos y formativos, eneducación técnica y científica, formación y aprendizaje continuo. Para conseguir las reformas educativas apropiadas, se requerirá la cooperación de todas las organizaciones implicadas.

La cooperación entre las instituciones y entidades de educación y formación será necesaria para crear una red que permita un tratamiento más rápido y eficiente de las necesidades que surjan en el mercado

PLAN DE ACCIÓN SOBRE EL EMPLEO

El potencial de la industria geotérmica para generación eléctrica se puede alcanzar únicamente atrayendo, reteniendo y renovando los empleados. Las compañías y las organizaciones necesitan adoptar un conjunto de medidas que les permitan tener acceso a personal altamente cualificada que necesitan.

- Establecer el marco que garantice el desarrollo de la energía geotérmica para generecaión eléctricamediante la simplificación de la normativa y el establecimiento de los incentivos financieros apropiados.
- Crear redes educativas y formativas en materia de energía geotérmica con la implicación de plataformas industriales y centros de investigación con competencias en disciplinas relacionadas con la energía geotérmica (geociencias, ciencias de materiales, ingenieria mecánica, ciencias de computación, ciencias económicas y derecho).
- Desarrollar cursos sobre geotermia para incluirlos en programas universitarios existentes en campos como la ingeniería, biociencias, ciencias de la tierra, administración de empresas y finanzas, y lanzar nuevos cursos que combinen geociencias e ingeniería.
- Absorber empleados de industrias en declive.
- Promover la movilidad de trabajadores en Europa.
- Establecer la cooperación internacional, especialmente en sistemas EGS.

GEOELEC

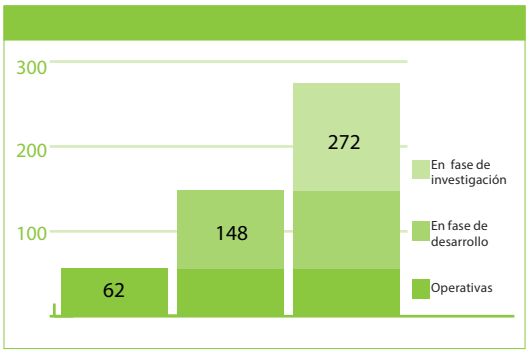
www.geoelec.eu

DESARROLLO DE MERCADO

PLANTAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

La producción de energía geotérmica para generación eléctrica está experimentando un resurgimiento de su popularidad en Europa. Hay 62 plantas de generación eléctrica con geotérmica operativas, 48 de ellas ubicadas en Estados miembros, concretamente en Italia donde existen 35 plantas.

Actualmente hay 86 plantas en desarrollo (un proyecto geotérmico necesita normalmente de 5 a 7 años para entrar

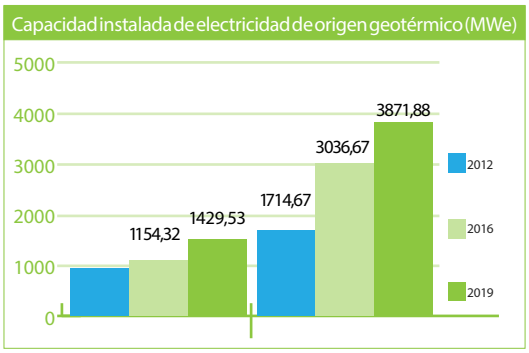


CAPACIDAD INSTALADA

En 2012 la capacidad total instalada en Europa alcanzó 1,71 GWe, produciendo cerca de 11,38 TWh de electricidad cada año.

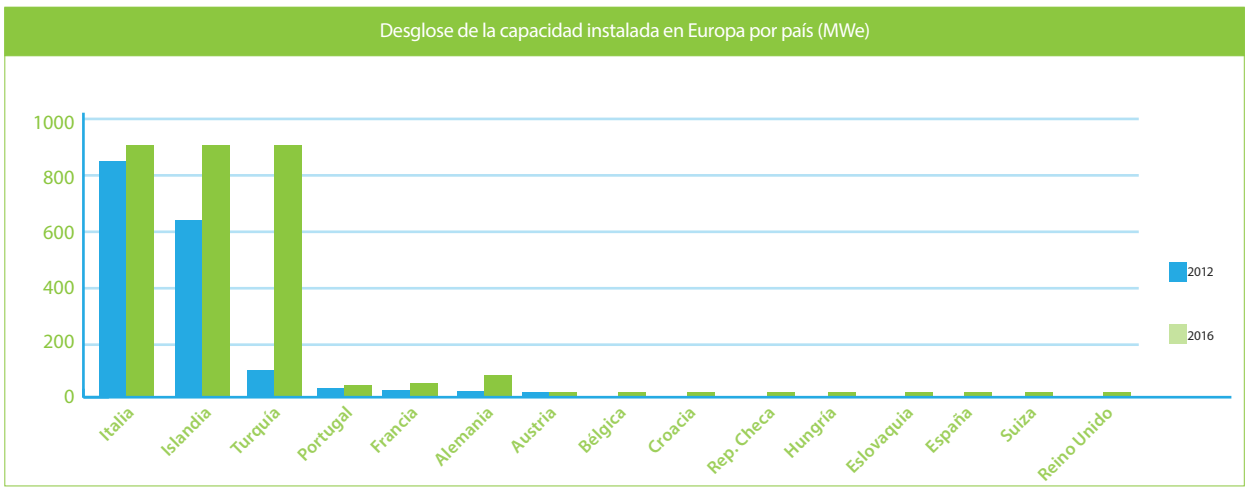
Con las plantas actualmente en desarrollo, la capacidad instalada aumentará hasta los 3 GWe en 2016, mientras que los proyectos en fase de investigación podrían aportar una capacidad adicional de 1 GWe, lo que supondría un total de

2012	2016	2019
1,71 GWe	3 GWe	4 GWe



MERCADOS NACIONALES

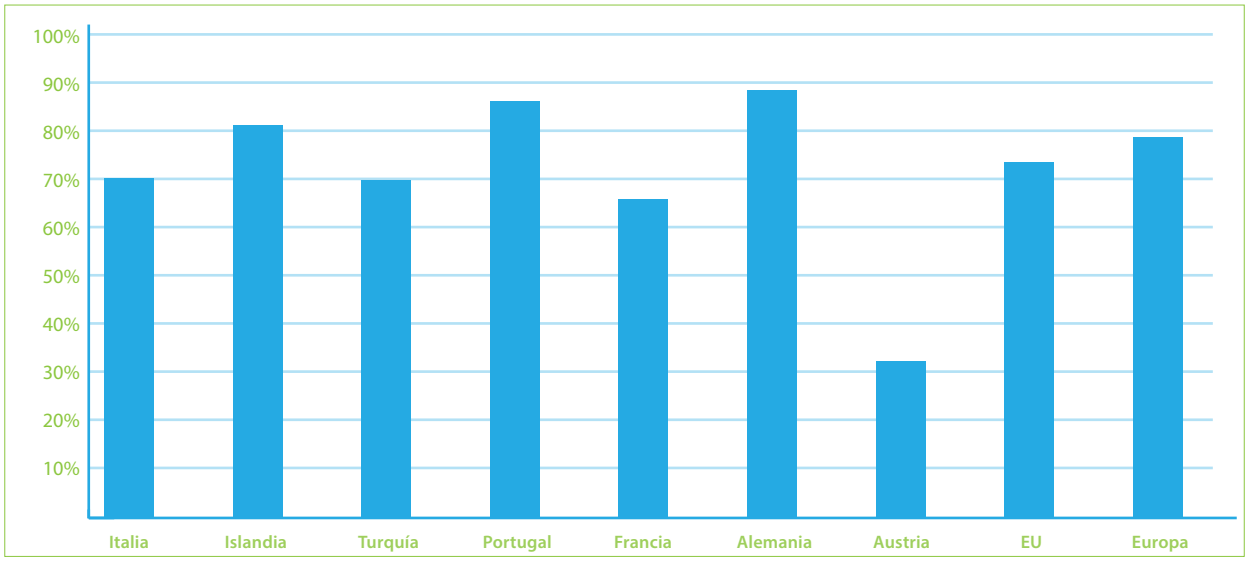
Gracias al desarrollo tecnológico (sistemas geotérmicos binarios y estimulados), la electricidad de origen geotérmico se está desarrollando en otros países distintos a aquellos que ya cuentan con una tradición geotérmica consolidada, tales como Islandia e Italia, con gran experiencia en la explotación de recursos.



Co-funded by the Intelligent Energy Europe Programme of the European Union

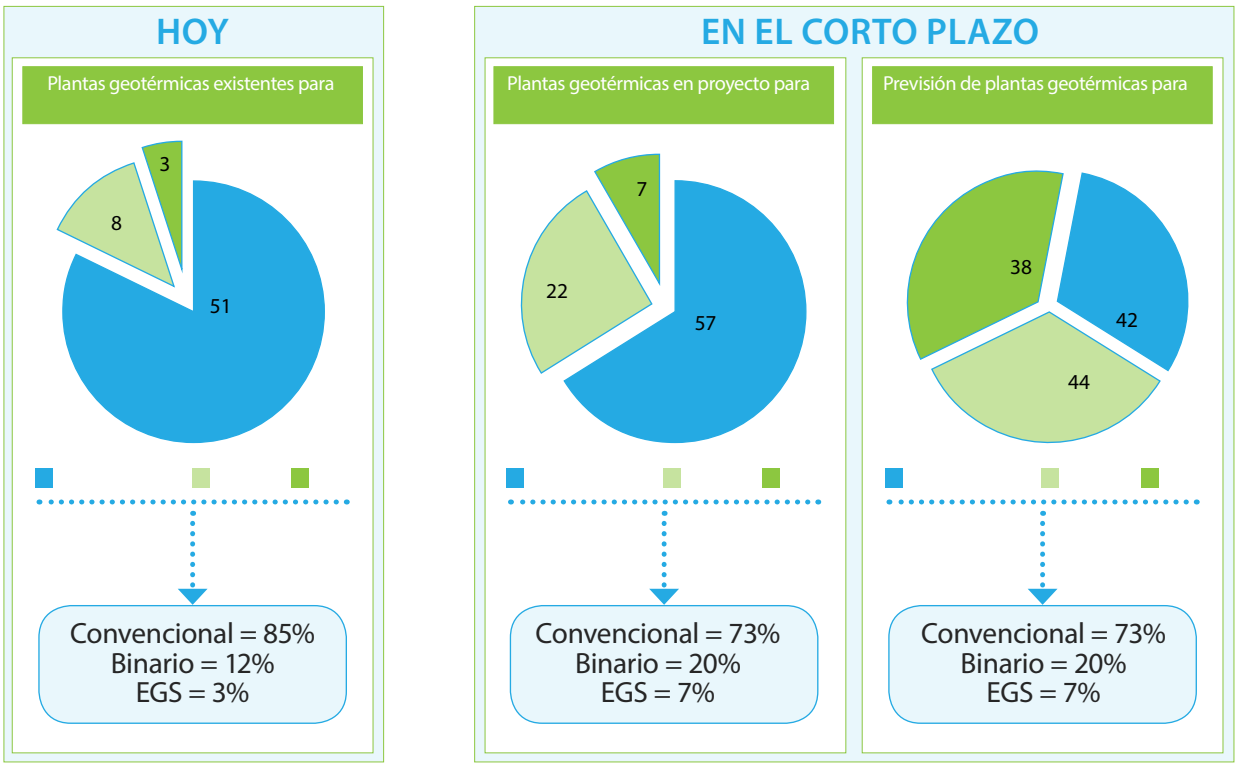
FACTOR DE CAPACIDAD

La energía geotérmica para generación eléctrica puede proporcionar energía de carga base renovable y producir electricidad de forma gestionable (controlando la producción en cada momento). Debido a que el recurso no está sujeto a condiciones climatológicas, las plantas geotérmicas normalmente están operativas durante más de un 70% del tiempo (y hasta un 95% en el caso de plantas de última generación). El extraordinario caso de Austria es debido fundamentalmente a tres plantas de generación de calor y electricidad diseñadas específicamente para alimentar sistemas de climatización urbanos.



TIPOS DE PLANTAS DE GENERACIÓN ELÉCTRICA

En Europa operan 3 tipos de plantas geotérmicas: convencional (hidrotérmica), ciclo binario y EGS. Actualmente existe un mayor número de plantas convencionales operativas, pero con el continuo desarrollo de otras tecnologías y la flexibilidad geográfica de las plantas EGS, habrá un aumento de ambos tipos en el futuro, de las 3 plantas EGS que existenten actualmente hasta posiblemente 49 plantas



GEOELEC

www.geoelec.eu