



Documento Anexo de la Guía de la Energía Geotérmica



Fundación de la Energía
de la Comunidad de Madrid

Energy Management Agency

Intelligent Energy  Europe

Σ M 
La Suma de Todos



Dirección General de Industria,
Energía y Minas

CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y CONSUMO

Comunidad de Madrid

Documento Anexo de la Guía de la Energía Geotérmica



Fundación de la Energía
de la Comunidad de Madrid

Energy Management Agency

Intelligent Energy  Europe

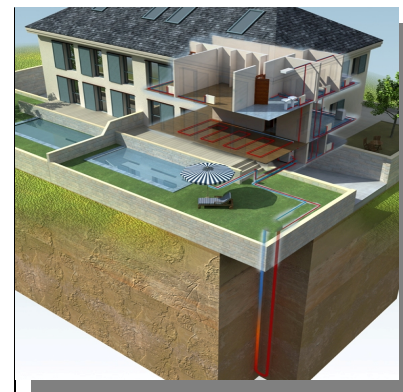


Dirección General de Industria,
Energía y Minas

CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y CONSUMO

Comunidad de Madrid

Depósito Legal:
Impresión Gráfica:



AUTORIZACIONES ADMINISTRATIVAS PARA LAS INSTALACIONES GEOTÉRMICAS DE BAJA ENTALPÍA

Con independencia de las licencias y permisos que corresponda otorgar a las Corporaciones Locales, una instalación geotérmica de baja entalpía cuya finalidad sea la de dotar a los edificios de servicios de calefacción, climatización o ACS, tiene los siguientes requisitos legales:

1. La instalación térmica o de ACS deberá ser registrada siguiendo las pautas de cualquier instalación de este tipo que utilice una fuente de energía convencional.
2. La realización de la perforación requiere la autorización desde el punto de vista de seguridad minera mediante la presentación de un proyecto según las prescripciones recogidas en las normas básicas de seguridad minera.
3. Las características particulares que puede suponer la perforación requerirá previamente que el organismo competente en materia medioambiental se pronuncie sobre los trámites a seguir según su afección al medio ambiente.

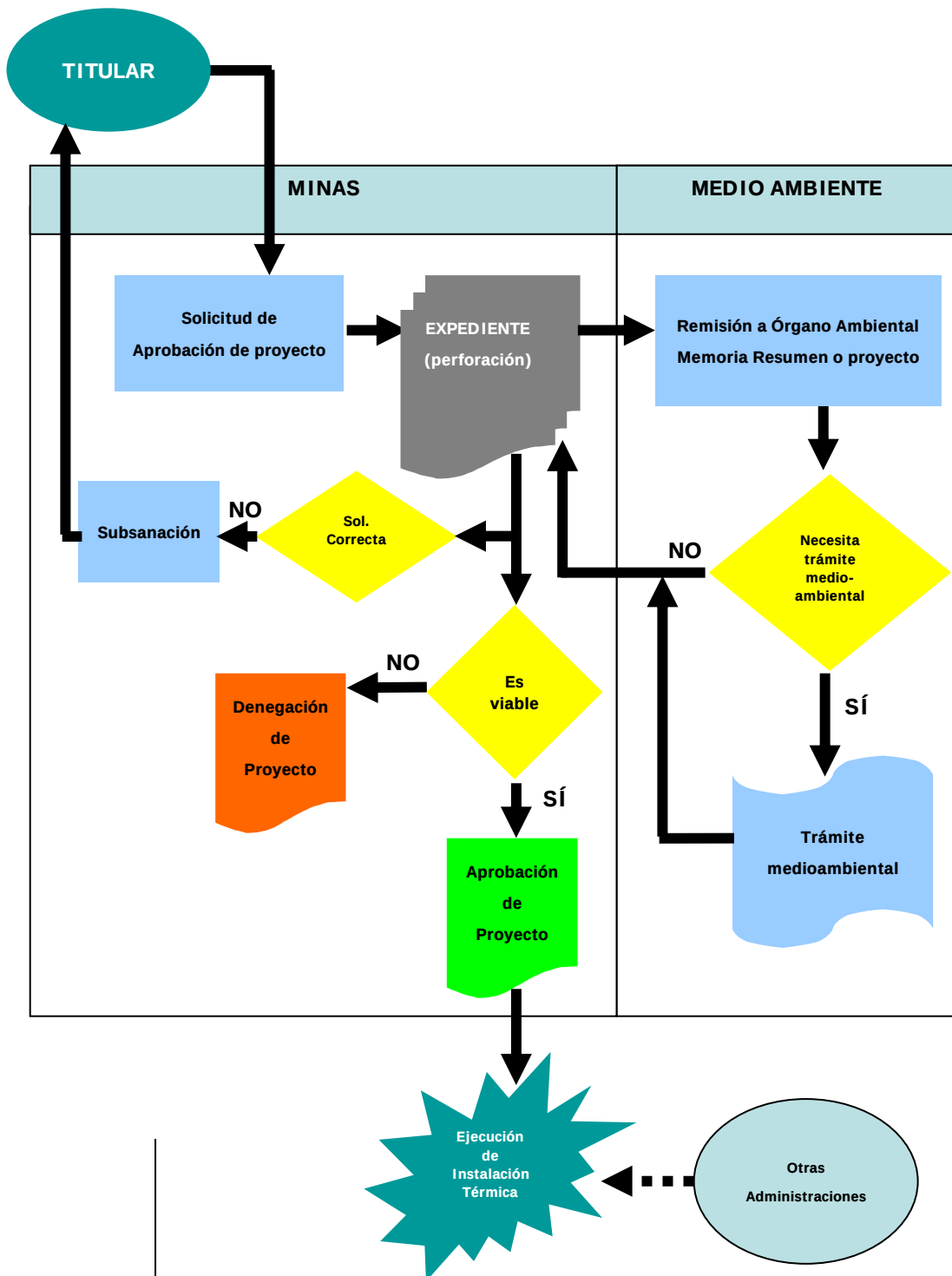
La primera de las exigencias requerirá la tramitación administrativa que, según las características de la instalación, se establece en la legislación vigente para las instalaciones térmicas en edificios, mientras que para la segunda y la tercera será necesaria la presentación de un proyecto y una memoria resumen, respectivamente.

En este texto se adjunta como anexo las directrices básicas para la elaboración de ambos documentos, así como un proyecto ejemplo elaborado con la colaboración desinteresada de la empresa GL-ROD GEOTERMIA. Su finalidad es proporcionar una orientación que facilite la presentación de la documentación administrativa de este tipo de instalaciones.

Su contenido tiene carácter de requisitos mínimos, pudiendo la Administración requerir la información o documentación adicional que estime conveniente en función de las características del proyecto.

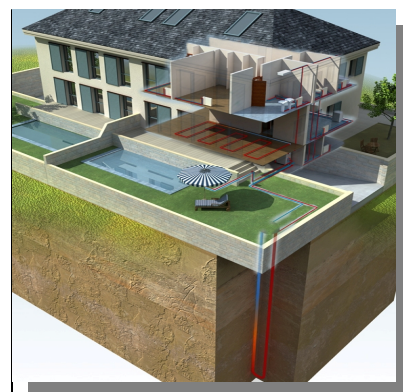
Así mismo, se adjunta un modelo de ficha resumen cuyo cumplimiento facilitará la tramitación administrativa de este tipo de instalaciones ante la Autoridad Minera.

TRAMITACIÓN ADMINISTRATIVA



ÍNDICE

Anexo 1.	DIRECTRICES PARA LA REDACCIÓN DE UN PROYECTO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SEGURIDAD MINERA PARA EL APROVECHAMIENTO GEOTÉRMICO DE BAJA ENTALPÍA	7
Anexo 2.	DIRECTRICES PARA LA REDACCIÓN DE LA MEMORIA-RESUMEN A PRESENTAR PARA EL ESTUDIO CASO POR CASO DE LOS EFECTOS AMBIENTALES	11
Anexo 3.	MODELO DE FICHA RESUMEN DE INSTALACIÓN	13
Anexo 4.	PROYECTO TIPO DE PERFORACIÓN PARA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA DE BAJA ENTALPÍA	15



Anexo 1

DIRECTRICES PARA LA REDACCIÓN DE UN PROYECTO DESDE EL PUNTO DE VISTA DE SEGURIDAD MINERA PARA EL APROVECHAMIENTO GEOTÉRMICO DE BAJA ENTALPÍA

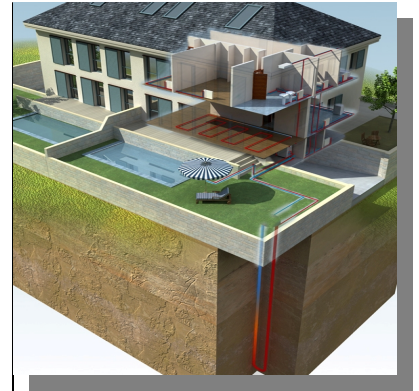
Estas directrices se refieren al proyecto de aprovechamiento del recurso geotérmico y no considera la instalación térmica que posteriormente se alimente de la fuente de energía.

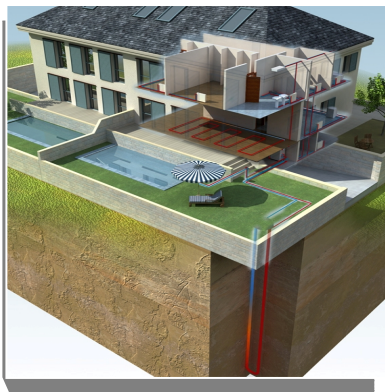
En la redacción de un proyecto para el aprovechamiento de la energía geotérmica habrá que recoger, al menos, los siguientes aspectos:

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

Recogerá los siguientes aspectos:

- a) **Objeto del proyecto**, indicando su uso y finalidad perseguida con el mismo y una breve descripción de su contenido.
- b) **Legislación aplicable**, que se ha observado en la redacción del mismo y la que se ha de observar en la ejecución de los trabajos. Entre éstas se incluirán especialmente las referentes a las de seguridad minera.
- c) **Datos generales**, donde se indiquen los intervinientes, tales como el solicitante, en su caso usuario, empresa instaladora, empresa que lleva a cabo la perforación, etc.
- d) **Emplazamiento geográfico**, indicando localidad, situación respecto al casco urbano, parcela, espacios protegidos, viales, accesos, túneles, etc.
- e) **Geología de la zona**, recogiendo una caracterización de la geología de la zona donde se prevé que se llevará a cabo el proyecto.
- f) **Perforaciones a realizar**, indicando tipo de perforación, características de las perforaciones, cotas, características





de los anticongelantes y de los colectores, y entubaciones que sean necesarias.

- g) **Principales alternativas**, donde se recojan las posibles soluciones técnicas para el fin previsto.
- h) **Espacios protegidos y acuíferos existentes**, haciendo indicación expresa al tipo de espacio en que se va a llevar a cabo la instalación, así como los acuíferos que existen en el entorno y pudieran verse afectados.
- i) **Posibles afecciones al medio ambiente**, incluyendo las medidas preventivas, correctoras y compensatorias. También se considerarán los posibles riesgos que se pudieran ocasionar como consecuencia del uso del fluido caloportador elegido, tanto en la fase de ejecución como en la de funcionamiento de la instalación.
- j) **Vigilancia y seguimiento ambiental**.
- k) **Identificación de la dirección facultativa**.
- l) **Programa de mantenimiento**, si éste fuera necesario.

2. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Desglosado por conceptos y aportando mediciones, valores unitarios y presupuesto total.

3. PLANOS

Deberá incluirse, al menos, los siguientes planos:

- Plano de situación, donde se localice la parcela y se aprecien los elementos de interés circundantes, como accesos, túneles, parcelas circundantes, instalaciones de servicio, etc.
- Plano general donde se localicen las perforaciones respecto al resto de elementos de la parcela y las circundantes,

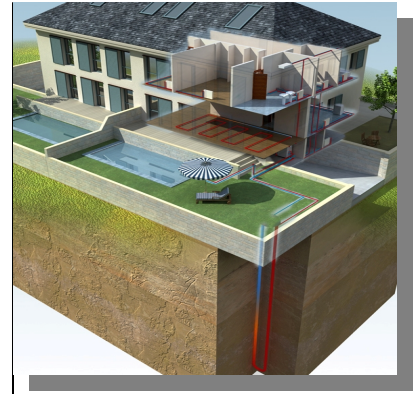
depósitos de gas, canalizaciones de agua, de electricidad, de gas, etc.

- Columnas de las perforaciones donde se indiquen los terrenos atravesados durante los trabajos.
- Detalles constructivos sobre revestimientos, entubaciones, cimentaciones, etc.

4. ANEXOS

Donde se incluyan los siguientes documentos:

- Características de los colectores.
- Estudio básico de seguridad y salud.
- Disposiciones Internas de Seguridad (DIS).



Anexo 2

DIRECTRICES PARA LA REDACCIÓN DE LA MEMORIA-RESUMEN A PRESENTAR PARA EL ESTUDIO CASO POR CASO DE LOS EFECTOS AMBIENTALES

Se tendrán en consideración los aspectos que se enuncian seguidamente en los que fueran de aplicación, y cuantos otros no recogidos explícitamente en estas directrices, que pudieran ser de interés para el estudio de los efectos ambientales ocasionados por el proyecto.

CONTENIDO DE LA MEMORIA-RESUMEN

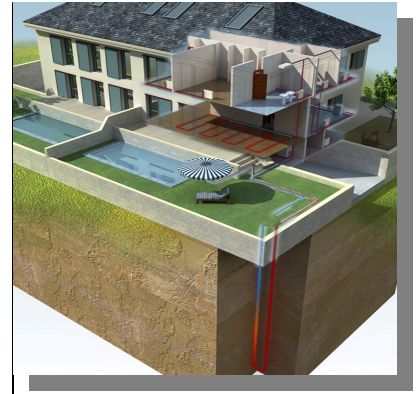
1. Definición, características y ubicación del proyecto

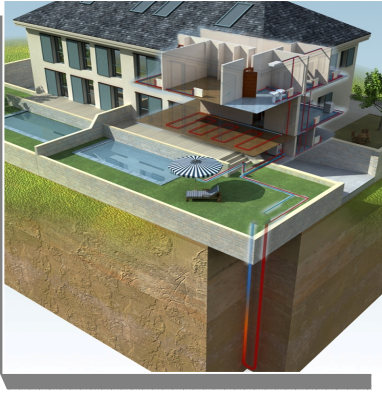
1.1. Descripción del proyecto

a. Objeto y justificación del proyecto.

1.2. Características

- a. Descripción de las actuaciones. Instalaciones previstas. Dimensiones de la perforación. Superficies a ocupar. Si procede, planos de planta y alzado de las instalaciones. Descripción de los colectores. Distancia a viviendas. Tipo de relleno de las perforaciones. Tipo y cantidad de anticongelante utilizado.
- b. Utilización de recursos:
 - Determinación, si procede, de la forma de abastecimiento de agua y consumos.
 - Determinación, si procede, de la forma de abastecimiento de energía y descripción de la misma.
- c. Residuos: generación y tipo de gestión propuesta para los mismos.
- d. Cuantificación y gestión de los materiales procedentes de la excavación.
- e. Producción de vertidos líquidos: si procede, estimación y sistemas de depuración adoptados.
- f. Estimación, si procede, de las emisiones a la atmósfera.
- g. Posibles fuentes generadoras de ruidos.
- h. Riesgo de accidentes.





- i. Actividades inducidas o complementarias que se generen.

1.3. Ubicación

- a. Localización detallada de la parcela y accesos. Coordenadas UTM.
- b. Uso actual del suelo. Existencia de espacios protegidos.
- c. Se aportará cartografía 1:50.000 y 1:5.000 donde quede claramente identificada la zona de actuación

2. Principales alternativas estudiadas

3. Breve análisis de potenciales impactos sobre el medio ambiente

Se identificarán y analizarán brevemente los impactos sobre el medio motivados por la realización del proyecto, considerando sus fases de ejecución y de funcionamiento (afección a acuíferos, vegetación afectada, generación de ruidos, generación de residuos, etc.).

MODELO DE FICHA RESUMEN DE INSTALACIÓN

EL/LA SOLICITANTE

13

Anexo 4

PROYECTO TIPO DE PERFORACIÓN PARA INSTALACIÓN GEOTÉRMICA DE BAJA ENTALPÍA

ÍNDICE

DOCUMENTO 1: **MEMORIA**

1. OBJETO DEL PROYECTO
2. LEGISLACIÓN APLICABLE
3. DATOS GENERALES
4. EMPLAZAMIENTO GEOGRÁFICO
5. GEOLOGÍA DE LA ZONA
6. PERFORACIONES A REALIZAR
 - 6.1 TIPO DE PERFORACIÓN
 - 6.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS PERFORACIONES
 - 6.3 COTA INICIAL Y FINAL
 - 6.4 CARACTERÍSTICAS DEL ANTICONGELANTE
 - 6.5 CARACTERÍSTICAS DE LOS COLECTORES
7. PRINCIPALES ALTERNATIVAS
8. ESPACIOS PROTEGIDOS Y ACUÍFEROS EXISTENTES
9. POSIBLES AFECCIONES AL MEDIO AMBIENTE. MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS O COMPENSATORIAS
 - 9.1 POSIBLES RIESGOS DE CONTAMINACIÓN SOBRE LOS ACUÍFEROS
10. VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL
11. DIRECCIÓN FACULTATIVA
12. PRESUPUESTO

DOCUMENTO 2: **PLANOS**

PLANO DE SITUACIÓN

PLANTA GENERAL

SITUACIÓN DE LOS SONDEOS

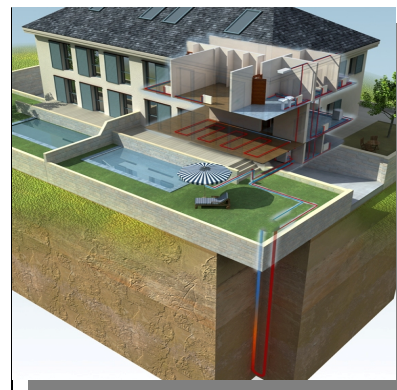
DOCUMENTO 3: **ANEXOS**

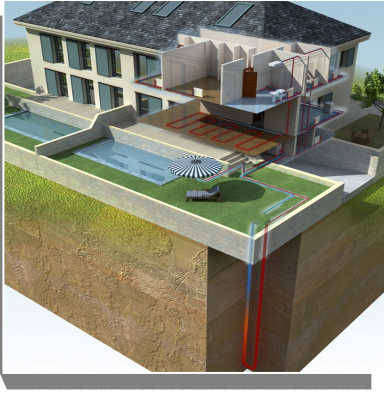
Anexo 1: **Característica de los colectores.**

Anexo 2: **Estudio básico de seguridad y salud.**

Anexo 3: **Disposiciones Internas de Seguridad (DIS).**

(Los textos en color rojo se recogen como un ejemplo sin que ello supongan valores propuestos).





Borrador

DOCUMENTO 1: MEMORIA

1. OBJETO DEL PROYECTO

Para llevar a cabo la realización de **dos** instalaciones geotérmicas mediante bombas de calor y colectores de captación, se hace necesario la realización de **dos** perforaciones para el intercambio de calor/frío con el subsuelo y, de esta manera, obtener un recurso energético renovable que será utilizado en **dos viviendas pareadas unifamiliares**.

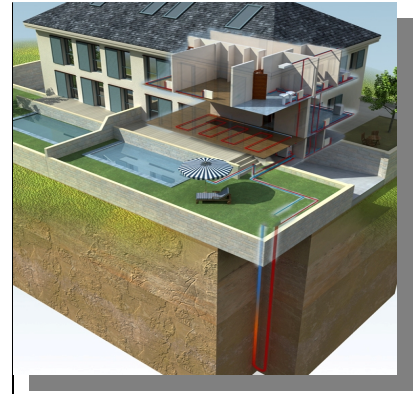
El presente proyecto de ejecución de las perforaciones pretende describir los distintos factores que intervienen en la ejecución de los mismos, las características técnicas de la obra de perforación, la metodología de trabajo y controles a efectuar -tanto durante la ejecución como durante su funcionamiento- para, así, poder establecer los criterios técnicos más adecuados para su realización de forma práctica y segura, y de esta forma cumplir con la reglamentación aplicable tanto en materia de medio ambiente como en materia minera.

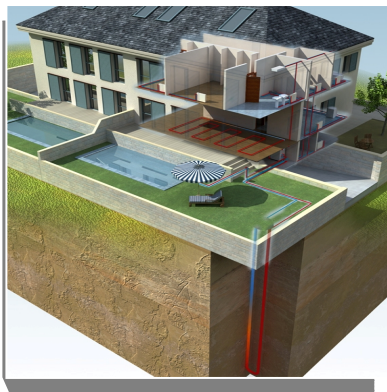
Cabe mencionar que se trata de la explotación de un recurso geotérmico de baja entalpía, por lo que no se trabajará en ningún momento con fluidos geotérmicos en estado gaseoso de alta entalpía y alta presión, ni se procederá a la extracción de ningún recurso hídrico.

El intercambio geotérmico se realiza por medio de un circuito cerrado instalado en los sondeos que perforan el terreno junto al edificio. De esta forma, se produce un intercambio de calor entre el agua-anticongelante que circula y la tierra. En invierno, la tierra transfiere al agua el calor que almacena y se utiliza para calefacción, ya que la bomba geotérmica eleva esta temperatura con su eficaz compresor a más de **55 °C** si es necesario. En verano, el agua transfiere al terreno el exceso de calor del edificio de forma que se obtiene refrigeración.

Los rayos del sol calientan la corteza terrestre, especialmente en verano. Como la tierra tiene una gran inercia térmica, es capaz de almacenar este calor, y mantenerlo incluso estacionalmente. La corteza de la tierra se calienta constantemente con el sol y el agua de lluvia. Una instalación geotérmica es, por eso, una fuente de energía renovable interminable y limpia.

En el subsuelo, a partir de unos **5 metros** de profundidad, los materiales geológicos permanecen a una temperatura estable, independientemente de la estación del año o las condiciones meteorológicas. En España es alrededor de 15 grados. Entre los 15 y 20 metros de profundidad, la estabilidad térmica es de unos 17 grados todo el año, que





Documento Anexo de la Guía de la Energía Geotérmica

se puede considerar una verdadera fuente de calor. A su vez, esta estabilidad térmica supone que, en verano, el subsuelo esté considerablemente más fresco que el ambiente exterior.

El refrigerante que circula es conducido a la bomba de calor geotérmica para generar la energía suficiente para la completa climatización de una vivienda. Si en invierno la bomba geotérmica saca calor de la tierra, en verano se deshace de él transfiriéndolo al pozo. La bomba geotérmica es reversible, por lo que el calor de la vivienda en verano es extraído y transferido al subsuelo a través de los mismos colectores. Si se cuenta con una piscina, puede mandar el calor sobrante para calentar el agua, consiguiendo así alargar la temporada de piscina unos meses.

Las ventajas energéticas y medioambientales del uso de esta tecnología son notables, ya que se aprovecha un recurso renovable ampliamente disponible y que, además, ofrece una gran eficiencia energética. Permite obtener unos ahorros constatados de hasta un **75%** en modo calefacción y de un **50%** en refrigeración activa. En refrigeración pasiva, donde el fluido del circuito enfría la casa sin pasar por el compresor de la bomba de calor con un consumo de electricidad debido exclusivamente a la bomba de circulación, el ahorro es aún mayor. Esto reduce considerablemente las emisiones de CO₂ derivadas del uso de combustibles fósiles para la climatización.

El plazo de ejecución de los trabajos de perforación es de . . . a partir de la aprobación por parte de los organismos competentes.

2. LEGISLACIÓN APLICABLE

Para la redacción del proyecto técnico se tiene en cuenta la siguiente legislación, la cual será de obligado cumplimiento durante la realización de los trabajos:

- REGLAMENTO GENERAL DE NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD MINERA. R.D. 863/1985 de 2 de abril.
- INSTRUCCIONES TÉCNICAS COMPLEMENTARIAS DEL CAPITULO VI DEL R.G.N.B.S.M. R.D.863/1995.
- EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA COMUNIDAD DE MADRID. Ley 2/2002, de 19 de junio.

3. DATOS GENERALES

Peticionario

Nombre:

N.I.F.:

Dirección:

Teléfono:

Empresa Instaladora

Nombre:

N.I.F.:

Dirección:

Teléfono:

Empresa de perforación

Nombre:

N.I.F.:

Dirección:

Teléfono:

4. EMPLAZAMIENTO GEOGRÁFICO

Las viviendas donde se realizarán las **dos** perforaciones se encuentran ubicadas en el término municipal de

Se trata de una parcela urbana situada dentro del casco urbano de dicha localidad. Por tanto, no pertenece a ningún espacio protegido ni se encuentra situado sobre ninguna estructura u obra tales como túneles, vías de agua, etc.

En el **Documento 2: Planos** queda perfectamente situada la localización de la vivienda, así como la ubicación de los diferentes sondeos a realizar.

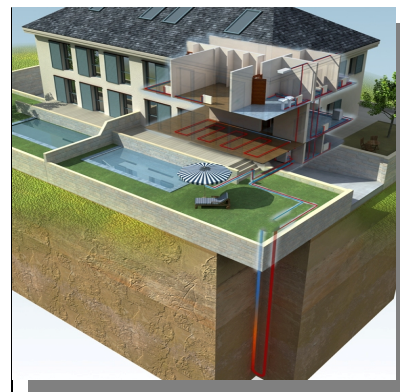
5. GEOLOGÍA DE LA ZONA

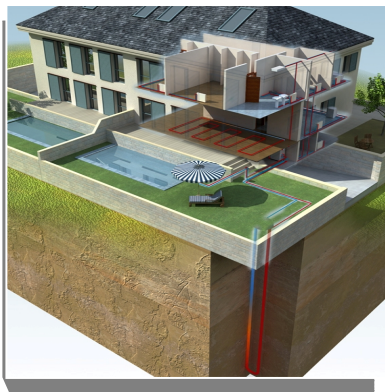
Desde un punto de vista geológico, la zona objeto de estudio aparece integrada por

6. PERFORACIONES A REALIZAR

6.1. Tipo de perforación

La perforación se realizará mediante el empleo de sistema de rotoper-





cusión con martillo neumático en fondo o de rotación con circulación inversa con tricono apto para materiales duros y abrasivos. El diámetro de perforación será de **140 mm** de diámetro.

El detritus procedente de la perforación podrá ser introducido de nuevo dentro de la misma una vez que se hayan introducido los colectores y se haya hecho la prueba de carga, siempre y cuando su granulometría sea la adecuada, esto es, sea semejante a la del terreno natural. En caso contrario, se retirará mediante camión a un vertedero autorizado.

El volumen de escombros generado, teniendo en cuenta un diámetro de perforación de **140 mm**, una longitud de perforación de **190 m** y un esponjamiento del **25%**, es:

Volumen detritus por pozo = **3,65 m³**; por tanto al ser dos pozos el volumen total será de **7,30 m³**

6.2. Características de las perforaciones

Se van a realizar **dos** perforaciones verticales, cuya situación dentro de la parcela se puede ver en el **plano 2**. Estarán situados a **4 m** de las viviendas, siendo la distancia entre ellos de **12 m**.

Los primeros **20 metros** de las perforaciones se entubarán mediante tubo de acero de **120 mm** de diámetro y **5 mm** de espesor para la protección de los colectores y estabilidad del terreno. Estos tubos de revestimiento tendrán una calidad de acero y tolerancia según DIN 1626 o equivalente. Las soldaduras entre tubos deberán ser herméticas y resistentes a la presión de trabajo.

Una vez colocados los colectores, se rellenarán las perforaciones con arena sílicea. Una vez hecho esto, se cerrarán las perforaciones mediante una *Tapa Goma Boca Sondeo* para que quede sellado de forma estanca. Esta tapa estará colocada dentro de una arqueta de inspección de PVC diámetro **275/325 mm**.

Desde la boca de las perforaciones se realizarán sendas zanjas para alojar la conducción enterrada entre éstas y las bombas de calor ubicadas en las viviendas.

Una vez realizada la instalación, la zanja que conduce los colectores a la vivienda se rellenará con material adecuado que no dañe los tubos de polietileno. Se señalizarán las conducciones mediante una cinta de color llamativo **40 cm** por encima de los tubos de polietileno.

6.3. Cota inicial y final

La cota inicial y final se indicarán en la siguiente tabla.

		Perforación N° 1	Perforación N° 2
Cota inicial (m s.n.m.)			
Cota final (m s.n.m.)			
Longitud total del sondeo (m)			
Coordenadas UTM	x		
	y		
	z		

6.4. Características del anticongelante

Para el correcto funcionamiento de las bombas de calor geotérmicas, es necesario que el Brine (agua+anticongelante) tenga una temperatura de congelación que esté en torno a los $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$; de no ser así, se puede congelar el evaporador de la bomba con su consecuente avería. Los anticongelantes probados y utilizados con bombas de calor son: el etanol, el etilenglicol y el propilenglicol, así como diferentes soluciones con sal. Éstas últimas son poco frecuentes en las bombas de calor geotérmicas para viviendas por la posibilidad de producir corrosiones.

En este caso se empleará el propilenglicol, cuyas características son las siguientes:

Composición y propiedades físicas

Fórmula: $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_2$

Peso molecular: $76,10\text{ g/mol}$

Número CE: $200:338:0$

Aspecto: líquido

Color: incoloro

Olor: característico

pH: $6 - 8$ ($100\text{ g/l H}_2\text{O}$, $20\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Punto de ebullición: $188\text{ }^{\circ}\text{C}$

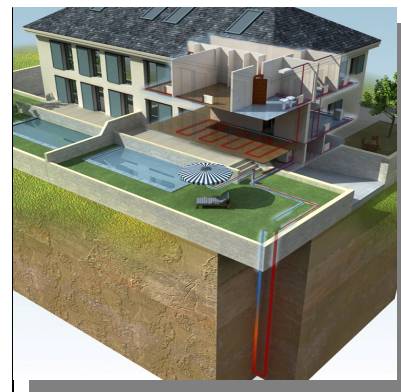
Punto de ignición: $371\text{ }^{\circ}\text{C}$

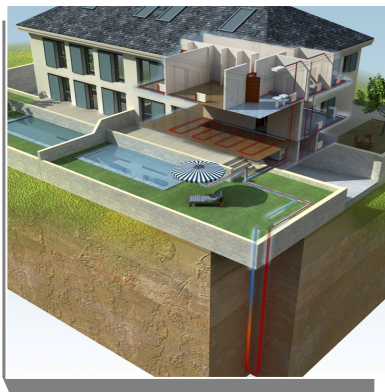
Punto de fusión: $-59\text{ }^{\circ}\text{C}$

Densidad ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$): $1,04\text{ g/cm}^3$

Coeficiente de reparto n-octanol/agua: $\log P(o/w)$: $-0,92$

Presión de vapor ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$): $0,11\text{ hPa}$





Identificación de peligros

Producto no peligroso de acuerdo con la Directiva del Consejo 67/548/CEE

Información toxicológica

Toxicidad aguda

DL₅₀ (oral, rata): 19400-36000 mg/kg

DL₅₀ (dermal, conejo): 20800 mg/kg

Toxicidad de subaguda a crónica

Actividad carcinogénica: No cancerígeno en experimentos con animales

Actividad mutagénica: No mutágeno en experimento con animales

Actividad teratogénica: No teratógeno en experimento con animales

Información adicional

Tras contacto con la piel: leves irritaciones

Información ecológica

Toxicidad para los peces: P. promelas CL₅₀: 54900 mg/l, Onchorhynchus mykiss CL₅₀: 51600 mg/l/96h

Toxicidad de dafnia: Daphnia magna CE₅₀: 34400 mg/l/48h

Toxicidad para las bacterias: Photobacterium phosphoreum CE₅₀: 26800 mg/l/30 min

Toxicidad para las algas: Selenastrum capricornutum Cl₅₀: 19000 mg/l/96 h

Movilidad: log P(o/w): -0,92

Potencial de bioacumulación: Bioacumulación poco probable (log P (o/w) < 1)

Clasificación CE: Este producto no está incluido en el índice de sustancias peligrosas, por lo que ha sido clasificado siguiendo el anexo VI de la directiva 2001/59/CE.

6.5. Características de los colectores

Las características de los materiales que se van a emplear en los colectores –tubos y codos- están detallados en el **Anexo 2** del presente Proyecto.

7. PRINCIPALES ALTERNATIVAS

Existen diversos métodos de realizar el intercambio de calor con el subsuelo, a saber:

- Colectores verticales (perforación).
- Colectores horizontales.

- Aljibes.
- Lagos.

Los colectores horizontales requieren, como primera aproximación, una superficie cercana al doble de la superficie que se quiere climatizar, por lo que, en este caso, es inviable; no se dispone de dicha superficie. Lo mismo sucede con los aljibes y con los lagos. Por ello, la única solución es la ejecución de colectores verticales.

Una alternativa a la energía geotérmica para la climatización de las viviendas es el empleo de gas natural apoyado con paneles solares para la generación de ACS.

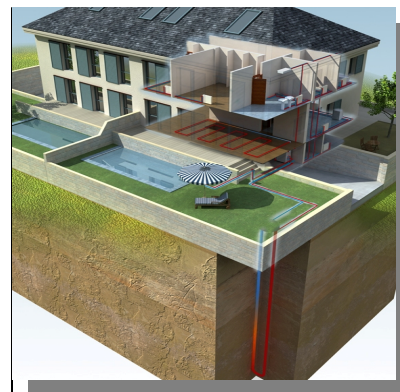
Si se hace una comparativa entre los dos métodos de climatización, observaremos que el consumo real final correspondiente a la geotermia es muy inferior al consumo que requiere el gas natural para alcanzar el mismo objetivo. Lo mismo sucede con las emisiones de CO₂, que resultan ser muy inferiores para el caso de la geotermia. Todo ello se puede ver en la tabla siguiente:

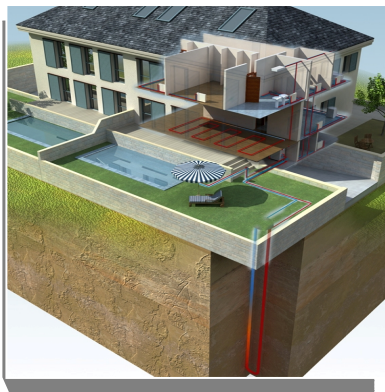
	Geotermia	Gas Natural+Panel Solar
Requerimiento de energía primaria para vivienda	45.475 kWh/año	45.475 kWh/año
Consumo ACS	4.000 kWh/año	4.000 kWh/año
Ahorro conseguido	35.790 kWh/año	2.400 kWh/año ⁽¹⁾
Consumo Real Final⁽²⁾	13.685 kWh/año ⁽³⁾	47.075 kWh/año
Emisiones de CO₂	4.694 kg CO _{2eq} ⁽⁴⁾	9.490 kg CO ₂ ⁽⁵⁾

- (1) Según el CTE para la zona objeto del estudio, la energía solar aporta el 60% del ACS. El resto ha de suministrarse con la fuente de energía primaria que posea la vivienda.
- (2) No se han tenido en cuenta sistemas auxiliares de circulación.
- (3) Corresponde al consumo eléctrico de la bomba de calor y resistencia de apoyo.
- (4) Factor de emisión: 0,343 kg CO_{2eq}/kWh correspondiente al año 2007. Fuente: WWF Adena.
- (5) Factor de emisión: 56 tCO₂/TJ. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.

8. ESPACIOS PROTEGIDOS Y ACUÍFEROS EXISTENTES

La zona donde se van a realizar las perforaciones se encuentra ubicada dentro del casco urbano de, por lo tanto, no pertenece a ninguna zona ni espacio de especial protección.





La zona objeto de la ejecución de las dos perforaciones se sitúa dentro del acuífero

Es importante decir que no se realizará ninguna extracción puntual ni permanente de recurso hídrico alguno. Única y exclusivamente se emplearán las perforaciones para introducir los tubos colectores para realizar el intercambio de calor entre el terreno y el fluido caloportador.

9. POSIBLES AFECCIONES AL MEDIO AMBIENTE. MEDIDAS PREVENTIVAS, CORRECTORAS O COMPENSATORIAS

A continuación se detallarán las posibles afecciones que la ejecución y utilización posterior de las perforaciones pueden ocasionar al medio ambiente.

POSIBLE AFECCIÓN	MEDIDA PREVENTIVA, CORRECTORA O COMPENSATORIA
<i>Durante la perforación</i>	
Pequeñas fugas de gasoil o aceites	- Se parará inmediatamente el equipo de perforación. - Se recogerán los vertidos mediante el empleo de material absorbente tipo sepiolitas o similares. - Se llevarán a un vertedero autorizado.
Generación de polvo	El equipo perforador dispondrá de sistema de captación de polvo, pudiéndose desconectar en caso de presencia de agua dentro de la perforación.
Afección a acuíferos	- No se realizarán perforaciones superiores a 200 m. - Solo se empleará el propio detritus procedente de la perforación o arena sílicea para rellenar las perforaciones. - Todas las perforaciones se sellarán mediante el empleo de tapas de cierre hermético que se adapten perfectamente al tubo de acero colocado en la boca del mismo y a los tubos de los colectores. - El espacio anular entre la pared de la perforación y el tubo de acero se rellenará con cemento. - En caso de producirse algún tipo de vertido accidental dentro de la perforación, se llevará a cabo lo estipulado en las Disposiciones Internas de Seguridad, punto 6: <i>Protección de la calidad del agua, protecciones sanitarias y desinfecciones.</i>
<i>Durante la utilización</i>	
Fugas del fluido caloportador	- El anticongelante a emplear será biodegradable a CO₂ y H₂O. - La bomba de circulación dispondrá de un sistema de parada de emergencia si se detecta una caída de presión en el circuito de los colectores. - Todos los materiales utilizados en los captadores habrán de cumplir lo establecido en el punto 6.5 del presente proyecto para garantizar la estanqueidad de los mismos.

Se seguirá escrupulosamente lo establecido en las Disposiciones Internas de Seguridad para esta obra y lo dispuesto por la Dirección Facultativa.

9.1. Posibles riesgos de contaminación sobre los acuíferos

Las principales y más graves afecciones que se pueden ocasionar a un acuífero son el agotamiento y la contaminación del mismo.

La primera de ellas no es aplicable a este caso, pues en las perforaciones geotérmicas nunca se extraerá agua para ningún fin. Sólo se introducirán colectores para intercambiar calor con el subsuelo mediante la circulación por el interior de las tuberías de agua más anticongelante (propilenglicol) en una proporción en volumen de 70/30, respectivamente.

En cuanto a los posibles riesgos de contaminación, las únicas causas que pueden provocarlos, en función de las características y usos del terreno adyacente a las perforaciones, son:

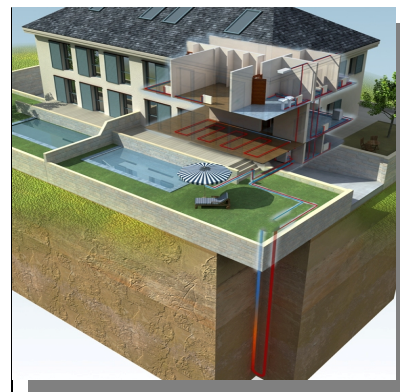
- Fugas de agua con anticongelante.
- Introducción de material contaminado al rellenar las perforaciones.
- Vertidos accidentales en las perforaciones.
- Vertidos accidentales por las perforaciones.

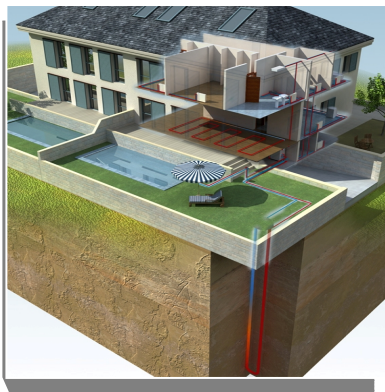
9.1.1. Fugas por anticongelante

Clasificación de la fuente

Fuente:	Potencial
Origen:	Antropogénica
Geometría:	Puntual
Temporalidad:	Pulso (no es ni constante ni intermitente)

La toxicidad del producto es muy baja y su movilidad baja. No se producen lixiviados. Por otra parte, la carga o cantidad de contaminante es muy baja al tratarse de pequeñas cantidades de líquido que se pueden fugar. Además, hay que tener en cuenta el tipo de material





presente en la zona: **arenas y arcosas con intercalaciones de arcilla**, que favorecen una depuración natural de las aguas. Por todo ello, una posible fuga no supone un riesgo para la calidad de las aguas subterráneas.

9.1.2. Introducción de material contaminado al rellenar las perforaciones

Sólo se podrán introducir en las perforaciones dos tipos de materiales: el propio detritus procedente de la misma perforación o arena silíceo procedente de cantera o gravera. Por tanto, sólo se está introduciendo material inerte que no contiene materiales potencialmente contaminantes que puedan generar lixiviados.

9.1.3 Vertidos accidentales en las perforaciones

Durante la ejecución de las perforaciones, existe la posibilidad de que, accidentalmente, se pueda verter algún tipo de producto que pudiera ocasionar una contaminación en el acuífero. Dichos productos pueden ser:

- Aceite hidráulico como consecuencia de una rotura de algún latiguillo de la máquina perforadora.
- Aceite de motor o gasóleo de la máquina perforadora.

Clasificación de las fuentes

<i>Fuente:</i>	Potencial
<i>Origen:</i>	Antropogénica
<i>Geometría:</i>	Puntual
<i>Temporalidad:</i>	Pulso (no es ni constante ni intermitente)

Cualquiera de estos vertidos será siempre de muy pequeña cuantía, por lo que, en caso de fuga de alguno de estos materiales, la probabilidad de que caigan directamente en la perforación es muy baja.

En caso de que el vertido tenga lugar en las inmediaciones de la perforación, se tomarán las siguientes medidas correctoras:

- Se parará de inmediato la operación de perforación hasta que no esté subsanado el problema.
- Se esparcirá cualquier tipo de material absorbente (tipo sepiolita) sobre la zona del vertido.

- Se retirará todo el material afectado por el vertido y será llevado a un vertedero autorizado.
- Para llevar a cabo la reparación de la avería, se dispondrá de un plástico debajo de la máquina perforadora que evite el contacto de posibles nuevas fugas sobre el terreno.

Así mismo, para evitar vertidos incontrolados, estará prohibido realizar tareas de mantenimiento en las cercanías de las perforaciones. Dichos trabajos habrán de hacerse en zonas especialmente habilitadas a tal fin.

En todo momento se llevará a cabo lo estipulado en las Disposiciones Internas de Seguridad y, en especial, lo dispuesto en el punto 6: *Protección de la calidad del agua, protecciones sanitarias y desinfecciones*.

Una vez hechas las perforaciones, e inmediatamente después de su terminación, se introducirán los tubos colectores en el interior de las mismas. Una vez finalizado este proceso, se colocará en la boca de la perforación una tapa de cierre hermético que evite la entrada de cualquier producto o líquido en su interior.

9.1.4 Vertidos por las perforaciones

Se entienden por vertidos por las perforaciones aquellos vertidos que se producen en las cercanías de la perforación y que, por lixiviación, pueden llegar a la perforación e introducirse en ella.

Para evitar que cualquier producto lixiviado entre en contacto con un acuífero, se colocará un tubo de revestimiento de acero que penetre, por lo menos, **dos (2) metros** en la roca firme y, posteriormente, se rellenará el espacio anular entre el terreno y el tubo con cemento. De esta manera, quedará sellada la perforación, ya que la unión entre roca/cemento/tubo será estanca.

En el supuesto de encontrarse roca desde la cabeza de la perforación, se introducirá el tubo de revestimiento hasta alcanzar roca inalterada y siempre en una profundidad mínima de **dos metros**.

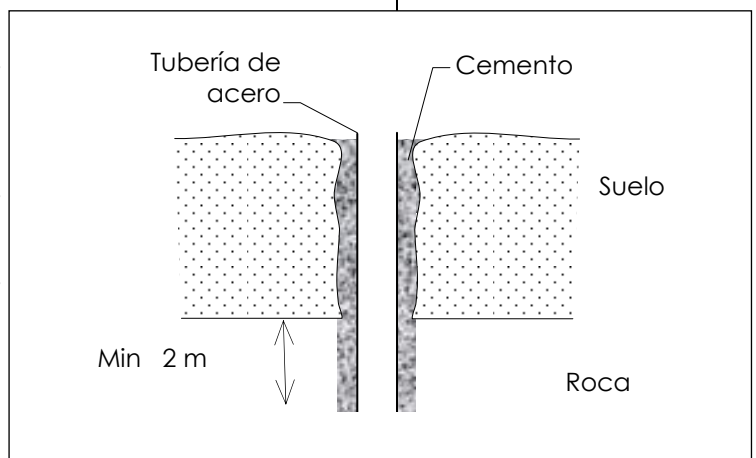
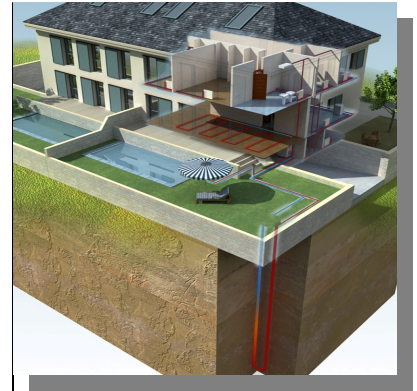
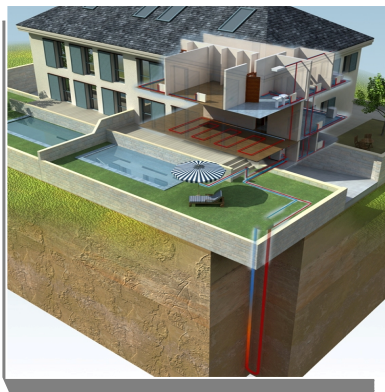


Figura 1. Tubería de revestimiento en las perforaciones.



10. VIGILANCIA Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL

Para llevar a cabo el seguimiento del cumplimiento de los objetivos marcados en el presente proyecto, tanto desde un punto de vista técnico como desde un punto de vista medioambiental, durante la fase de ejecución de los trabajos de ejecución de las perforaciones, se nombrará un Director Facultativo que velará por su cumplimiento.

Para la fase de funcionamiento de los captadores, el mantenimiento que requiere la instalación es mínima por no decir nula, ya que como se ha mencionado en apartados anteriores, el único riesgo existente es una posible fuga del líquido caloportador, situación ésta que es detectada automáticamente por el sistema produciéndose de forma instantánea la parada y cierre de la circulación.

En caso de abandono de una instalación, la única actuación que habrá que realizar es el vaciado del circuito mediante camión cisterna y llevarlo a un vertedero autorizado.

El responsable del mantenimiento, desde la “entrega de llaves” de la instalación, es el propietario de la misma.

11. DIRECCIÓN FACULTATIVA

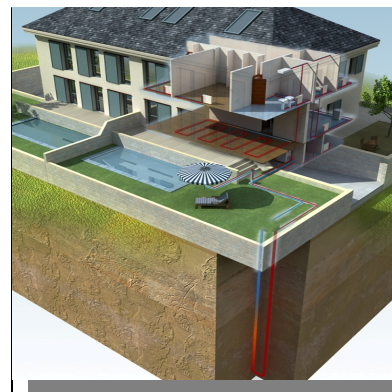
Todos los trabajos para la ejecución de las perforaciones estarán bajo la Dirección Facultativa de, Ingeniero de, con número de colegiado del Colegio del

12. PRESUPUESTO

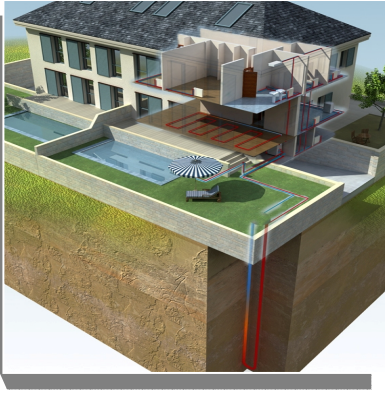
CONCEPTO	PRECIO UNIT. (€)	MEDI- CIÓN	SUBTOTAL (€)
Perforación de sondeo de Ø140 mm		m	
Revestimiento de los son- deos		m	
TOTAL			

Asciende el presente presupuesto a EUROS (. €).

En, a de de

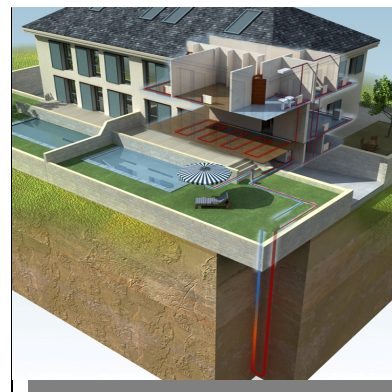


Fdo.: (Firma)
..... (Titulación)
..... (Nº de colegiado)



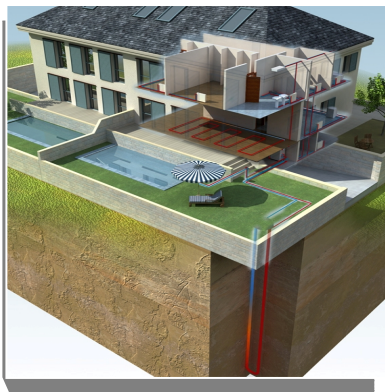
Borrador

DOCUMENTO 2: PLANOS



Borrador

DOCUMENTO 3: ANEXOS



ANEXO 1: CARACTERÍSTICAS DE LOS COLECTORES

Tubos

Los tubos de los colectores serán de polietileno completamente soldado (PEM PN 6.3 - 8 para perforaciones inferiores a 100 m y PEM PN 12.5 - 16 para perforaciones entre 100 m y 200 m) según SIS 3326 o equivalente, con codo de retorno de fabricación industrial.

Los requisitos del material de polietileno en tubos y codos de retorno se detallan en las tablas siguientes.

Tabla 1. Requisitos del material en forma de granulado.

CARACTERÍSTICA	CONDICIONES	PARÁMETRO DE PRUEBA	MÉTODO DE PRUEBA
Densidad	$\geq 930 \text{ kg/m}^3$	Temp. de prueba: 23 °C	ISO 1183:1987
Contenido de negro de humo	2-2,5 %		ISO 6964:1986
Distribución de negro de humo	$\leq$ grado 3		ISO 18553:2002
Componentes volátiles	$\leq 350 \text{ mg/kg}$		EN 12099:1997
Estabilidad térmica	$\geq 20 \text{ min}$	Temp. de prueba: 23 °C	EN 728:1997
	0,2-1,4 g/10 min	Temp. de prueba: 190 °C Carga: 5 kg	EN ISO 1133:1999 Condición T

Tabla 2. Requisitos del material en forma de tubo.

CARACTERÍSTICA	CONDICIONES	PARÁMETRO DE PRUEBA	MÉTODO DE PRUEBA
Prueba de tracción, soldadura a tope	Rotura	Temp. de prueba: 23 °C Dim. Ø110 mm SDR 11	ISO 13953:2001
Contenido de negro de humo	Sin rotura	80 °C 165 h PE 80: P = 8,0 bar PE 100: P = 9,2 bar	EN ISO 13479:1997

Los tubos deben tener una superficie lisa y uniforme por dentro y por fuera y sin fallos visibles. El material de las superficies debe ser homogéneo.

Los tubos deben estar teñidos en profundidad y ser de color negro.

Las características mecánicas de los tubos deberán resistir sin romperse ni tener fugas, y tendrán que superar las pruebas de compresión indicadas en la Tabla 3.

Tabla 3. Características mecánicas de los tubos.

CARACTERÍSTICA	CONDICIONES	PARÁMETRO DE PRUEBA	MÉTODO DE PRUEBA
Prueba de compresión: 20 °C	Sin rotura	100 h, conexiones tipo 'a' PE 80: $\sigma = 10$ MPa PE 100: $\sigma = 12,4$ MPa	EN 921:1994
Prueba de compresión: 80 °C	Sin rotura	160 h, conexiones tipo 'a' PE 80: $\sigma = 4,5$ MPa PE 100: $\sigma = 5,4$ MPa	EN 921:1994
Prueba de compresión: 80 °C	Sin rotura	1000 h, conexiones tipo 'a' PE 80: $\sigma = 4,0$ MPa PE 100: $\sigma = 5,0$ MPa	EN 921:1994

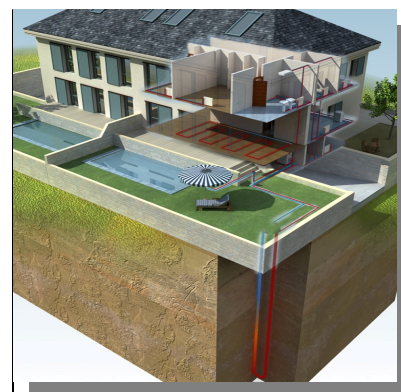
Las muestras de prueba extraídas del tubo deben cumplir los requisitos indicados en la Tabla 4.

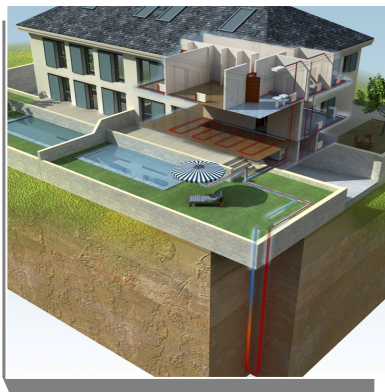
Codo de retorno

El codo de retorno debe estar moldeado por inyección y puede constar de dos codos soldados. Debe tener una superficie lisa y uniforme por dentro y por fuera sin bordes afilados ni otros fallos visibles. La aplicación de carga al captador/codo de retorno debe realizarse mediante incrustación, pesa sobrepuesta o pesa subyacente. En todos los casos, la protección del codo de retorno debe asegurarse mediante pesa o tubo protector de, como mínimo, la misma cota transversal que el codo de retorno.

Tabla 4. Requisitos del material en forma de tubo.

CARACTERÍSTICA	CONDICIONES	PARÁMETRO DE PRUEBA	MÉTODO DE PRUEBA
Límite de elasticidad	$\geq 350\%$	Varilla de prueba tipo '2' Velocidad de tracción: 100 mm/min	EN ISO 6259:1:2001 6259:3:1997
Índice de fusión	Cambio de granulado máx. $\pm 20\%$	Carga: 5 kg Temp. de prueba: 190 °C	EN ISO 1133:1999 Condición T
Estabilidad térmica	≥ 20 min	Temp. de prueba: 200 °C	EN 728:1997





El espesor del material de los codos de retorno no debe ser inferior al espesor del material de los tubos.

Las características físicas del codo de retorno se especifican en la Tabla 5.

Tabla 5. Características físicas del codo de retorno.

CARACTERÍSTICA	CONDICIONES	PARÁMETRO DE PRUEBA	MÉTODO DE PRUEBA
Índice de fusión	Cambio $\pm 20\%$	Carga: 5 kg Temp. de prueba: 190 °C	EN ISO 1133:1999
Estabilidad térmica	≥ 20 min	Temp. de prueba: 200 °C	EN 728:1997

Captador completo

Las conexiones de tubo de polietileno de colectores deben soldarse con materiales y equipos de soldadura homologados por el fabricante de tubos.

El captador completo debe resistir las pruebas indicadas en la Tabla 6.

Tabla 6. Características del captador completo.

CARACTERÍSTICA	CONDICIONES	PARÁMETRO DE PRUEBA	MÉTODO DE PRUEBA
Prueba de compresión Captador completo	Sin rotura	165 h PE 80: $\sigma = 4,5$ MPa PE 100: $\sigma = 5,4$ MPa	EN 921:1994
Prueba de compresión Captador completo	Sin rotura	1000 h PE 80: $\sigma = 4,0$ MPa PE 100: $\sigma = 5,0$ MPa	EN 921:1994
Resistencia a la tracción de soldaduras a tope. Prueba de corta duración	Rotura	Temp. de prueba: 23 °C	EN 13953:2001
Control de estanqueidad codo y uniones soldadas	Sin fugas	Aire 0,1 bar, tiempo de prueba: 2 min	Inmersión en agua o búsqueda de fugas con agua jabonosa
Carga de pandeo	El codo de retorno debe tener una carga de pandeo igual o superior al tubo	Temp. de prueba: 23 °C Aumento de presión: 1 bar/min	EN 911:1995

ANEXO 2: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. INTRODUCCIÓN

Evaluar los riesgos representa determinar el grado de peligrosidad de cuanto sea susceptible de originar lesiones o patologías derivadas del trabajo, y ello en relación con los niveles de seguridad e higiene o prevención en general, que pueden estar fijados por normativas específicas o, en su defecto, que estén reconocidas por la técnica o por la comunidad científica en el campo concreto de la seguridad y salud en el trabajo.

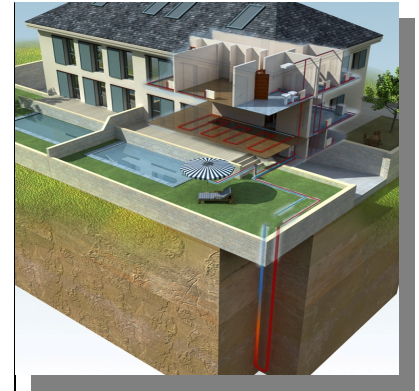
La acción preventiva de evaluar los riesgos que no se puedan evitar viene dictada en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 9 de noviembre) y se desarrolla en su artículo 16 en la forma en que el empresario deberá planificar la acción preventiva en la empresa a partir de una evaluación inicial de riesgos de la seguridad y salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellas, están expuestas a riesgos especiales.

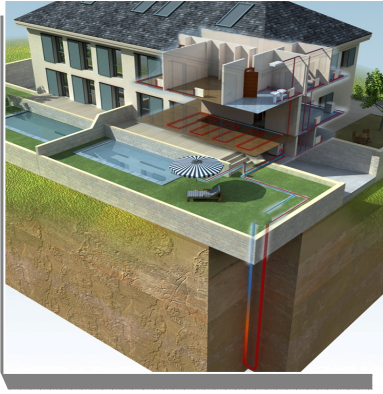
Igual evaluación deberá extenderse inicialmente a toda la empresa y centrarse, posteriormente, en los puestos de trabajo que puedan verse afectados por:

- La elección de los equipos de trabajo.
- La elección de las sustancias o preparados químicos.
- El acondicionamiento de los lugares de trabajo.
- El cambio en las condiciones de trabajo.
- Puesto en el que se hayan producido daños en la salud.

2. METODOLOGÍA DE LA EVALUACIÓN

A partir de la información obtenida sobre la organización, características y complejidad del trabajo, así como sobre las materias primas y los equipos de trabajo existentes en la empresa, se procederá a la determinación de los elementos peligrosos y a la identificación de los trabajadores expuestos a los mismos, valorando a continuación el riesgo existente, de manera que se pueda llegar a una conclusión sobre la necesidad de evitar, reducir o controlar el riesgo, previa comparación con criterios objetivos de evaluación.





La evaluación incluirá la realización de las mediciones, análisis o ensayos que se consideren necesarios.

3. DOCUMENTACIÓN

Incluye los datos referentes a:

- Datos de identificación. Identificación de la empresa, secciones y puestos de trabajo.
- Fichas de evaluación. Fichas por puesto de trabajo, de evaluación de los riesgos generales y específicos.
- La lista de riesgos contempla los aspectos de seguridad, higiene y ergonomía.

Seguridad (riesgos S)

- S1 Caídas de personal a distinto nivel.
- S2 Caídas de personal al mismo nivel.
- S3 Caídas de objetos.
- S4 Golpes con objetos.
- S5 Proyección de partículas.
- S6 Atrapamiento por o entre objetos.
- S7 Contactos térmicos.
- S8 Atropellos por vehículos.
- S9 Cortaduras y pinchazos.
- S10 Riesgo eléctrico.
- S11 Incendio y explosión.

Higiene (riesgos H)

- H1 Ruido y vibraciones.
- H2 Inhalación de sustancias peligrosas.
- H3 Contacto con sustancias peligrosas.

Ergonomía (riesgos E)

- E3 Confort térmico.
- E4 Iluminación.

La valoración de la gravedad de cada riesgo contempla, por un lado, la severidad del mismo y, por tanto, la probabilidad de que se produzca el daño.

Se establece una tabla de valoración aunando los dos aspectos mencionados en sus tres características de baja, media y alta, obteniéndose:

PROBABILIDAD		GRAVEDAD		
		B	A	AA
		C	B	A
		CC	C	B
		1	2	3
		SEVERIDAD		

En ella, la severidad del daño se estima de la siguiente forma:

SEVERIDAD DEL DAÑO

BAJA (1)

- Daños superficiales: cortes y magulladuras pequeñas, irritación de los ojos por polvo.
- Molestias e irritación: dolor de cabeza, disconfort.

MEDIA (2)

- Quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, etc.
- Sordera, dermatitis, asma, trastornos musculoesqueléticos, enfermedad que conduce a una incapacidad menor.

ALTA (3)

- Amputaciones, fracturas, envenenamientos, lesiones múltiples, lesiones fatales.
- Cáncer, otras enfermedades que acorten severamente la vida, enfermedades agudas.

En cuanto a la probabilidad de que ocurra el daño:

PROBABILIDAD DE QUE OCURRA EL DAÑO

BAJA (1)

El daño ocurrirá raramente.

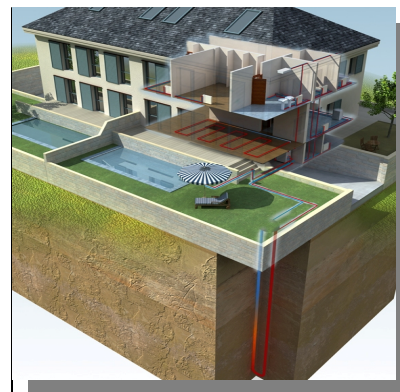
MEDIA (2)

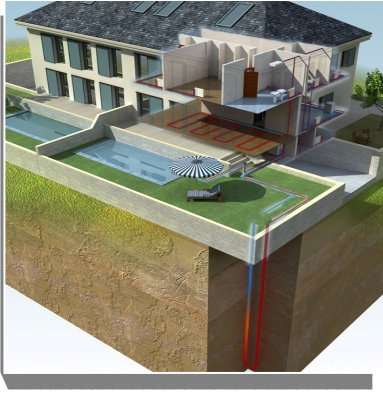
El daño puede ocurrir ocasionalmente.

ALTA (3)

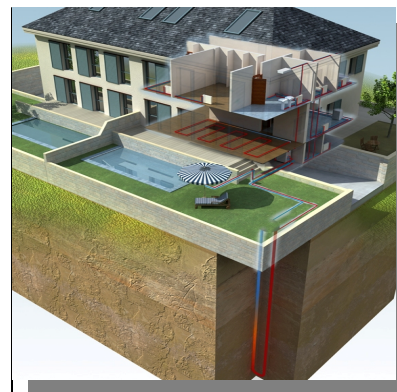
El daño puede ocurrir diariamente.

En función de los niveles de riesgo obtenidos en el cuadro anterior, se deben decidir las prioridades y plazos de ejecución de las acciones correctivas para eliminar o reducir el riesgo. Para ello, como criterio, se ha de utilizar la siguiente tabla, la cual nos establece unas prioridades y plazos de ejecución en función de la valoración del riesgo.





RIESGO	ACTIVIDADES Y PLAZOS
CC	No requiere acciones específicas
C	No necesita mejorar la acción preventiva. No obstante, se ha de tener en cuenta soluciones o mejoras más rentables que no supongan una carga económica importante.
B	Se deben tomar acciones para reducir el riesgo en un plazo determinado
A	No se debe comenzar el trabajo hasta reducir el riesgo. En el caso de que el trabajo se esté realizando, deben tomarse acciones en un plazo inferior al de los riesgos moderados.
AA	No debe comenzarse ni continuarse el trabajo hasta que se reduzca el riesgo.

**FICHA DE EVALUACION**

Empresa:
Centro de trabajo:
Sección:
Puesto de trabajo:
Fecha:

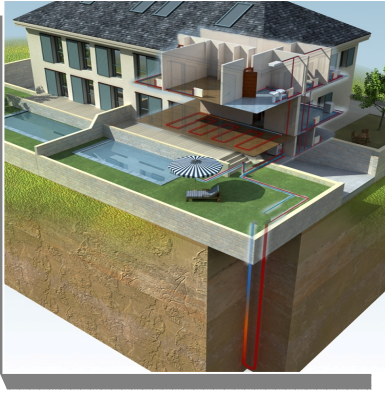
RIESGO	ESTIMACION DE RIESGO
SEGURIDAD	
S 1. Caídas a distinto nivel	
S 2. Caídas al mismo nivel	
S 3. Caídas de objetos	
S-4. Golpes con objetos	
S 5. Proyección de partículas	
S 6. Atrapamientos	
S 7. Contactos Térmicos	
S 8. Atropellos por vehículos	
S 9. Cortaduras y pinchazos	
S 10. Contactos eléctricos	
S 11. Incendio y explosión	
HIGIENE	
H 1. Ruido y vibraciones	
H 2. Inhalación de sustancias	
H 3. Contacto con sustancias	
H 4. Radiaciones	
ERGONOMIA	
E 1. Sobreesfuerzos	
E 2. Trastornos, post. y mov. Repet.	
E 3. Confort térmico	
E 4. Iluminación	

ACTOS INSEGUROS O CON- DICIONES PELIGROSAS Y MEDIDAS PREVENTIVAS	Riesgo	S	P	Nº	Gravedad

S = Severidad (1: baja; 2: media; 3: alta)

P = Probabilidad (1: baja; 2: media; 3: alta)

Nº = Número de personas afectadas



Documento Anexo de la Guía de la Energía Geotérmica

PROBABILIDAD	3	GRAVEDAD		
		B	A	AA
		C	B	A
		CC	C	B
	1	1	2	3
SEVERIDAD				

VIGILANCIA DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, conforme a lo dispuesto en el artículo 22 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud.

Los resultados de la vigilancia a que se refiere el apartado anterior serán comunicados a los trabajadores afectados.

Los datos relativos a la vigilancia de la salud de los trabajadores no podrán ser usados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.

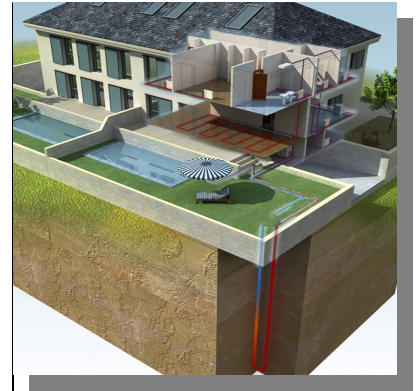
PROTECCION A MENORES

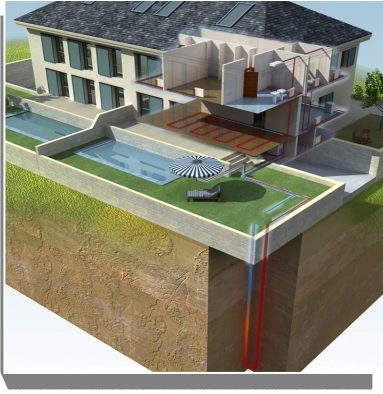
Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, en cualquier actividad susceptible de presentar riesgo específico al respecto, a agentes, procesos o condiciones de trabajo que puedan poner en peligro la seguridad o la salud de estos trabajadores.

A tal fin, la evaluación tendrá especialmente en cuenta los riesgos específicos para la seguridad, la salud y el desarrollo de los jóvenes derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

ACCIDENTES DE TRABAJO Y ENFERMEDADES PROFESIONALES

El artículo 47.3 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales tipifica como infracción grave no dar cuenta en tiempo y forma a la autoridad laboral (minera en este caso) de los accidentes ocurridos y las enfermedades profesionales declaradas, cuando tengan la calificación de





Documento Anexo de la Guía de la Energía Geotérmica

graves, muy graves o mortales, o no llevar a cabo una investigación en caso de producirse daños para la salud de los trabajadores o tener indicios de que las medidas preventivas son insuficientes.

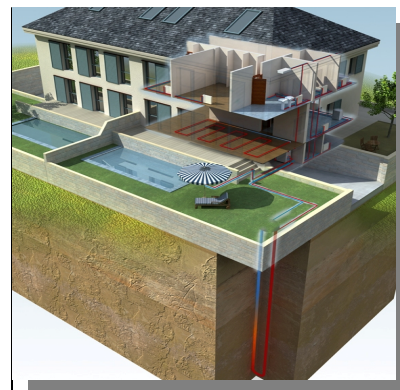
Es obligatorio remitir un telegrama o fax a la autoridad minera en caso de accidente grave o mortal.

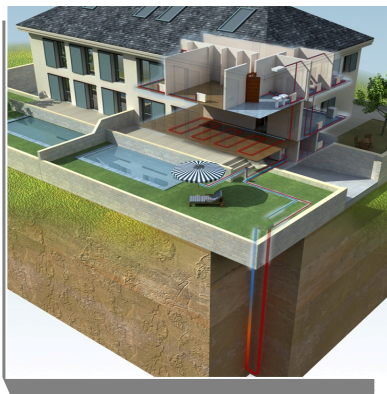
Así mismo, y según se especifica en el artículo 23 de la L.P.R.L., habrá que efectuar una relación de accidente de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado a los trabajadores de la empresa una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

Puesto de trabajo	Departamento/Sección		Fecha/Hora/Turno	
DATOS PERSONALES DEL ACCIDENTADO				
Nombre		Experiencia en el puesto		
Categoría Profesional		Antigüedad en la empresa		
Trabajo que realiza		Parte del cuerpo lesionada		
Edad		Equipo/objeto causante		
DESCRIPCIÓN DEL ACCIDENTE				
Descripción breve sobre como sucedió el accidente:				
ANÁLISIS DEL ACCIDENTE				
Condiciones y actuaciones que motivaron el accidente:				
Razones básicas para la existencia de esos actos y condiciones:				
CONSECUENCIAS				
GRAVEDAD POTENCIAL DE LAS LESIONES			POSIBILIDAD DE REPETICION	
Muy grave ☐	Grave ☐	Leve ☐	Frecuente ☐	Ocasional ☐
			Raro ☐	
MEDIDAS PREVENTIVAS				
Que acciones se han adoptado o se adoptarán, para evitar la repetición del accidente:				
Investigado por:	Fecha:	Revisado por:	Fecha:	

INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES

Puesto de trabajo		Departamento/Sección		Fecha/Hora/Turno	
DESCRIPCIÓN DEL INCIDENTE					
Descripción breve sobre como sucedió el incidente:					
ANÁLISIS DEL INCIDENTE					
Condiciones y actuaciones que motivaron el incidente:					
Razones básicas para la existencia de esos actos y condiciones:					
POSIBLES CONSECUENCIAS					
GRAVEDAD POTENCIAL DE LAS LESIONES			POSIBILIDAD DE REPETICIÓN		
Muy grave	Grave	Leve	Frecuente	Ocasional	Raro
☐	☐	☐	☐	☐	☐
MEDIDAS PREVENTIVAS					
Que acciones se han adoptado o se adoptarán, para evitar la repetición del incidente:					
Investigado por:	Fecha:	Revisado por:	Fecha:		





INVESTIGACIÓN DE INCIDENTES

Conforme a lo descrito en los artículos 18 "Información, consulta y participación de los trabajadores" y 19 "Formación de los trabajadores", la empresa adoptará las medidas necesarias para que por sí misma, por el personal responsable de los trabajos o por personal técnico especializado, se facilite a los trabajadores todas las informaciones necesarias en relación con:

- a) Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo, tanto aquellos que afecten a la empresa en su conjunto como a cada tipo de puesto de trabajo o función.
- b) Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos señalados en el apartado anterior.

La empresa, a través de los programas de formación de proveedores, Servicio de Prevención, Asociaciones empresariales y sindicales, debe facilitar el que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, tanto en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo.

La formación se centrará específicamente en el supuesto de trabajo o función de cada trabajador, y procurará adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos. Se repetirá periódicamente, si fuera necesario.

La formación a que se refiere el párrafo anterior se impartirá, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo o, en su defecto, en otras horas pero con el descuento del tiempo invertido en la misma.

En cada momento se planificará la formación continua de los trabajadores en función de la planificación de las entidades ajenas antes citadas.

ROPA DE TRABAJO Y EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL

Todos los trabajadores pertenecientes a la empresa deberán utilizar los equipos de protección individual necesarios para la realización de sus trabajos.

Las responsabilidades y obligaciones en cuanto a su uso, mantenimiento y almacenamiento, así como la metodología utilizada para su elección, están marcados en el RD 773.

Abarca todos los equipos tanto para el desarrollo de los trabajos diarios como para la realización de tareas críticas reguladas por procedimientos o instrucciones operativas específicas.

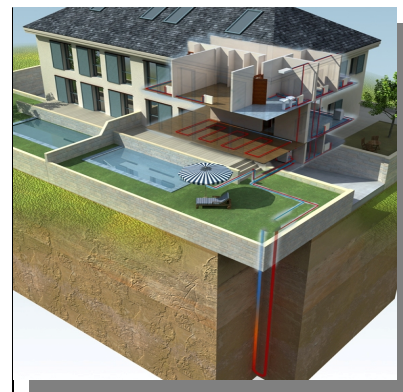
Por otro lado, es conveniente la implantación de un sistema de registros de los equipos de protección entregados a los trabajadores, de manera que éste, al formar dicho registro, se hará responsable de su utilización, mantenimiento y conservación según lo especificado en las instrucciones del fabricante.

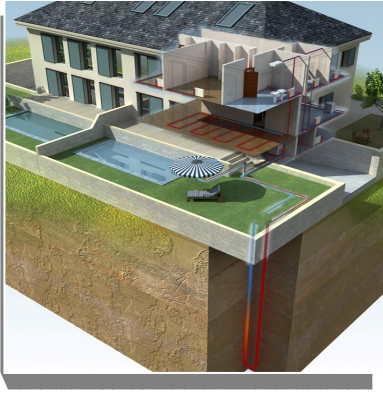
REGISTRO DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

EMPRESA:
CONTRATISTA:
SUBCONTRATISTA:

Siguiendo lo marcado en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995), el empresario está obligado a **“informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores propios y autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra”**. Igualmente, deberá hacer **entrega a los trabajadores de los equipos de protección individual necesarios** para el desarrollo de sus funciones con las garantías suficientes de seguridad.

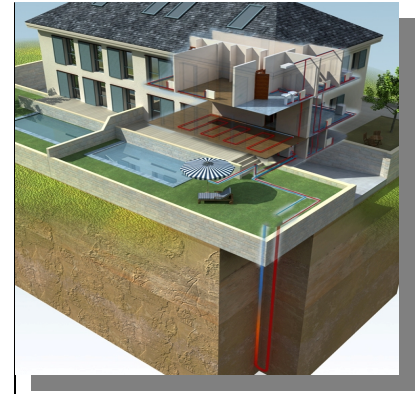
Buscando dar cumplimiento a lo anteriormente mencionado, todos los abajo firmantes han recibido **EL LISTADO DE RIESGOS Y LAS MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR DURANTE LA REALIZACION DE SU TAREA** y los EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUALES que se estiman oportunos.





Documento Anexo de la Guía de la Energía Geotérmica

NOMBRE:	
D.N.I.:	
PUESTO:	
	FECHA:
	FIRMA:
EPI's ENTREGADOS:	
CASCO DE SEGURIDAD	☐
BOTAS DE SEGURIDAD	☐
GUANTES DE TRABAJO	☐
MONO DE TRABAJO	☐
PROTECTORES AUDITIVOS	☐
BOTAS DE AGUA	☐
GAFAS ANTIPROYECCION	☐
TRAJE DE AGUA	☐
OTROS	☐



ANEXO 3: DISPOSICIONES INTERNAS DE SEGURIDAD

1. INTRODUCCIÓN

El capítulo II del Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera, en su artículo 5°, dice:

“Cuando sea precisa la adaptación, a casos concretos, de las medidas de este Reglamento y cuantas disposiciones posteriores puedan desarrollarlo, el Director Facultativo responsable establecerá Disposiciones Internas de Seguridad que regulen la actividad interna de la Empresa explotadora.”

Las presentes Disposiciones Internas de Seguridad (D.I.S.) pretenden contemplar todos aquellos apartados que están incluidos dentro de la normativa actualmente en vigor y todas las normas que sean precisas para una perfecta utilización de los equipos de perforación.

Así mismo, se han incluido las medidas para la protección de la calidad del agua y las precauciones sanitarias que habrán de adoptarse para garantizar dicha calidad.

Estas Disposiciones Internas de Seguridad se adaptan a la legislación actual y serán modificadas ante cualquier variación que puedan afectarlas.

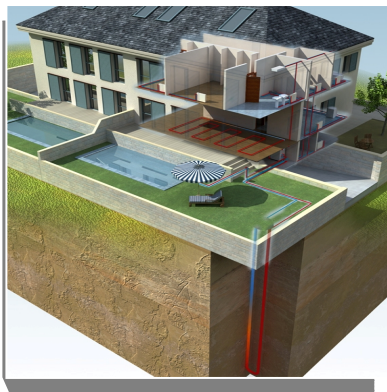
2. ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de las presentes Disposiciones Internas de Seguridad será en todas las labores de PERFORACIÓN, que sean responsabilidad de y por todo el personal presente, tanto propio como contratado, que esté trabajando en el mismo ámbito físico donde estas labores tengan lugar.

3. PERSONAL INVOLUCRADO. FUNCIONES

El Director Facultativo, titulado de Minas, será el responsable de la seguridad de los trabajos que se encuentren dentro del ámbito de aplicación de las presentes Disposiciones Internas de Seguridad.

Todo el personal de la obra, cualquiera que sea su calificación laboral, será responsable de la estricta observancia de lo dispuesto en las presentes Disposiciones Internas de Seguridad, cuyo conocimiento y cumplimiento es obligatorio.



La formación de personal se realizará de acuerdo con la actividad concreta a desarrollar. Periódicamente, se harán reuniones de actualización técnica, y diariamente se impartirán las instrucciones de operación necesarias.

3.1. Funciones del Director Facultativo

La aplicación obligatoria de todo lo dispuesto en las presentes Disposiciones Internas de Seguridad.

La formación de todo el personal, tanto propio, como del personal de empresas contratadas, en materia de seguridad, de manera directa o en colaboración del Encargado o persona responsable.

La supervisión en el cumplimiento de lo dispuesto en las Disposiciones Internas de Seguridad, mediante visitas periódicas a la obra.

3.2. Funciones del operador del equipo de perforación

El operador del equipo de perforaciones, durante los trabajos de perforación, será el responsable directo de la aplicación de lo dispuesto en las presentes Disposiciones Internas de Seguridad.

Verificar la máquina, antes de iniciar los trabajos de perforación, para asegurarse que posee los medios y dispositivos de seguridad adecuados y que éstos están en perfecto estado de utilización y servicio.

Verificar que las condiciones de trabajo son seguras, tomando, en su caso, las oportunas medidas de prevención. En caso de duda, consultará con el Director Facultativo.

Verificar que las herramientas, materiales y equipos, tanto de trabajo como de protección individual, estén en las debidas condiciones de uso.

Informar, a través del Director Facultativo, del incumplimiento de lo dispuesto en la presente Disposiciones Internas de Seguridad.

3.3. Funciones del ayudante

Verificar que las condiciones de trabajo del personal, en los trabajos de su responsabilidad directa, sean seguros, tomando, en su caso, las oportunas medidas de prevención. En caso de duda, consultará con el Director Facultativo.

Verificar que los útiles, equipos y materiales, tanto de trabajo como de protección individual, estén en las debidas condiciones de uso.

Informar, a través del Director Facultativo, del incumplimiento de lo dispuesto en la presente Disposiciones Internas de Seguridad.

4. MATERIAL UTILIZADO

4.1. Equipos de perforación

Se seguirán las instrucciones de servicio especificadas por el fabricante en su Manual de Servicio y Mantenimiento.

Durante las operaciones de mantenimiento y reparaciones realizadas en obra, el equipo estará frenado e inmovilizado de manera que no pueda moverse de forma imprevista.

Los controles de arranque estarán bloqueados de forma que sólo el personal autorizado pueda accionarlos.

Ningún operario subirá por la columna de perforación para realizar cualquier servicio. En caso de necesidad, el operario estará provisto de cinturón de seguridad anclado a la columna.

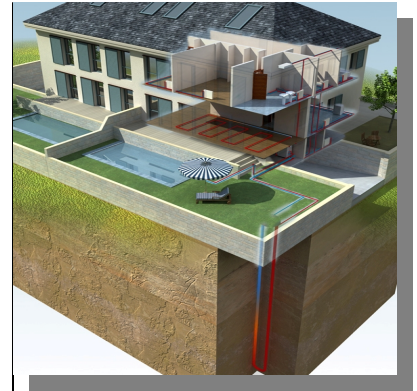
Deben verificarse el estado de las válvulas de seguridad con periodicidad semanal, como mínimo.

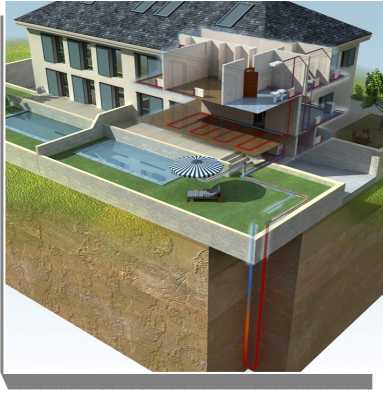
No se usarán mangueras de aire con presiones superiores a 2 bar para la limpieza de filtros, ropa de trabajo, polvo, etc.

El repostado del equipo perforador se realizará con el motor parado y en zonas ventiladas, quedando completamente prohibido fumar o realizar cualquier tipo de llama en un radio inferior a 10 m del mismo.

Antes de realizar cualquier maniobra, el operador se asegurará que no existan personas ni obstáculos próximos a la máquina.

Se prestará especial atención a la existencia de canalizaciones o conducciones subterráneas en el desplazamiento del equipo perforador, así como la existencia de líneas eléctricas aéreas. El equipo perforador deberá mantenerse a una distancia de seguridad mínima de 10 m de cualquier línea eléctrica.





La perforación de los barrenos se realizará con empleo de captador de polvo.

En todo momento, los accesorios de perforación estarán en buenas condiciones de uso. Aquellas piezas que presenten desgastes que puedan afectar a la seguridad de la operación, serán sustituidas.

Los operadores se mantendrán, en todo momento, alejados de los componentes en movimiento de la perforadora.

Las llaves de potencia llevarán las correspondientes uniones, mediante cadenas, a la torre y serán de dimensiones adecuadas al trabajo especial al que han de ser destinadas. Dispondrán de contrapesos para facilitar su manipulación y un dispositivo de seguridad que evite su caída en caso de rotura del cable que la sostiene.

La plataforma de trabajo, enganchador de tuberías o varillaje estarán debidamente aseguradas a la torre, comprobándose en cada montaje de equipo, las condiciones de fijación. El operario que realice esta maniobra deberá ir provisto en todo momento del cinturón de seguridad.

4.2. Cable de cabrestante principal

Se llevará un libro de registros donde figuren las características del cable del cabrestante principal, revisiones efectuadas en el mismo, con indicación de la fecha y cualquier incidencia o anomalía observada. En este libro se anotará diariamente el trabajo medio realizado con el cable, procediéndose a su anulación cuando se estime que se ha conseguido de él un rendimiento razonable sin esperar a que se produzcan desperfectos que pudieran resultar peligrosos. La carga máxima admisible del cable principal será la quinta parte de la carga de rotura (coeficiente de seguridad de 5).

4.3. Equipamiento de ayudantes y operarios

Todo el equipamiento: saco, guantes, botas, cinturón antivibratorio, protecciones acústicas, ropa impermeable, etc., será el debidamente homologado en aquellos casos en que exista esta homologación, y en todo caso, deberá estar en perfectas condiciones de utilización para una correcta protección.

4.4. Balizamiento de las obras

La circulación rodada deberá estar interrumpida, estando la entrada a la obra cerrada mediante vallas pintadas de manera llamativa con tiras o pastillas reflectantes para que resulten visibles durante la noche.

En los puntos de mayor peligro, cuya protección debe ser visible a mayor distancia, se colocarán durante la noche balizas centelleantes de luces rojas o luces permanentes.

5. PERFORACIÓN

5.1. Personal

Los mandos con personal a sus órdenes, son responsables del desarrollo de todos los trabajos en condiciones seguras.

Todos los perforistas estarán en posesión de los permisos que sean reglamentarios en cada momento y conocer el manual de operación de la máquina, antes de hacerse cargo de ella.

Los trabajadores usarán la ropa y accesorios de protección dispuestos por la Empresa.

Comunicarán a sus superiores cualquier avería, anomalía o práctica peligrosa.

5.2. Equipo de perforación

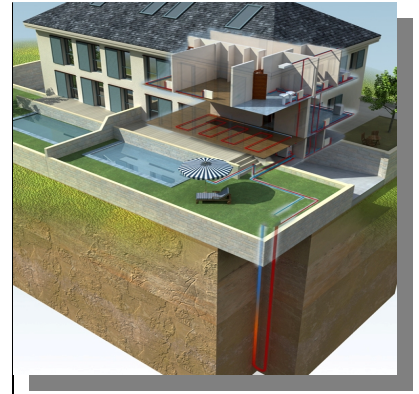
En cada caso, se procurará perforar en las mejores condiciones, tanto desde el punto de vista de seguridad, como de higiene y garantías para el personal interviniente.

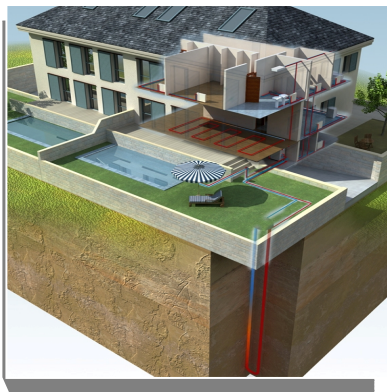
Si las condiciones de trabajo son inadecuadas o peligrosas, no se arrancará el equipo.

Las deslizaderas se mantendrán abatidas durante el traslado de las perforadoras.

Durante las maniobras, los ayudantes se colocarán en puntos visibles para los maquinistas.

Cualquier maniobra potencialmente insegura necesitará del concurso de un ayudante en contacto visual con el maquinista.





Antes de abandonar la perforadora, se liberará la presión de todos los circuitos y se dejarán los controles en posición de parada, haciendo uso de los bloqueos existentes, y retirando las llaves de arranque.

Caso de existir alguna circunstancia que pueda afectar al uso de la máquina, se dejará una nota de advertencia sobre los controles de arranque, antes de abandonar la perforadora.

6. PROTECCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA, PRECAUCIONES SANITARIAS Y DESINFECCIONES

Durante la ejecución de los sondeos, se tomarán de manera permanente las medidas necesarias para evitar que las aguas sean contaminadas, o que aguas con características químicas no deseables entren en contacto con las aguas subterráneas a través del sondeo. Así mismo, se cuidará que gasolinas, gasóleos u otros agentes externos contaminantes puedan entrar en los sondeos mediante filtraciones a través de la abertura.

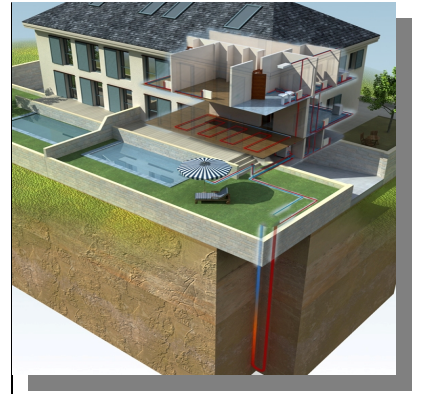
En el caso de que se contamine el sondeo, o que aguas con características no deseables entrasen en el sondeo por descuido del Contratista, éste, a su cargo, realizará las obras esterilizantes necesarias para eliminar la contaminación, neutralizando la entrada de agua contaminante.

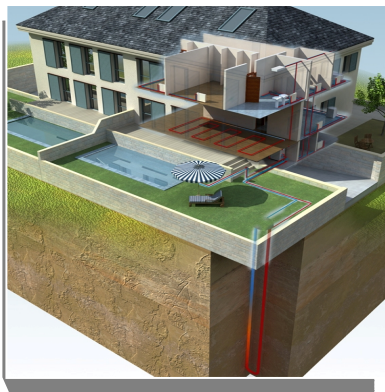
El Contratista extremará sus cuidados durante la realización de las obras para evitar el derrumbamiento o soterramiento de los estratos.

Como precauciones sanitarias se tendrán presentes las siguientes:

- El sondeo deberá ubicarse en una zona relativamente alta, de cota superior a la de cualquier fuente cercana de posible contaminación.
- La tubería del revestimiento deberá sobresalir, por lo menos, 50 cm de la cota de la superficie del terreno circundante.
- Aún cuando los materiales del subsuelo próximos a la superficie tengan unas características tales que permitan una filtración y consiguiente disminución de su grado de contaminación, hay que tener precauciones en el mantenimiento de posibles focos contaminantes.

- Una vez concluido el sondeo, se limpiará completamente de cualquier materia extraña, con inclusión de herramientas, maderas, cuerdas, escombros, cemento, aceites, grasas, etc.
- Si, por cualquier motivo, el sondeo hubiese sido contaminado, se procederá a su desinfección con una solución de cloro. Ésta ha de tener una concentración de, al menos, 50 ppm de cloro en todas partes del sondeo. La solución de cloro se aplicará de acuerdo con las instrucciones que en este sentido marque el Director Facultativo, debiendo permanecer dicha solución en el sondeo durante dos (2) horas, como mínimo.





PRESCRIPCIONES

Con objeto de garantizar una buena ejecución de los trabajos de perforación y una correcta y segura instalación de los colectores de polietileno, se han de cumplir las siguientes prescripciones:

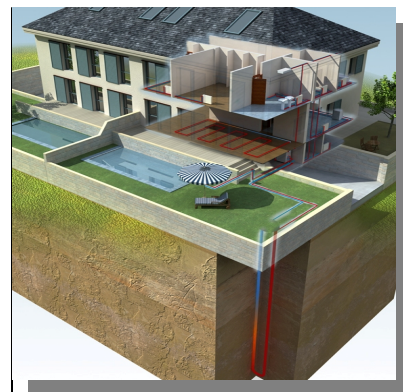
- 1) Para una correcta ejecución de las perforaciones se tendrán que tener en cuenta los siguientes requisitos:
 - La empresa responsable de la perforación se atenderá en todo momento a lo dispuesto en el Reglamento General de Normas Básicas de Seguridad Minera (R.D. 863/1985 de 2 de abril) y a las Instrucciones Técnicas Complementarias que lo desarrollan.
 - No se podrán realizar perforaciones superiores a los **200 m**.
 - La situación de las perforaciones, en caso de reformas en las que se desconozca la situación de los cimientos, deberán estar a una distancia mínima de **4 m** de la vivienda, nave, edificio, etc. Así mismo, se contempla una distancia mínima a otras propiedades colindantes de **10 m** entre éstas y la perforación más cercana.
 - En terrenos poco cohesionados (suelos), se entubará la perforación en sus primeros **6 m**, colocándose los colectores ya llenos de BRINE (agua+anticongelante) inmediatamente después de su finalización. Posteriormente, se rellenará la perforación con el detritus procedente de la misma o con arena silíceas, con objeto de reestablecer, en la medida de lo posible, las condiciones iniciales del terreno.
 - En terrenos de elevada dureza, los tubos penetrarán 2 m en la roca.
 - Los tubos de revestimiento a emplear tendrán un espesor mínimo de **5,00 mm** y calidad de acero y tolerancia según **DIN 1626** o equivalente. Las soldaduras entre tubos deberán ser herméticas y resistentes a la presión de trabajo. La unión entre el tubo envolvente y la roca debe ser hermética mediante el empleo de cemento.
- 2) Para reducir al mínimo el riesgo de fuga del líquido refrigerante BRINE (agua+anticongelante) y de pérdidas de carga del sistema del captador, los materiales a emplear deberán cumplir los siguientes requisitos:
 - Los tubos de los colectores serán de polietileno completa-

mente soldado (PEM PN 6.3 - 8 para perforaciones inferiores a 100 m y PEM PN 12.5 - 16 para perforaciones entre 100 m y 200 m) según SIS 3326 o equivalente, con codo de retorno de fabricación industrial.

- Se emplearán tapas de cierre hermético para cerrar la perforación e impedir que entre agua de la superficie y/o tierra en la misma.
- Las conexiones de los tubos de polietileno deben soldarse mediante electrofusión, con materiales y equipos de soldadura homologados por el fabricante de tubos.
- A la hora de introducir los colectores en la perforación, ésta deberá estar llena de agua para facilitar dicha labor e impedir que, debido al peso, la tubería de polietileno caiga de forma brusca produciendo daños en la tubería y en la perforación y/o accidentes laborales. En caso de que la perforación no tenga agua, se tendrá que rellenar con agua limpia.
- Una vez introducidos los colectores en la perforación, se realizará una prueba de presión (> 2 bar) del sistema.
- La zanja que conduce los colectores a la vivienda, se rellenará con material adecuado que no dañe los tubos de polietileno. Se señalarán las conducciones mediante una cinta de color llamativo 40 cm por encima de los tubos de polietileno.
- Los tubos de polietileno de los colectores se aislarán con material resistente en su paso por las paredes de la vivienda.
- El BRINE (agua+anticongelante) deberá tener una concentración tal que garantice una temperatura mínima de congelación entre -15 °C y -20 °C.

3) Una vez finalizadas las perforaciones, se entregará a la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid un informe detallando los siguientes puntos:

- Longitudes finales de las perforaciones.
- Materiales atravesados.
- Presencia de agua y su cota.
- Incidencias.





Fundación de la Energía
de la Comunidad de Madrid

Energy Management Agency

Intelligent Energy  Europe

www.fenercom.com



La Suma de Todos



Dirección General de Industria,
Energía y Minas

CONSEJERÍA DE ECONOMÍA Y CONSUMO

Comunidad de Madrid

www.madrid.org

GIROD
GEOTERMIA