

## CUALIFICACIÓN PROFESIONAL:

### Gestión de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado

<i>Familia Profesional:</i>	<b>Energía y Agua</b>
<i>Nivel:</i>	<b>3</b>
<i>Código:</i>	<b>ENA711_3</b>
<i>Estado:</i>	<b>BOE</b>
<i>Publicación:</i>	<b>RD 297/2021</b>

### Competencia general

Gestionar el montaje de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado, gestionando la puesta en marcha y el mantenimiento, cumpliendo las normativas aplicables de planificación de la actividad preventiva y protección medioambiental.

### Unidades de competencia

- UC2391\_3:** Gestionar el montaje de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado
- UC2392\_3:** Gestionar la puesta en marcha y operación de los sistemas de intercambio geotérmico en circuito cerrado
- UC2393\_3:** Gestionar el mantenimiento de las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado

### Entorno Profesional

#### Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en el área de producción dedicada a la organización y proyectos de instalaciones de intercambio geotérmico de circuito cerrado para climatización y producción de agua caliente sanitaria (ACS), en entidades de naturaleza pública o privada, empresas de tamaño pequeño, mediano o grande, tanto por cuenta propia como ajena, con independencia de su forma jurídica. Desarrolla su actividad dependiendo, en su caso, funcional y/o jerárquicamente de un superior. Puede tener personal a su cargo en ocasiones, por temporadas o de forma estable. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios de accesibilidad universal de acuerdo con la normativa aplicable.

#### Sectores Productivos

Se ubica en el sector productivo energético y de la construcción en el subsector de geotermia.

#### Ocupaciones y puestos de trabajo relevantes

Los términos de la siguiente relación de ocupaciones y puestos de trabajo se utilizan con carácter genérico y omnicomprendivo de mujeres y hombres.

- Responsables de montaje de instalaciones de intercambio geotérmico de circuito cerrado
- Promotores de instalaciones de intercambio geotérmico de circuito cerrado
- Responsables de mantenimiento de instalaciones de intercambio geotérmico de circuito cerrado

### Formación Asociada (390 horas)

### Módulos Formativos

- MF2391\_3:** Gestión del montaje de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado (180 horas)
- MF2392\_3:** Gestión de la puesta en servicio y operación de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado (90 horas)
- MF2393\_3:** Gestión del mantenimiento de las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado (120 horas)

## UNIDAD DE COMPETENCIA 1

### Gestionar el montaje de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado

Nivel: 3

Código: UC2391\_3

Estado: Tramitación BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Organizar el plan de ejecución y montaje de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado, para cumplir los plazos de entrega, disponiendo cronogramas con la asignación de tareas y categorías, aplicando el proyecto o memoria, y siguiendo las indicaciones de la persona responsable.

**CR1.1** El montaje de la instalación se organiza en fases, evitando solapamientos para garantizar la continuidad del proceso y optimización de recursos, tomando como referencia el proyecto o memoria y estructurándolo en las siguientes etapas:

- Suministro y acopio de materiales.
- Ejecución de sondeos.
- Apertura de zanjas.
- Instalación de tuberías y colectores de distribución.
- Pruebas y ensayos.
- Instalación de sala de máquinas.

**CR1.2** La información e instrucciones inherentes al montaje de las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado se transmiten a los trabajadores/as de forma clara, favoreciendo la optimización en los trabajos asignados.

**CR1.3** La actividad de los trabajadores/as que intervienen en la obra se coordina, verificando el cumplimiento de los objetivos programados, atendiendo a criterios de optimización y seguridad.

**CR1.4** Los materiales y equipos se ubican en la obra de acuerdo a los planes de montaje y de aprovisionamiento, según las especificaciones del proyecto o memoria, asegurándose que no han sufrido golpes ni desperfectos y que son almacenados en lugares accesibles para su manipulación y operación, libres de humedad y protegidos, de golpes y de las condiciones atmosféricas adversas.

**CR1.5** El tendido de los tubos en los sondeos y canalización horizontal en la zona de exterior y del equipamiento en la sala de máquinas se planifica, según especificaciones de tendido, anclado, conexión y soldadura, asegurando que se cumplan los radios de curvatura, excesos de tirada y calidad en la realización de las soldaduras.

**CR1.6** Las pruebas de ensayo de respuesta térmica del terreno, en caso de requerirse por el proyecto se planifican con la empresa especializada, en un área preparada para la realización de los sondeos para obtener el comportamiento real geotérmico de los horizontes litológicos frente a extracciones o inyecciones de calor en el terreno.

**RP2:** Controlar el suministro de materiales a la obra de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado según procedimientos establecidos en la empresa, los planes de montaje y aprovisionamiento, verificando el proceso,

para garantizar que no existan interrupciones en la instalación por falta de material y siguiendo las indicaciones de la persona responsable.

**CR2.1** El acopio de materiales en obra se organiza de acuerdo a la disponibilidad de espacio, protección de los materiales y plan de seguridad.

**CR2.2** El material recibido se comprueba, verificando que se corresponde con las características del proyecto y se encuentra en estado para su montaje e instalación.

**CR2.3** Los momentos de entrega de materiales se establecen, teniendo en cuenta la viabilidad real del aprovisionamiento y la planificación del montaje para garantizar el suministro en el momento establecido, según el plan de ejecución y montaje de la instalación de intercambio geotérmico de circuito cerrado.

**CR2.4** La aplicación de los criterios de control de calidad, según norma UNE, se controla, verificando que los materiales empleados están libres de abolladuras, arañazos, anotando la fecha y serie de fabricación, y verificando los certificados de pruebas realizados por los fabricantes.

**RP3:** Supervisar el montaje del circuito de intercambio geotérmico y de sus elementos esenciales, accesorios y de control a partir de los planos, esquemas y especificaciones técnicas del proyecto, para entrega de la instalación y posterior ejecución de pruebas de puesta en servicio.

**CR3.1** La ejecución de los sondeos se controla, considerando, los siguientes aspectos:

- Verificación de las condiciones de acceso y emplazamiento a los puntos de sondeo.
- Verificación de los servicios auxiliares como: suministro eléctrico, suministro de agua, desagües, casetas de obra, entre otros.
- Verificación final de los posibles servicios afectados.
- Verificación de las condiciones de ejecución de los sondeos.
- Equipo de perforación.
- Sistema de perforación.
- Diámetros de perforación.
- Equipos auxiliares.
- Revestimientos.
- Evacuación de detritus.
- Gestión de caudales y detritus aflorados.
- Gestión de residuos.
- Gestión de suministros.
- Verificación de las condiciones de equipamiento de los sondeos.
- Captador geotérmico.
- Procedimientos de instalación.
- Rellenos empleados.
- Pruebas.
- Sellado y protección de los intercambiadores.

**CR3.2** Los trabajos de zanqueo y el tendido de las conducciones se controlan, verificando, siguiendo la siguiente secuencia de trabajos:

- Emplazamiento del replanteo de los colectores de distribución.
- Trazado del replanteo del de las conducciones entre sondeos y colectores.
- Supervisión de la instalación de los colectores de distribución.
- Supervisión del replanteo de la apertura de la zanja.
- Verificación de las condiciones finales de ejecución de la zanja: pendiente, profundidad, sección, existencia de elementos punzantes, entre otras.

- Comprobación de las características del material de relleno.
- Supervisión del tendido de las conducciones.
- Verificación de los procedimientos de unión de las conducciones al sondeo y colectores.
- Coordinación del llenado, enjuague (flushing), purga y pruebas del circuito.
- Supervisión del cierre y relleno de la zanja según la secuencia establecida.
- Documentación de todos los trabajos ejecutados.

**RP4:** Supervisar el montaje de los equipos y elementos de la sala técnica de acuerdo con los planos, esquemas y especificaciones técnicas, verificando su funcionamiento, mediante medidas de consumo energético, temperaturas y caudal del líquido caloportador, entre otros, para asegurar la entrega de la instalación y posterior ejecución de pruebas de puesta en servicio.

**CR4.1** La instalación de cada uno de los equipos y elementos de la sala técnica se controla, verificando el replanteo, tomando como referencia los planos del proyecto y considerando las posibles modificaciones para su mejora, teniendo en cuenta las conexiones a los circuitos exterior e interior y la accesibilidad a cada uno de los equipos para su mantenimiento y eventual reparación.

**CR4.2** La ubicación, anclado, y posicionamiento de los dispositivos de la sala técnica y la conexión con los circuitos exterior e interior se controla, verificando su posición con la indicada en el proyecto o memoria, comprobando la accesibilidad e iluminación para tareas de instalación y mantenimiento.

**CR4.3** El funcionamiento de los equipos de la sala técnica se controla, realizando pruebas de funcionalidad de todos los dispositivos, así como de los elementos de regulación y control y comprobando que se encuentran dentro de los límites establecidos en el proyecto, midiendo consumos energéticos, verificando presiones del gas refrigerante, caudales, temperaturas del fluido de entrada y salida.

**RP5:** Formalizar la documentación relacionada con los procesos de montaje de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado, archivando el proyecto, memoria, replanteos, órdenes de trabajo, manuales de operación y mantenimiento de equipos, informes de puesta en servicio, para disponer de un repositorio documental de la obra.

**CR5.1** Los documentos del proyecto o memoria, esquemas simbólicos, listas de materiales, manuales de funcionamiento, informes de replanteo y otros documentos técnicos se archivan en soportes papel o electrónicos, siendo accesibles para su consulta y tratamiento según los procedimientos de la empresa y criterios organizativos de claridad y control, constituyendo el soporte documental de la instalación.

**CR5.2** Los partes de trabajo, albaranes, facturas, control para certificaciones y demás documentos administrativos se archivan, en soportes papel o electrónicos organizándolos durante el proceso de montaje de la instalación, constituyendo el soporte documental de la instalación.

**CR5.3** Los documentos respecto al proyecto o memoria, la gestión de permisos y licencias se archivan, en soporte papel o electrónicos organizándolos, siendo accesibles para su consulta y tratamiento, para constituir la base documental de la obra, ante las posibles legalizaciones, subvenciones e inspecciones.

**CR5.4** La documentación generada en el proceso de montaje de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado se comprueba, controlando la integridad del protocolo de las pruebas, la disponibilidad del manual de operación y mantenimiento.

**CR5.5** Los documentos de entrega de materiales y equipos (certificados de garantía, manuales de funcionamiento, hojas técnicas, certificados de calibración, entre otros) se inspeccionan, verificando que no existe ninguna anomalía, para constituir la base documental de la obra.

**CR5.6** La ficha técnica de la instalación se confecciona, asegurándose que contiene datos de la propiedad, específicos del sistema de intercambio geotérmico como tipo de sondeo, profundidad/longitud, relleno, caudal, número de circuitos, diámetro de la perforación, método de perforación, caudal total, separación de circuitos, datos del sistema de generación como marca y modelo, generación de agua caliente sanitaria (ACS), depósito de inercia, bombas circuladoras con número de serie, entre otros para su entrega al cliente.

**CR5.7** La documentación generada de las pruebas de ensayos de respuesta térmica, se supervisa, verificando que no existe ninguna anomalía para constituir la base documental de la obra, y asegurando que se ha incluido en la fuente de información del proyecto para el diseño de la instalación.

**RP6:** Elaborar memorias técnicas de sistemas de intercambio geotérmico para instalaciones de instalaciones tipo A, según la carga y demanda térmica del edificio y parámetros térmicos característicos del terreno.

**CR6.1** La litología que se prevé atravesar se obtiene de las fuentes existentes y contrastadas: mapas geológicos, estudios geotécnicos, documentación del proyecto y otros.

**CR6.2** Los parámetros térmicos característicos del terreno en ausencia de un ensayo de respuesta térmica se obtienen a partir de unas tablas y la temperatura media de la zona.

**CR6.3** Las cargas y demandas térmicas del edificio se obtienen del cálculo realizado en el proyecto del edificio.

**CR6.4** El sistema de intercambio geotérmico se realiza, considerando el dimensionamiento del campo de captación, la selección de los equipos, el diseño del cuarto mecánico, el protocolo de control de calidad y pruebas, y la documentación y garantías.

**CR6.5** El presupuesto se elabora teniendo en cuenta las características del sistema de intercambio geotérmico diseñado.

**CR6.6** La memoria técnica se redacta, incluyendo el cumplimiento de la: CTE (Código Técnico de la Edificación), RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios), SS (seguridad y Salud), entre otros, cálculos, planos y presupuesto.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Útiles y herramientas de medida. Equipos de seguridad. Componentes de las instalaciones, equipos de medida, equipos de control. Proyecto o memoria de la instalación. Planos de la instalación.

### Productos y resultados

Organización del plan de ejecución de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado. Control del suministro de materiales a la obra de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado. Supervisión del montaje del circuito de intercambio geotérmico en circuito cerrado. Supervisión del montaje de los equipos y elementos de la sala técnica. Formalización de la documentación relacionada con los procesos de montaje de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado. Elaboración de memorias técnicas de sistemas de intercambio geotérmico para instalaciones tipo A.

### Información utilizada o generada

Proyectos, planos, mapas, esquemas y diagramas de principio. Memorias técnicas tipo A de intercambio geotérmico. Fichas técnicas de productos y materiales. Listado de piezas y componentes. Programas de montaje. Partes de trabajo, albaranes, facturas, pedidos y otros documentos administrativos. Especificaciones técnicas. Catálogos. Manuales de servicio y utilización. Instrucciones de montaje y de funcionamiento. Plan de seguridad y salud en el montaje. Plan de impacto medioambiental en el montaje. Normativa relativa a protección medioambiental y a la planificación de la actividad preventiva. Normas UNE.

## UNIDAD DE COMPETENCIA 2

### Gestionar la puesta en marcha y operación de los sistemas de intercambio geotérmico en circuito cerrado

Nivel: 3

Código: UC2392\_3

Estado: Tramitación BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Supervisar la ejecución de las pruebas de resistencia mecánica, estanqueidad, seguridad y funcionamiento de las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado documentando el proceso de recepción del material mediante la recopilación de los certificados de pruebas del fabricante, para asegurar las condiciones de funcionamiento establecidas en el proyecto o memoria.

**CR1.1** La puesta en servicio de la instalación del intercambiador en el sondeo se controla, mediante la verificación del resultado de:

- Pruebas de resistencia mecánica, estanqueidad y flujo tras la soldadura de las conducciones en cabeza de sondeo.
- Pruebas de resistencia mecánica, estanqueidad y flujo en colectores tras la conexión de las conducciones a sondeos.
- Pruebas de resistencia mecánica, estanqueidad y flujo en cuarto mecánico tras la conexión de la conducción desde los colectores.
- Enjuague y purga de circuito (flushing).
- Prueba hidráulica final.
- Prueba caudal y prueba de estanqueidad.

**CR1.2** Las pruebas de resistencia mecánica, estanqueidad y flujo tras la instalación del intercambiador en el sondeo se registran en forma de un informe que recoge los valores obtenidos de presión, velocidad del caudal a la entrada y salida, temperatura a la entrada y a la salida.

**RP2:** Supervisar los procesos de puesta en marcha del sistema de intercambio geotérmico en circuito cerrado de forma coordinada con las instalaciones del cuarto de máquinas, verificando su realización para asegurar la calidad y seguridad en cada una de las operaciones.

**CR2.1** Los elementos de la sala de máquinas (bombas de calor, bombas circuladoras, electroválvulas, accionamientos, entre otros) se comprueban, verificando el conexionado, el sentido de giro, entre otros.

**CR2.2** El llenado, estanqueidad de la instalación y características del fluido caloportador se comprueban, verificando la inexistencia de fugas, la presión del circuito, la ausencia de aire y que la concentración, en su caso, de anticongelante es la especificada en proyecto.

**CR2.3** Los caudales circulantes, la presión diferencial en el circuito y las temperaturas de ida y retorno al terreno se comprueban con la instrumentación de la bomba de calor y con los equipos externos de comprobación (termómetro diferencial, termopares, entre otros),

verificando que se ajustan a los de referencia (los del proyecto) y a las especificaciones del fabricante, comparando las medidas obtenidas con las de referencia.

**CR2.4** Los caudales por sondeos se reparten, mediante la lectura de los caudalímetros/válvulas de equilibrado instalados en los circuitos y los equipos externos de comprobación (caudalímetros portátiles, entre otros).

**CR2.5** Los parámetros eléctricos de la bomba circuladora (tensión, intensidad, frecuencia, entre otros) se comprueban mediante multímetros, realizando medidas y comparándolas con las nominales de funcionamiento determinando sus desviaciones.

**CR2.6** La bomba de calor se pone en marcha y los parámetros de funcionamiento (presiones de alta y baja del sistema y temperaturas en cada parte del ciclo, entre otros), se verifican en el propio control de la máquina y mediante equipos externos de medición.

**CR2.7** Los modos de funcionamiento del sistema (calefacción, refrigeración, ACS agua caliente sanitaria) se prueban, comprobando que se ajustan a los parámetros indicados en el proyecto o memoria y especificaciones del fabricante.

**RP3:** Supervisar las maniobras de operación, actuando sobre el sistema de regulación y control del sistema de intercambio geotérmico, a partir de los planos, esquemas y especificaciones técnicas del propio sistema de intercambio geotérmico para asegurar el cumplimiento de la calidad a lo largo de todo el proceso.

**CR3.1** Las maniobras de operación proyectadas se revisan, verificando su correspondencia con la memoria de funcionamiento, valorando su efectividad y proponiendo, en su caso, las mejoras oportunas con el fin de obtener un funcionamiento óptimo y seguro.

**CR3.2** Los datos de las medidas de los caudales, las temperaturas, presiones, intensidades, tensiones, energías, frecuencias y saltos térmicos, se recogen manual o preferiblemente de forma automática, registrándolos para poder realizar medidas comparativas de funcionamiento de la instalación.

**CR3.3** Los parámetros de la instalación se ajustan, según el protocolo establecido en función de las características de la instalación y de las especificaciones del fabricante.

**RP4:** Supervisar el sistema de monitorización de la instalación, comprobando las temperaturas, presiones, caudales del circuito caloportador y las medidas de consumos estacionalizados energéticos para asegurar el buen funcionamiento.

**CR4.1** El funcionamiento de la instalación se verifica comprobando que las energías captadas y disipadas en el terreno y generadas (calefacción, refrigeración, ACS agua caliente sanitaria) y el consumo de la bomba de calor y de las bombas circuladoras (especialmente la del terreno) se ajusta a los parámetros de eficiencia energética, rendimiento y aprovechamiento de la energía renovable establecidos en el proyecto, proponiendo las medidas de corrección, en caso de desviaciones, actuando en ajuste de caudales circulantes, reprogramación de consignas, entre otras.

**CR4.2** La instrumentación utilizada en las mediciones de parámetros (temperatura, caudal, presión, entre otros) se calibra, de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes de los equipos.

**CR4.3** El sistema de adquisición de datos se comprueba, conectándose al mismo y verificando la recepción de las señales programadas (temperaturas, presiones, estados, entre otros) con el fin de que reciba, registre y transmita (en su caso) las señales con periodicidad.

**CR4.4** Las series de datos obtenidas (temperaturas, caudales, presiones, energías, entre otros) en las instalaciones tipo A según normas UNE se registran para evaluar el rendimiento energético de la instalación.

**CR4.5** Las series de datos obtenidas de la instalación se comparan con los existentes de series históricas, proponiendo acciones de mejora en forma de actualización o reprogramación de los parámetros de funcionamiento de la instalación para aumentar su rendimiento energético.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Equipos de seguridad. Elementos de la sala de máquinas (bombas de calor, bombas circuladoras, electroválvulas, accionamientos, entre otros). Planos, esquemas y especificaciones técnicas del proyecto. Equipos externos de comprobación (termómetro diferencial, termopares, entre otros), caudalímetros, multímetros, equipos externos de medición.

### Productos y resultados

Supervisión de la ejecución de las pruebas de resistencia mecánica, estanqueidad, seguridad y funcionamiento de sistemas de intercambio geotérmico en circuito cerrado. Supervisión de los procesos de puesta en marcha y operación de sistemas de intercambio geotérmico en circuito cerrado. Supervisión de las maniobras de operación en el sistema de regulación y control del sistema de intercambio geotérmico. Supervisión del sistema de monitorización de la instalación.

### Información utilizada o generada

Protocolos de seguridad y emergencia. Especificaciones del fabricante. Manual de usuario, manual y libro de mantenimiento para sistemas de intercambio geotérmico en circuito cerrado tipo A. Documentación necesaria para el registro y legalización de la instalación. Norma UNE. Protocolos de seguridad y emergencia. Especificaciones del fabricante. Documentación necesaria para el registro y legalización de la instalación.

## UNIDAD DE COMPETENCIA 3

### Gestionar el mantenimiento de las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado

Nivel: 3

Código: UC2393\_3

Estado: Tramitación BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Planificar los procesos de mantenimiento preventivo de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado tipo A, gestionando los recursos humanos y el contrato del mantenimiento, para alcanzar la disponibilidad en el funcionamiento y el rendimiento energético proyectado.

**CR1.1** La información recogida en el plan de mantenimiento del proyecto técnica y económica proporcionada por los fabricantes de equipos, utilizados en instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado se inspecciona, verificando que contienen: memoria de funcionamiento, manuales de operación y mantenimiento, sistema de monitorización y/o control, contrato, entre otros, empleándola en la elaboración de los procedimientos de mantenimiento.

**CR1.2** Las tareas se asignan, en función del procedimiento (plazos, costes, disponibilidad de materiales, entre otros), los métodos de intervención, y considerando la cualificación de los recursos humanos.

**CR1.3** El trabajo del personal que interviene en el mantenimiento se coordina, estableciendo el tipo y orden de las operaciones, la prioridad de las mismas, la concurrencia de tareas, cualificación, evitando retrasos y cumpliendo los objetivos programados.

**CR1.4** Los puntos críticos de las instalaciones se controlan, verificando la posible desviación de los parámetros de la programación del control, puntos de riesgo de heladas, falta de suministro energético, entre otros, realizando un seguimiento in situ o remotamente a través de medios de telemedida y telegestión.

**CR1.5** Las medidas correctoras a realizar cuando existan desviaciones que afecten al rendimiento de la instalación se determinan (modificación de consignas, ajustes de caudales, parámetros de los accionamientos, cierre de alguno de los circuitos, entre otros), estableciendo un plan de actuación que permita reajustar los parámetros, comprobación del rendimiento del equipamiento y su sustitución.

**CR1.6** El seguimiento del programa de mantenimiento se realiza, controlando los plazos, la calidad de ejecución y los costes, resolviendo las contingencias y cumpliendo con los objetivos programados.

**RP2:** Planificar los procesos del mantenimiento correctivo de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado tipo A, según el plan y el presupuesto establecido, diagnosticando averías y caracterizando los materiales de aprovisionamiento, para alcanzar la disponibilidad en el funcionamiento y el rendimiento energético proyectado, consiguiendo que la mayor parte del mantenimiento sea de tipo preventivo.

**CR2.1** El mantenimiento correctivo de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado se organiza, según el plan de mantenimiento y presupuesto para cumplir los requerimientos del contrato, generando los procedimientos y procesos de tratamiento de incidencias comunicadas por el cliente y de las actuaciones por mantenimiento preventivo.

**CR2.2** Las posibles incidencias de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado se diagnostican, aplicando técnicas de análisis de los datos tomados, in situ o de forma remota, conjuntamente con sus manifestaciones, efectuando su valoración y contrastándola con la información técnica de explotación e historial.

**CR2.3** Las características de los materiales empleados en el mantenimiento de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado se evalúan, según memoria o proyecto y de las características técnicas indicadas por los fabricantes para gestionar su adquisición.

**CR2.4** El acopio y distribución de stocks de materiales, recursos humanos, herramientas, parques móviles, sistemas de comunicación y otros elementos de gestión del almacén se establecen, asignando categorías profesionales, piezas y dispositivos a sustituir y herramientas según la actuación a realizar, bajo premisas de eficacia, eficiencia y calidad.

**CR2.5** Los indicadores de calidad se aplican comprobando que se cumplen los contratos y objetivos del plan, verificando el seguimiento de los costes según el presupuesto de mantenimiento, proponiendo acciones correctoras en caso de desviación del cumplimiento de los objetivos programados.

**CR2.6** Los datos obtenidos fruto de las actividades en forma de partes de trabajo, de revisiones o de las modificaciones de las instalaciones, mantenimientos, avisos de avería, reclamaciones se registran, en aplicaciones informáticas, recopilándolos para su trazabilidad y tratamiento.

**CR2.7** El seguimiento del programa de mantenimiento correctivo se realiza, controlando los plazos, la calidad de ejecución y los costes, resolviendo las contingencias y cumpliendo con los objetivos programados y cumplimiento del nivel de servicio del contrato de mantenimiento.

**RP3:** Supervisar las maniobras en el sistema de control de operaciones de ajuste y obtención de medidas en las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado para la optimización del funcionamiento, comparando los datos históricos de funcionamiento, los rendimientos esperados, consumos energéticos y medidas de caudal, temperatura de ida y retorno de los fluidos caloportadores.

**CR3.1** Las señales y datos obtenidos de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado se comparan con datos históricos de funcionamiento, recomendaciones de los fabricantes, rendimientos esperados, en relación con:

- Caudales circulantes, presiones de trabajo, temperaturas de ida y retorno, potencias y energías térmicas intercambiadas en cada uno de los circuitos hidráulicos que conforman el sistema de intercambio geotérmico en circuito cerrado y circuitos de distribución térmica (calefacción y refrigeración) y agua caliente sanitaria.

- Potencias y energías eléctricas/térmicas consumidas por las unidades del sistema (compresor, bomba de calor, bomba de circulación y equipamiento de apoyo a la generación térmica, si existiese, entre otros).

**CR3.2** Las maniobras y ajustes en la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado se supervisan, verificando las operaciones de cierre y apertura en llaves de corte, limpieza de filtros, sustitución de dispositivos electromecánicos, programaciones del control, documentándolo en partes de trabajo y valorando los resultados.

**CR3.3** Los partes de actuación en la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado se gestionan, incorporándolos al libro de mantenimiento y facilitándoselos al cliente.

**RP4:** Controlar la información de gestión energética de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado instalaciones tipo A, midiendo la energía consumida, la demanda térmica, cubierta de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, para implementar el estudio energético y obtener el análisis de desviación, frente a históricos, que aconsejen acciones de mejora.

**CR4.1** La energía consumida por la bomba de calor y las bombas circuladoras asociadas a la instalación se mide con la instrumentación propia de la instalación y los equipos de medición del mantenedor (multímetros, voltímetros, entre otros), comparándolo con los valores nominales esperados.

**CR4.2** La contabilización de consumos energéticos de la instalación térmica en los modos de calor y frío se contrastan con los valores esperados, mediante el seguimiento de su evolución, tomando las medidas correctoras, que aseguren el cumplimiento del rendimiento energético calculado en el proyecto o memoria.

**CR4.3** El estudio energético de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado se controla, registrando para cada modo de funcionamiento (calor y frío) los valores medios de las temperaturas del fluido caloportador, impulsión de emisores, demanda energética suministrada, potencia térmica de la bomba de calor, horas de funcionamiento de la instalación, potencia eléctrica de la bomba de circulación, consumo energético de la instalación, rendimiento medio de la instalación de intercambio geotérmico.

**CR4.4** Los datos obtenidos del estudio energético se comparan con los disponibles en series históricas, proponiendo acciones de mejora en forma de actualización de la instalación o mantenimientos específicos que aconsejen la sustitución de componentes o dispositivos para aumentar su rendimiento energético.

**RP5:** Elaborar un manual de mantenimiento del sistema de intercambio geotérmico (instalaciones tipo A) para información del cliente, con los esquemas hidráulicos y eléctricos, las características técnicas de la instalación y el modo de funcionamiento, indicando como proceder al encendido, apagado, instrucciones básicas de actuación en caso de averías, fugas de fluido caloportador.

**CR5.1** El manual de usuario para la operación de instalaciones tipo A, se elabora conteniendo el esquema hidráulico y eléctrico de la instalación, las características básicas y las instrucciones de funcionamiento y actuación en caso de averías o fugas de fluido caloportador, entre otros.

**CR5.2** El manual y el libro de mantenimiento de la instalación tipo A, se elaboran, a partir de la documentación del proyecto o memoria, realidad de la instalación, manuales de operación y mantenimiento de los dispositivos que conforman la instalación.

**CR5.3** La documentación final de la instalación tipo A, que incluye el manual de usuario y el libro de mantenimiento se entrega al usuario instruyéndolo para su interpretación, realizando una demostración de operaciones básicas de encendido, apagado, actuación ante fugas de fluido caloportador.

**RP6:** Formalizar la documentación relacionada con los procesos de explotación y mantenimiento de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado instalaciones tipo A, mediante aplicaciones informáticas de gestión del mantenimiento asistido por ordenador (GMAO).

**CR6.1** Los partes de trabajo, albaranes, facturas, pedidos y otros documentos administrativos se formalizan, para su registro y tratamiento, archivándolos, utilizando aplicaciones informáticas de gestión del mantenimiento asistido por ordenador (GMAO).

**CR6.2** La documentación de los procedimientos administrativos y sistemas de gestión de la calidad en el mantenimiento se archiva, supervisando el cumplimiento de indicadores de la calidad interna como tasas de averías, tiempos de respuesta, de reparación, entre otros.

**CR6.3** Los inventarios se revisan, verificando la actualización, gestión y control de la información relacionada con las altas, bajas y reparaciones efectuadas, registro de planta, recopilándolos para su registro y tratamiento, utilizando aplicaciones informáticas de gestión del mantenimiento asistido por ordenador (GMAO).

**CR6.4** El manual de operación y servicio de la instalación se actualiza, después de las actuaciones específicas, en su caso, tales como, la sustitución por avería de elementos críticos de la instalación como bomba de calor, o modificación relevante de algún otro componente.

**CR6.5** El contrato de mantenimiento de la instalación se administra, comprobando el cumplimiento del nivel de servicio real frente al comprometido ante averías, tiempos de respuesta, de reparaciones entre otros, control de costes, detectando los posibles incumplimientos, y aplicando las medidas correctoras necesarias.

**CR6.6** El estudio energético de la instalación se comprueba, comparando los datos históricos de consumo energético, rendimientos esperados y reales, aplicando estacionalidad.

**CR6.7** La documentación necesaria para la legalización y registro de la instalación de intercambio geotérmico de instalaciones tipo A (memoria técnica, esquemas, entre otros), se tramita de acuerdo a la normativa vigente aplicable, presentándola en la administración.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Útiles y herramientas de medida. Equipos de seguridad. Componentes de las instalaciones: termostatos, presostatos, sondas, captadores, intercambiadores, depósitos de acumulación, tuberías, válvulas, purgadores, motores, bombas de calor, bombas circuladoras, cuadros eléctricos, electroválvulas, equipos de medida, equipos de control. Sistemas de medida y control de instalaciones geotérmicas en circuito cerrado.

### Productos y resultados

Elaboración del plan de mantenimiento de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado. Planificación de los procesos de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo del sistema de intercambio geotérmico, gestionando los recursos humanos. Planificación de los procesos y procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado tipo A. Supervisión de las maniobras, de las operaciones de ajuste y obtención de medidas en las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado. Control de la información de gestión energética de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado. Elaboración del manual de operación, mantenimiento para instalaciones de intercambio geotérmico de circuito cerrado tipo A. Formalización de la documentación relacionada con los procesos de explotación y mantenimiento de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado tipo A.

### Información utilizada o generada

Proyectos, planos de conjunto y despiece. Esquemas y diagramas de principio. Listado de piezas y componentes. Programas y procedimientos de mantenimiento. Especificaciones técnicas. Manuales de servicio y utilización de los fabricantes. Instrucciones de funcionamiento. Bases de datos. Históricos de mantenimiento. Información sobre alarmas generadas y detectadas en la propia instalación o sistema de monitorización. Informes extraídos de mantenimientos predictivos previos. Listado de trabajos pendientes. Aplicaciones informáticas específicas. Plan de seguridad y salud. Normas internas de trabajo. Normativa relativa a protección medioambiental y a la planificación de la actividad preventiva.

Control de stocks. Contratos de mantenimiento en instalaciones de cliente. Equipos de protección individual. Norma UNE.

## MÓDULO FORMATIVO 1

### Gestión del montaje de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado

Nivel:	3
Código:	MF2391_3
Asociado a la UC:	UC2391_3 - Gestionar el montaje de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado
Duración (horas):	180
Estado:	Tramitación BOE

### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Aplicar técnicas de organización del plan de ejecución y montaje de la instalación de intercambio en circuito cerrado, de acuerdo con el correspondiente proyecto o memoria.

**CE1.1** Describir los posibles riesgos medioambientales previos al montaje de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado, mediante la adopción de medidas preventivas adecuadas: afecciones a acuíferos, vías de agua, tratamiento de lodos, suministros de agua, manantiales, contaminación cruzada a través de la interpretación de las especificaciones del proyecto y mapas hidrológicos fijando los criterios de actuación para su minimización.

**CE1.2** Establecer la secuencia y organización general de la instalación en fases, evitando solapamientos, para garantizar la continuidad del proceso y optimización de recursos, a partir del proyecto o memoria.

**CE1.3** Realizar cronogramas e integrar en los mismos las necesidades de recursos humanos y materiales que se requieren en cada una de las fases.

**CE1.4** Definir las funciones de las personas que intervienen en el montaje de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado en el que exista obra civil, montaje de tuberías y elementos auxiliares, y puesta en servicio.

**CE1.5** Identificar las necesidades de aprovisionamiento a partir del proyecto, planificando los suministros en el marco del sistema empleado para la gestión de acopio de materiales.

**CE1.6** Definir la documentación relacionada con los permisos oficiales para poder realizar la obra.

**CE1.7** Cumplimentar los documentos técnicos y administrativos requeridos para la obtención de permisos.

**CE1.8** Describir las pruebas de ensayos térmicos (test de respuesta térmica) relacionándolo con el comportamiento térmico real del terreno y la colaboración con empresas especializadas en su ejecución.

**CE1.9** En un supuesto práctico de organización de la ejecución de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado:

- Establecer la secuencia y fases de obra, analizando las diferentes posibilidades, condicionadas a la fecha de entrega.

- Establecer las necesidades de recursos humanos y materiales requeridos en cada una de las fases.

- Establecer las necesidades de aprovisionamiento de materiales, equipos y elementos auxiliares, planificando los suministros, tramitando los permisos y documentos requeridos.
- Utilizar aplicaciones informáticas específicas de apoyo a la planificación de proyectos de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado, generando diagramas de tiempo de tareas, con sus subtarear.

**C2:** Aplicar técnicas de aprovisionamiento en instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado según un plan de montaje.

**CE2.1** Identificar la relación de materiales y sus especificaciones a partir de la memoria del proyecto de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado.

**CE2.2** Describir un plan de aprovisionamiento relacionándolo con los plazos de entrega, la viabilidad real de aprovisionamiento y los planes de montaje y contratos y penalizaciones con el suministrador.

**CE2.3** Describir los criterios de control de calidad en las etapas de aprovisionamiento y montaje, relacionándolo con las no conformidades por defectos o incumplimientos.

**CE2.4** En un supuesto práctico de control de los materiales para el montaje de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado:

- Determinar los criterios de control de calidad en la recepción de componentes.
- Gestionar la logística de aprovisionamiento de materiales y equipos.
- Seleccionar los materiales, herramientas y otros recursos técnicos para realizar el trabajo.
- Determinar la adecuación de los componentes de los tubos del intercambiador y sondas geotérmicas a las prescripciones técnicas, elaborando un informe de disconformidades.
- Determinar las medidas correctoras que se han de realizar en previsión de posibles desviaciones en relación con el plan de la obra.

**C3:** Aplicar técnicas de supervisión del montaje de los equipos y elementos en instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado, según un plan de montaje y la documentación técnica.

**CE3.1** Describir las técnicas de replanteo, utilizando la documentación de la instalación, junto con el proyecto, relacionándolo con los profesionales e instalaciones que se interrelacionan en la instalación de intercambio geotérmico zona exterior.

**CE3.2** Describir las técnicas de desplazamiento de materiales en la obra relacionándolo con el uso de procedimientos, máquinas y herramientas adecuados de acuerdo al plan de seguridad y salud, en la instalación de intercambio geotérmico zona exterior.

**CE3.3** Describir las labores de ejecución de sondeos, instalación de sondas geotérmicas en el interior de sondeos, tendido de conducciones horizontales en el interior de las zanjas, instalación de colectores en el interior de arquetas e instalación.

**CE3.4** En un supuesto práctico de ejecución de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado, zona exterior:

- Verificar las condiciones de acceso y emplazamiento de los puntos de sondeo, así como la existencia y localización de posibles servicios afectados.
- Verificar los servicios auxiliares como: suministro eléctrico, suministro de agua, desagües, casetas de obra, entre otros.
- Verificar las condiciones de ejecución de sondeos:
  - Equipo de perforación.
  - Sistema de perforación.
  - Diámetros de perforación.
  - Equipos auxiliares.

- Revestimientos.
- Evacuación de detritus.
- Gestión de caudales y detritus aflorados.
- Gestión de residuos.
- Gestión de suministros.
- Verificar las condiciones de instalación del/los intercambiador/es geotérmico/s en el interior del sondeo:
- Captador geotérmico.
- Procedimiento de instalación.
- Relleno empleado.
- Pruebas de verificación.
- Sellado y protección del/los intercambiador/es.
- Supervisar/verificar los trabajos de ejecución de zanjas y tendido de conducciones:
- Replanteo del emplazamiento de los colectores de distribución.
- Replanteo del trazado de las conducciones entre sondeos y colectores.
- Instalación de los colectores de distribución.
- Replanteo y ejecución de la/s zanja/s. Condiciones: pendiente, profundidad, sección, existencia de elementos punzantes, entre otras.
- Características del material de relleno de la zanja.
- Tendido de las conducciones.
- Procedimientos de unión de las conducciones al sondeo y los colectores.
- Coordinación del llenado del circuito con fluido caloportador, enjuague (flushing), purga y pruebas del circuito.
- Cierre y relleno de la zanja según la secuencia establecida.
- Registrar y documentar todos los trabajos ejecutados.

**C4:** Aplicar técnicas de supervisión del montaje de los equipos y elementos de la sala técnica de las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado, según un plan de montaje y la documentación técnica.

**CE4.1** Describir las técnicas de replanteo utilizando la documentación de la instalación, junto con el proyecto, relacionándolo con los profesionales e instalaciones que se interrelacionan en la instalación de intercambio geotérmico zona sala técnica.

**CE4.2** Relacionar las técnicas de desplazamiento de materiales en la obra relacionándolo con el uso de procedimientos, máquinas y herramientas adecuados de acuerdo al plan de seguridad y salud, en la instalación de intercambio geotérmico zona sala técnica.

**CE4.3** Describir las técnicas de anclaje de equipos, tendido de conducciones y conexión en la instalación de intercambio geotérmico zona sala técnica.

**CE4.4** En un supuesto práctico de ejecución de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado, zona sala técnica:

- Revisar las operaciones de replanteo, instalación y anclado de los equipos y elementos de la sala técnica, tomando como referencia los planos del proyecto y considerando las posibles modificaciones para su mejora, teniendo en cuenta las conexiones a los circuitos exterior e interior y la accesibilidad a cada uno de los equipos para su mantenimiento y eventual reparación.
- Verificar el funcionamiento de los equipos de la sala técnica, así como los elementos de regulación y control.
- Registrar y documentar todos los trabajos ejecutados.

**C5:** Gestionar la documentación de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado en relación con permisos, licencias, autorizaciones, subvenciones y ficha técnica.

**CE5.1** Describir el contenido documental generado en el montaje de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado, relacionándolo con el proyecto o memoria, replanteo e informes de dirección de obra.

**CE5.2** Identificar el contenido documental normativo que ha de custodiarse en la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado relacionándolos con permisos y licencias de los organismos oficiales en la realización de un sondeo.

**CE5.3** Explicar los documentos de entrega de materiales y equipos (certificados de garantías, manuales de funcionamiento, hojas técnicas, certificados de calibración), requerida a los fabricantes en el suministro del material relacionándolo con los albaranes y facturas, verificando que no existen anomalías, para constituir la base documental de la obra.

**CE5.4** Justificar la documentación generada de las pruebas de puesta en servicio de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado, relacionándolo con las pruebas de limpieza, purgado, estanqueidad y presión en la zona exterior y sala de máquinas.

**CE5.5** Recopilar la documentación generada de las pruebas de extremo a extremo de la interconexión de las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado.

**CE5.6** Justificar la documentación generada para los certificados de garantía de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado y de los componentes electromecánicos e hidráulicos y bomba de calor.

**CE5.7** Recopilar los contenidos de la memoria de la instalación del sistema de intercambio geotérmico en circuito cerrado de instalaciones tipo A, a partir de los datos de la propiedad, del circuito de intercambio geotérmico y de la sala de máquinas describiendo:

- La litología que se prevé atravesar, determinada a partir de las fuentes existentes y contrastadas.
- Los parámetros térmicos característicos del terreno, a partir de las tablas de la normativa aplicable (en ausencia de un ensayo de respuesta térmica) y la temperatura media de la zona.
- Las cargas y demandas térmicas del edificio, determinadas a partir de los datos del proyecto.
- El diseño del sistema de intercambio geotérmico en circuito cerrado, a partir del dimensionamiento del campo de captación, la selección de equipos, el diseño de la sala técnica, el protocolo de control de calidad y pruebas y la documentación y garantías.
- El cumplimiento de la normativa y legislación aplicable, cálculos, planos y presupuesto.

## Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C1 respecto a CE1.9; C2 respecto a CE2.4; C3 respecto a CE3.4; C4 respecto a CE4.4 y C5 respecto a CE5.7.

### Otras Capacidades:

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla.

Demostrar un buen hacer profesional.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Finalizar el trabajo atendiendo a criterios de idoneidad, rapidez, economía y eficacia.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Promover la igualdad de trato y oportunidades entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos

### 1 Instalaciones del sistema de intercambio geotérmicas de circuito cerrado

Describir los posibles riesgos medioambientales derivados de la puesta en marcha y operación de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado: afecciones a acuíferos, vías de agua, tratamiento de lodos, suministros de agua, manantiales, contaminación cruzada a través de la interpretación de las especificaciones del proyecto y mapas hidrológicos fijando los criterios de actuación para su minimización.

Energía geotérmica. Introducción a los de sistemas de intercambio geotérmico de circuito cerrado.

Bombas de calor: principios físicos básicos de una bomba de calor. Componentes y su función en el circuito de la bomba de calor, incluido el compresor, la válvula de expansión, el evaporador, el condensador, los elementos y accesorios, el aceite lubricante, el refrigerante. Características del circuito de la bomba: relación entre temperatura del disipador térmico, temperatura de la fuente de calor y la eficiencia del sistema, determinación del coeficiente de rendimiento (COP) y del factor de rendimiento estacional (SPF).

Requisitos técnicos, dispositivos, conexiones y sistemas de seguridad en una instalación de intercambio geotérmico de circuito cerrado.

Normativa y legislación europea y española (Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios, RITE, Código Técnico de la Edificación, CTE, normativa autonómica y local) vigente relativa a los sistemas de climatización.

Sistemas de intercambio geotérmico horizontales: características y configuraciones, técnicas de ejecución de zanjas y tendido de los intercambiadores horizontales. Arquetas y distribuidores, conexiones y accesorios. Posibles afectaciones medioambientales.

Sistemas de intercambio geotérmico verticales: características y configuraciones en circuito cerrado, técnicas de perforación, consolidación del pozo, tipos de tubos y separadores, técnicas de colocación del tubo intercambiador vertical, contrapeso, pilotes, material de relleno. Posibles afectaciones medioambientales.

Comparativa de los sistemas de intercambio horizontal y vertical. Ventajas e inconvenientes. Afectaciones medioambientales.

Representación simbólica de instalaciones de intercambio geotérmico: esquema de principio, conexionado horizontal; sistemas de representación en perspectiva de instalaciones, simbología hidráulica, esquemas y diagramas simbólicos funcionales.

Test de Respuesta Térmica. Descripción. Justificación de su necesidad en instalaciones geotérmicas de circuito cerrado.

Procedimientos y operaciones de replanteo de las instalaciones de un circuito de intercambio geotérmico. Interpretación de documentación técnica. Aplicaciones informáticas específicas de representación y diseño asistido. Visualización e interpretación de planos digitalizados. Operaciones básicas con archivos gráficos. Aplicaciones informáticas CAD.

Identificación del recorrido de otros servicios como fosas sépticas, saneamientos, abastecimiento de aguas, canalizaciones energéticas (gas, electricidad, entre otros) e interacción con los mismos. Elaboración de planos y rectificación de los existentes, para nuevas ubicaciones del sistema de intercambio vertical, canalización horizontal, arquetas de distribución.

Medios y equipos de seguridad. Equipo de protección individual. Uso y mantenimiento en el sistema de intercambio geotérmico de circuito cerrado (zona de captación).

### 2 Gestión de proyectos y memorias técnicas de sistemas de intercambio geotérmico tipo A según norma UNE

Interpretación de los elementos constitutivos de un Proyecto: Memoria, Pliego, Planos y Presupuesto. Plan de seguridad y salud y de impacto medioambiental.

Normativas aplicables a una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado. Ley de Minas aplicada a un sondeo.

Técnicas de elaboración de una Memoria tipo A: manejo de mapas geológicos, hidrológicos y especificaciones del proyecto para la adaptación a la instalación, con riesgos geológicos y medioambientales debidos a una perforación. Tratamiento de lodos. Tipologías de las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado.

Integración con otras energías renovables en una vivienda o edificio.

Procedimientos y operaciones de replanteo de las instalaciones de un circuito de intercambio geotérmico. Interpretación de documentación técnica. Aplicaciones informáticas específicas de representación y diseño asistido. Visualización e interpretación de planos digitalizados. Operaciones básicas con archivos gráficos. Aplicaciones informáticas CAD.

Identificación del recorrido de otros servicios como fosas sépticas, saneamientos, abastecimiento de aguas, canalizaciones energéticas (gas, electricidad, entre otros) e interacción con los mismos. Elaboración de planos y rectificación de los existentes, para nuevas ubicaciones del sistema de intercambio vertical, canalización horizontal, arquetas de distribución.

Medios y equipos de seguridad. Equipo de protección individual. Uso y mantenimiento en el sistema de intercambio geotérmico de circuito cerrado (zona de captación).

Elaboración de memorias técnicas de sistemas de intercambio geotérmico de tipo A según norma UNE, estudio de seguridad y salud, presupuesto y planos, de acuerdo con los contenidos establecidos en la normativa vigente, de un sistema de intercambio geotérmico en circuito cerrado (zona de captación).

### 3 Equipos, materiales, herramientas y componentes en una instalación de un circuito de intercambio geotérmico. Recepción y control de calidad

Materiales, equipos y componentes utilizados en la instalación de un circuito de intercambio geotérmico, tipos de tubos y accesorios, soporte de presión, caudal y temperaturas. Control de calidad de los materiales utilizados en el montaje.

Procedimientos de recepción de materiales, equipos y componentes de un circuito de intercambio geotérmico según las especificaciones del proyecto. Verificación con albaranes y facturas, y comprobación visual del estado durante su recepción. Acopio de certificados, documentación e información suministrada por los fabricantes y registro adecuado mediante procedimiento establecido.

Técnicas de transporte y almacenamiento de los equipos, materiales y componentes del circuito de intercambio geotérmico, en el lugar indicado en el plan de montaje, y en función de las dimensiones, características y pesos.

Herramientas a utilizar en una instalación de circuito geotérmico: sierras cortatubos, máquinas de electrosoldadura, bombas neumáticas, manómetros, y otros. Verificación de su estado y certificaciones de calibración.

Criterios de control de calidad según norma UNE.

### 4 Montaje del circuito de intercambio geotérmico

Secuenciación del montaje del circuito de intercambio geotérmico: vertical y horizontal, según tipo de instalación y especificaciones del plan de montaje y de trabajo. Optimización de métodos y tiempos, interpretación de herramientas de planificación, administración y gestión de proyectos (diagramas de Gantt).

Comprobación de la señalización de seguridad del circuito de intercambio geotérmico, según el estudio de seguridad e higiene del proyecto y atendiendo a la normativa y legislación vigente sobre seguridad e higiene en obras.

Técnicas y operaciones de ejecución de obra civil en la instalación del circuito de intercambio geotérmico: coordinación con otros profesionales (sondistas, palistas) en las diferentes fases de construcción-instalación: ejecución y relleno de zanjas para conducciones horizontales, ejecución de sondeo para intercambiador vertical.

Ejecución de sondeos: condiciones de acceso, emplazamiento, servicios auxiliares, verificación de posibles servicios afectados. Equipos de perforación de sondeos, sistemas de perforación, diámetros de perforación, equipos auxiliares, revestimientos, evacuación de detritus, gestión de caudales y detritus aflorados, gestión de residuos.

Instalación de captadores geotérmicos en el interior de sondeos: tipos de captadores geotérmicos, materiales, procedimientos de instalación, rellenos de sondeo, pruebas de verificación, sellado y protección de los intercambiadores. Control medioambiental.

Ejecución de zanjas y tendido de las conducciones horizontales: replanteo de las conducciones horizontales y los colectores de distribución, apertura de zanjas, condiciones de zanja: pendiente, profundidad, sección, limpieza, entre otros. Material de relleno, procedimiento de llenado y compactado de zanjas. Técnicas de realización de uniones en tubos del intercambiador geotérmico. Máquinas, equipos, útiles, herramientas y medios empleados en las técnicas de tendido y montaje de tuberías y conductos. Procedimientos, consideraciones y especificaciones técnicas de montaje: conducciones, desarrollos y uniones, intersecciones, uniones soldadas, soportes y sujeciones, dilataciones. Montaje de elementos de medida: sondas, sensores, entre otros, en máquinas, equipos y redes. Alineación, nivelación y fijación de las máquinas y equipos. Técnicas de ensamblado y acoplamiento entre máquinas, equipos y redes. Técnicas de montaje y conexionado de equipos de control y regulación. Técnicas de ubicación, ancladas, tendidas e interconexión de tubos, equipos electromecánicos, hidráulicos en sala de máquinas y aplicación de protecciones antivibratorias. Técnicas de conexión eléctrica y de los dispositivos de control en sala de máquinas. Técnicas de conexión hidráulica a otras instalaciones de apoyo energético. Interconexión de otras instalaciones de energía renovables hibridables.

## 5 Documentación relacionada con las obras de ejecución de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado

Presentación en formato digital y tramitación electrónica de un proyecto ante los organismos oficiales. Procesos administrativos requeridos para la autorización de un proyecto de instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado. Marco normativo de subvenciones. Legislación y convocatorias. Tramitación de subvenciones. Documentación técnica y administrativa.

Documentos del proyecto o memoria.

Documentos de gestión de permisos, licencias, para posibles legalizaciones, subvenciones e inspecciones.

Documentos generados y gestionados durante la obra: partes de trabajo, albaranes, facturas, documentos de entrega de materiales y equipos (certificados de garantías, manuales de funcionamiento, hojas técnicas, certificados de calibración), pruebas de verificación (protocolo, resultados obtenidos).

Documentos de la ficha técnica de la instalación: datos de la propiedad, datos del sondeo, datos del sistema de intercambio geotérmico, datos de los equipos de la sala técnica.

Datos del ensayo de respuesta térmica (en caso de ejecutarse).

Contenido de la memoria técnica de una instalación de intercambio geotérmico tipo A según norma.

Normativa industrial, sobre prevención de riesgos laborales y protección ambiental en instalaciones circuito de intercambio geotérmico.

## Parámetros de contexto de la formación

## Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

## Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la gestión del montaje de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado, en circuito cerrado que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## MÓDULO FORMATIVO 2

### Gestión de la puesta en servicio y operación de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado

Nivel:	3
Código:	MF2392_3
Asociado a la UC:	UC2392_3 - Gestionar la puesta en marcha y operación de los sistemas de intercambio geotérmico en circuito cerrado
Duración (horas):	90
Estado:	Tramitación BOE

#### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Aplicar los procedimientos de pruebas de resistencia mecánica, estanqueidad, seguridad y funcionamiento de las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado, asegurando su ejecución de forma coordinada y segura.

**CE1.1** Describir las pruebas a efectuar por el fabricante al tubo y sonda de intercambio geotérmico relacionándolos con los certificados y documentación.

**CE1.2** Justificar las pruebas de lavado, purgado, caudal, pérdida de presión relacionándolo con los requerimientos del proyecto o memoria.

**CE1.3** En un supuesto práctico de ejecución de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado, una vez concluidas las obras de instalación de la zona exterior y la sala técnica verificar los resultados a partir de un informe final de pruebas, en relación con:

- Pruebas de estanqueidad y flujo según la normativa aplicable.
- Pruebas de resistencia mecánica, estanqueidad y flujo tras la soldadura de las conducciones en cabeza de sondeo.
- Pruebas de resistencia mecánica, estanqueidad y flujo en colectores tras la conexión de las conducciones a sondeos.
- Pruebas de resistencia mecánica, estanqueidad y flujo en la sala técnica tras la conexión de la conducción desde los colectores.
- Enjuague y purga del circuito (flushing).
- Prueba hidráulica final.
- Prueba de caudal y estanqueidad.

**C2:** Aplicar los procedimientos de puesta en marcha de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado, asegurando su ejecución de forma coordinada y segura.

**CE2.1** Describir las pruebas finales de puesta en servicio de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado, tras el total conexionado del sistema para garantizar la estanqueidad de la instalación, presión adecuada y ausencia de fugas y burbujas de aire.

**CE2.2** Describir métodos de verificación del circuito de intercambio geotérmico: caudales circulantes, temperaturas de ida y retorno, reparto de caudales por sondeos, presiones, intensidades, tensiones, energías, frecuencias, saltos térmicos.

**CE2.3** Describir métodos de comprobación y ajuste de los parámetros de la instalación a los parámetros de referencia en la sala técnica, incluyendo parámetros de la bomba circuladora y de la bomba de calor en modo calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria ACS.

**CE2.4** En un supuesto práctico de ejecución de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado, una vez concluidas las obras de instalación de la zona exterior y la sala técnica verificar:

- El funcionamiento de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado mediante análisis de: caudales circulantes, temperaturas de ida y retorno, reparto de caudales por sondeos, presiones, intensidades, tensiones, energías, frecuencias, saltos térmicos.
- Comprobar y ajustar los parámetros de los equipos de la sala técnica a los parámetros de referencia del proyecto, incluyendo la bomba de calor en modo calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria ACS.

**C3:** Determinar los procedimientos de operación y control de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado, asegurando su funcionamiento.

**CE3.1** Explicar las maniobras de operación de la instalación descritas en el proyecto, memoria, manuales de usuario.

**CE3.2** Describir las técnicas de recopilación y registro de medidas de caudales, temperaturas, presiones, intensidades, energías y saltos térmicos.

**CE3.3** Identificar los parámetros de la instalación susceptibles de ajuste relacionándolo con el protocolo de actuación descrito en la memoria o proyecto.

**CE3.4** En un supuesto práctico de realización de maniobras de operación sobre el sistema de regulación y control de una instalación de intercambio geotérmico de circuito cerrado, verificar a partir de la lectura de los dispositivos de medida:

- El funcionamiento de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado mediante análisis de: caudales circulantes, temperaturas de ida y retorno, reparto de caudales por sondeos, presiones, intensidades, tensiones, energías, frecuencias, saltos térmicos.
- Comprobar los parámetros de los equipos de la sala técnica a los parámetros de referencia del proyecto, incluyendo la bomba de calor en modo calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria ACS, ajustando en caso de desviaciones.

**C4:** Aplicar los procedimientos de monitorización de la instalación, comprobando las temperaturas, presiones, caudales del circuito caloportador y las medidas de consumos estacionalizados energéticos para asegurar su funcionamiento.

**CE4.1** Describir los parámetros de eficiencia, rendimiento y aprovechamiento de la energía renovable relacionándolos con el consumo energético de la instalación.

**CE4.2** Describir la instrumentación utilizada en las mediciones de parámetros de temperatura, caudal, presión, relacionándolos con la necesidad de calibración.

**CE4.3** Describir métodos de comprobación y ajuste del sistema de adquisición de datos, relacionándolo con su cadencia de transmisión y registro.

**CE4.4** Identificar las técnicas de comparación con datos históricos para evaluar la tendencia de rendimiento de la instalación y proponer acciones de mejora.

**CE4.5** En un supuesto práctico de monitorización de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado tipo A:

- Identificar la instrumentación utilizada, describiendo su función y relacionándola con la monitorización y necesidad de calibración.
- Identificar los parámetros susceptibles de medición, relacionándolos con la necesidad de su monitorización.

- Verificar que los datos obtenidos por el sistema de adquisición de datos se envían y registran.
- Analizar las series obtenidas en un mes, relativas a temperaturas, caudales, presiones, energías entre otros contrastándolas estacionalmente con el mes del año anterior, determinando tendencias en el rendimiento energético de la instalación y propuesta de actuación.

## Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C1 respecto a CE1.3; C2 respecto a CE2.4; C3 respecto a CE3.4 y C4 respecto a CE4.5.

### Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla.

Mostrar un buen hacer profesional.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Finalizar el trabajo atendiendo a criterios de idoneidad, rapidez, economía y eficacia.

Comunicarse eficazmente con las personas adecuadas en cada momento, respetando los canales establecidos en la organización.

Promover la igualdad de trato y oportunidades entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos

- 1 Puesta en servicio de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado**

Pruebas del fabricante del tubo intercambiador y la sonda. Certificados a entregar en la instalación.

Pruebas de lavado, purgado, presión y estanqueidad en el intercambiador geotérmico en circuito cerrado.

Pruebas de verificación de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado: pruebas de resistencia mecánica, estanqueidad y flujo tras la unión de las conducciones en cabeza de sondeo, la conexión de las conducciones al sondeo, la conexión de la conducción desde los colectores. Llenado, enjuague (flushing), purga y pruebas finales de verificación del circuito.

Organización de las pruebas hidráulicas. Ajuste de circuitos de control. Control de puntos críticos.

Interconexión a las instalaciones de intercambio geotérmico de baja temperatura (suelos y techos radiantes, Ventilconvectores o fan coils) y agua caliente sanitaria.
- 2 Monitorización de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado**

Técnicas de control del funcionamiento de una instalación. Equipos de medida y parámetros de control.

Técnicas de aplicación de la monitorización al estudio del rendimiento, eficiencia energética de la instalación.

Técnicas de envío de las medidas de los parámetros de funcionamiento de la instalación.
- 3 Documentación en un proceso y monitorización de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado**

Proyecto del sondeo y proyecto o memoria de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado. Informes de dirección de obra.

Licencias de organismos oficiales autonómicos y locales del sondeo y de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado.

Documentación del fabricante y suministrador del equipamiento y tubos. Certificados de pruebas y garantía. Manuales de instalación, operación y mantenimiento.

Documentación generada del entorno de pruebas de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado de limpieza, purgado, estanqueidad y presión. Informe de pruebas.

Documentación generada de la interconexión con las instalaciones térmicas de baja temperatura en los modos de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria, con indicación del rendimiento obtenido.

Manual de operación y mantenimiento del cliente. Partes constitutivas.

Ficha técnica de la instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado.

## Parámetros de contexto de la formación

### Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 7,5 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la gestión de la puesta en marcha y operación de los sistemas de intercambio geotérmico en circuito cerrado, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.

## MÓDULO FORMATIVO 3

### Gestión del mantenimiento de las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado

Nivel:	3
Código:	MF2393_3
Asociado a la UC:	UC2393_3 - Gestionar el mantenimiento de las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado
Duración (horas):	120
Estado:	Tramitación BOE

### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Aplicar los procedimientos de mantenimiento preventivo de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado tipo A, para alcanzar el cumplimiento del contrato de mantenimiento y asegurar el rendimiento energético de proyecto.

**CE1.1** Enunciar la información utilizada en la elaboración de los procedimientos de mantenimiento preventivo de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado: información proporcionada por los fabricantes de equipos (memoria de funcionamiento, manuales de operación y mantenimiento), sistemas de monitorización y control, entre otros.

**CE1.2** Organizar materiales, equipos y herramientas para realizar las labores de mantenimiento preventivo.

**CE1.3** Reconocer la necesidad de realizar operaciones de mantenimiento preventivo en las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado con arreglo a un método establecido.

**CE1.4** Describir los procedimientos que se deben aplicar en las operaciones de mantenimiento preventivo de los equipos y componentes de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado.

**CE1.5** Describir el seguimiento y control de los consumos energéticos y de evaluación del rendimiento energético de los equipos, según los procedimientos establecidos y las condiciones de seguridad exigidas.

**CE1.6** Explicar cómo deben registrarse los resultados de las inspecciones y operaciones realizadas en el informe correspondiente, incorporándolos en la base de datos de gestión de la instalación.

**CE1.7** En un supuesto práctico de mantenimiento preventivo de una instalación de intercambio geotérmico, de tipo A:

- Interpretar la documentación técnica de la instalación, identificando los sistemas, bloques funcionales y elementos que lo componen.
- Supervisar la realización de las intervenciones de mantenimiento preventivo indicadas por los protocolos de los fabricantes, las especificaciones del proyecto o memoria y la normativa vigente, registrándolas en la documentación correspondiente.
- Supervisar la revisión el estado de los circuitos, filtros, tuberías, purgadores, válvulas, sondas, elementos de control y otros componentes, de la concentración de anticongelante en el circuito primario, así como de la presencia de aire y la presión del circuito, comprobando su estado,

efectuando los ajustes y la limpieza física y química que se precise, y sustituyéndolos si fuera necesario.

- Supervisar la revisión de las operaciones de seguimiento y control de los consumos energéticos y de evaluación del rendimiento energético de los equipos.
- Elaborar un informe-memoria de las actividades de mantenimiento preventivo desarrolladas y los resultados obtenidos.

**C2:** Determinar procedimientos de mantenimiento correctivo de instalaciones y equipos fijos del circuito de intercambio geotérmico tipo A, previa revisión, localización y diagnóstico de posibles averías.

**CE2.1** Enunciar la tipología y características de los síntomas de las averías más frecuentes en los circuitos de intercambio geotérmico, determinando la causa y sus efectos en el sistema.

**CE2.2** Explicar los procedimientos, equipos e instrumentos de medida utilizados para el diagnóstico y localización de averías en los equipos y componentes de un circuito de intercambio geotérmico.

**CE2.3** Relacionar el tipo de actuaciones y técnicas de reparación más habituales en dispositivos, componentes y equipos del circuito de intercambio geotérmico, especificando en qué consiste cada una de ellas.

**CE2.4** En un supuesto práctico de mantenimiento correctivo de una instalación de intercambio geotérmico de circuito cerrado tipo A, se procede a:

- Interpretar la documentación técnica de la instalación, identificando los sistemas, bloques funcionales y elementos que lo componen.
- Identificar los síntomas de la avería, caracterizándola por los efectos que produce y de acuerdo con las medidas realizadas.
- Enunciar al menos una hipótesis de la causa posible que puede producir la avería, relacionándola con los síntomas identificados.
- Definir el procedimiento de intervención para determinar la causa o causas que producen la avería.
- Localizar el elemento responsable de la avería aplicando los procedimientos de mantenimiento y en el tiempo adecuado.
- Preparar el área de trabajo de acuerdo con los requerimientos de la propia obra según procedimientos de trabajo establecidos, identificando los riesgos laborales específicos y sus medidas correctoras.
- Realizar las intervenciones correctivas, restableciendo las condiciones funcionales de la instalación, aplicando los procedimientos requeridos.
- Revisar y mantener el estado de operación los equipos y herramientas empleados en el mantenimiento.
- Dejar el entorno de trabajo en las condiciones establecidas después de las operaciones de mantenimiento.
- Elaborar un informe-memoria de las actividades de mantenimiento correctivo desarrolladas y los resultados obtenidos.

**C3:** Aplicar operaciones de seguimiento y control de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado a partir de los datos obtenidos de la monitorización, para determinar puntos críticos del funcionamiento.

**CE3.1** Interpretar las señales y datos obtenidos de una instalación de intercambio geotérmico en circuito cerrado, relacionándolas con parámetros de funcionamiento de la instalación como la medición de caudales, presiones, temperaturas, potencias y energías eléctricas consumidas de los sistemas electromecánicos y de la bomba de calor y la generación de energía térmica.

**CE3.2** Identificar, en un proyecto, memoria o plan de mantenimiento, los equipos de las instalaciones geotérmicas en circuito cerrado para planificar el mantenimiento y la gestión energética, explicando los puntos críticos en los que pueden producirse incidencias que se diagnostiquen como averías.

**CE3.3** Describir las aplicaciones informáticas específicas empleadas para la obtención y tratamiento en tiempo real de los datos de funcionamiento de instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado.

**C4:** Analizar la información recopilada en una instalación de intercambio geotérmico tipo A, midiendo la energía consumida, demanda térmica y agua caliente sanitaria, para obtener el estudio energético de la instalación.

**CE4.1** Explicar la técnica de toma de dato de la energía consumida en la instalación de agua caliente sanitaria y en los modos de calefacción y refrigeración, relacionándolo con el diseño original de necesidades térmicas de un proyecto o memoria.

**CE4.2** Describir la técnica de toma de datos de la energía consumida por la bomba de calor y de los dispositivos de la instalación, comparándolos con datos históricos de consumo, detectando variaciones indicativas de una falta de rendimiento o malfuncionamiento.

**CE4.3** Implementar la técnica de toma de datos de la energía consumida en la instalación de baja temperatura (suelos, techos radiantes) y agua caliente sanitaria por aporte energético extra de energía, relacionándolo con picos de demanda energética.

**CE4.4** En un supuesto práctico de elaboración del estudio energético de la instalación de intercambio geotérmico de circuito cerrado tipo A, en cada mes:

- Determinar las temperaturas del fluido caloportador, de impulsión de emisores, energía suministrada, energía aportada térmica de la bomba de calor, horas de funcionamiento de la instalación, potencia y consumo de la bomba de circulación, consumo energético global de la instalación, rendimiento medio de la instalación.
- Elaborar la tabla de rendimiento energético utilizando aplicaciones informáticas.
- Interpretar los resultados obtenidos comparándolos con series históricas y con el proyecto y memoria.
- Proponer acciones de mejora en la instalación de intercambio geotérmico de circuito cerrado.

**C5:** Confeccionar el manual de operación y mantenimiento del sistema de intercambio geotérmico tipo A, con el proyecto, memoria, manuales del fabricante.

**CE5.1** Describir el contenido del manual de usuario de una instalación tipo A, relacionando con el esquema hidráulico y eléctrico de la instalación, instrucciones de funcionamiento y actuación en caso de averías o fugas del fluido caloportador.

**CE5.2** Describir el contenido del manual y el libro de mantenimiento de una instalación tipo A, relacionándolo con la documentación del proyecto o memoria, manuales del fabricante de los equipos y dispositivos.

**CE5.3** Explicar el manual de usuario y libro de mantenimiento, relacionándolo con la entrega y custodia, instruyendo al cliente para su operación, haciendo una demostración de las operaciones básicas de encendido, apagado, actuación ante fugas del fluido caloportador.

**C6:** Analizar la documentación relacionada con un plan de mantenimiento de las instalaciones de intercambio geotérmico de circuito cerrado, tipo A, mediante

aplicaciones informáticas de gestión de mantenimiento asistido por ordenador (GMAO).

**CE6.1** Describir el contenido documental generado en una instalación de intercambio geotérmico de circuito cerrado, relacionándolo con el plan de mantenimiento a efectos de supervisión, comportamiento de la instalación y legales que se precisen.

**CE6.2** Identificar la documentación requerida a los fabricantes en el suministro del material para stock relacionándolo con los albaranes, facturas con el plan de mantenimiento.

**CE6.3** Describir el contenido del manual de operación y mantenimiento de la instalación de intercambio geotérmico.

**CE6.4** Describir los indicadores de calidad en el mantenimiento y su obtención de las aplicaciones de gestión asistidas por ordenador (GMAO).

**CE6.5** Identificar la documentación para los procesos de legalización de la instalación tipo A, relacionándola con la memoria técnica, esquemas entre otros.

## Capacidades cuya adquisición debe ser completada en un entorno real de trabajo

C1 respecto a CE1.7; C2 respecto a CE2.4 y C4 respecto a CE4.4.

### Otras Capacidades:

Tratar al cliente con cortesía, respeto y discreción.

Demostrar interés y preocupación por atender satisfactoriamente las necesidades de los clientes.

Demostrar cierto grado de autonomía en la resolución de contingencias relacionadas con su actividad.

Mantener una actitud asertiva, empática y conciliadora con los demás; demostrando cordialidad y amabilidad en el trato.

Trasmitir información con claridad, de manera ordenada, estructurada, clara y precisa; respetando los canales establecidos en la organización.

Promover la igualdad de trato y oportunidades entre mujeres y hombres, evitando discriminaciones, directas o indirectas, por razón de sexo.

## Contenidos

### 1 Mantenimiento preventivo de un circuito de intercambio geotérmico

Plan de mantenimiento preventivo y predictivo de un circuito de intercambio geotérmico: operaciones, herramientas, equipos, protocolos y periodicidad de mantenimiento preventivo. Revisiones de funcionamiento de la instrumentación, funcionamiento hidráulico, consumos eléctricos y energéticos. Procedimientos de ajuste, limpieza, aislamiento, sustitución.

Partes de trabajo y registro de las operaciones y actividades de mantenimiento preventivo y predictivo en el circuito de intercambio geotérmico.

### 2 Mantenimiento correctivo de un circuito de intercambio geotérmico circuito cerrado

Plan de mantenimiento correctivo del circuito de intercambio geotérmico.

Métodos, equipos y herramientas de diagnóstico de averías.

Métodos de reparación de los diferentes componentes del circuito de intercambio geotérmico.

Sustitución de piezas, elementos, tuberías, equipos auxiliares.

Partes de trabajo y registro de las operaciones y actividades de mantenimiento correctivo en el circuito de intercambio geotérmico.

### 3 Gestión documental del mantenimiento de instalaciones de intercambio geotérmico de circuito cerrado

Documentación en un proceso de mantenimiento de instalaciones de intercambio geotérmico de circuito cerrado.

Manual de operación y mantenimiento de usuario. Partes constitutivas, descripción de las operaciones de encendido, apagado, actuaciones ante fugas de fluido caloportador, con esquemas hidráulicos y eléctricos entre otros.

Libro de mantenimiento de la instalación de intercambio geotérmico de circuito cerrado.

Indicadores de calidad en el mantenimiento como tasa de averías, averías repetidas, actuaciones preventivas.

Aplicaciones informáticas orientadas a la gestión del mantenimiento asistido por ordenador (GMAO).

Descripción de los procedimientos legales de la instalación. Ficha técnica de la instalación de intercambio geotérmico de circuito cerrado.

### 4 Gestión energética de la instalación de intercambio geotérmico de circuito cerrado

Aplicaciones informáticas específicas de gestión energética y tratamiento de bases de datos.

Técnicas de obtención de datos de consumos eléctricos de la bomba de calor y dispositivos electromecánicos.

Técnicas de obtención de datos de consumos energéticos de las instalaciones de baja temperatura (suelo y techo radiante, ventiloincubador o fan coils) y agua caliente sanitaria.

Requisitos de datos para el estudio energético de una instalación de intercambio geotérmico de circuito cerrado.

Contribución de la energía geotérmica a las necesidades totales. Ahorros en la factura de la energía eléctrica por la utilización de la geotermia.

Contabilización de energía generada y de consumos. Sistemas automáticos de telemedida y telecontrol en caudales circulantes, temperatura de ida y retorno, energías térmicas generadas, potencias consumidas. Identificación de los parámetros de funcionamiento de la instalación de telemedida y telecontrol.

## Parámetros de contexto de la formación

### Espacios e instalaciones

Los talleres e instalaciones darán respuesta a las necesidades formativas de acuerdo con el contexto profesional establecido en la unidad de competencia asociada, teniendo en cuenta la normativa aplicable del sector productivo, prevención de riesgos laborales, accesibilidad universal y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 7,5 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.
- Instalación de 2 m<sup>2</sup> por alumno o alumna.

### Perfil profesional del formador o formadora:

1. Dominio de los conocimientos y las técnicas relacionados con la gestión del mantenimiento de las instalaciones de intercambio geotérmico en circuito cerrado, que se acreditará mediante una de las dos formas siguientes:

- Formación académica de nivel 2 (Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior) o de otras de superior nivel relacionadas con el campo profesional.
- Experiencia profesional de un mínimo de 3 años en el campo de las competencias relacionadas con este módulo formativo.

2. Competencia pedagógica acreditada de acuerdo con lo que establezcan las Administraciones competentes.