

## CUALIFICACIÓN PROFESIONAL:

### Desarrollo de proyectos de instalaciones frigoríficas

|                       |                                    |
|-----------------------|------------------------------------|
| Familia Profesional:  | <i>Instalación y Mantenimiento</i> |
| Nivel:                | <b>3</b>                           |
| Código:               | <b>IMA372_3</b>                    |
| Estado:               | <b>BOE</b>                         |
| Publicación:          | <b>RD 916/2024</b>                 |
| Referencia Normativa: | <b>RD 182/2008</b>                 |

### Competencia general

Desarrollar proyectos de instalaciones frigoríficas, determinando las características de los sistemas que las componen, incluyendo las instalaciones eléctricas y electrónicas auxiliares, elaborando la documentación gráfica, planificando el montaje y protocolos de pruebas para controlar la ejecución y la instalación terminada, a partir de un proyecto o memoria técnica, para atender las condiciones higrotérmicas e higiénicas exigibles en los procesos industriales, garantizando los requisitos de calidad, seguridad y eficiencia energética en los servicios de frío y climatización, cumpliendo la Normativa aplicable relativa a diseño ecológico, protección medioambiental, prevención de riesgos laborales, instalaciones frigoríficas y electrotecnia para baja tensión.

### Unidades de competencia

- UC1167\_3:** Caracterizar las instalaciones frigoríficas
- UC1161\_3:** CARACTERIZAR LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS AUXILIARES DE INSTALACIONES TÉRMICAS O FRIGORÍFICAS
- UC1162\_3:** DESARROLLAR LA DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DE INSTALACIONES TÉRMICAS, FRIGORÍFICAS Y DE FLUIDOS
- UC1168\_3:** Planificar el montaje y protocolos de pruebas de instalaciones frigoríficas

### Entorno Profesional

#### Ámbito Profesional

Desarrolla su actividad profesional en el área de producción dedicada al desarrollo de proyectos de instalaciones frigoríficas, en entidades de naturaleza pública o privada, en grandes, medianas y pequeñas empresas, 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. Su actividad profesional está sometida a regulación por la Administración competente. En el desarrollo de la actividad profesional se aplican los principios de accesibilidad universal y diseño universal o diseño para todas las personas de acuerdo con la normativa aplicable.

#### Sectores Productivos

Se ubica en el sector productivo de Instalación y Mantenimiento, en el subsector relativo a Frío y Climatización.

#### 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.*

- Frigoristas instaladores
- Técnicos de refrigeración industrial
- Técnicos de proyectos de instalaciones frigoríficas
- Planificadores de montajes de instalaciones frigoríficas

## **Formación Asociada** (600 horas)

### **Módulos Formativos**

- MF1167\_3:** Caracterización de instalaciones frigoríficas (180 horas)
- MF1161\_3:** ELECTROTECNIA Y ELECTRÓNICA PARA INSTALACIONES TÉRMICAS O FRIGORÍFICAS (120 horas)
- MF1162\_3:** REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE INSTALACIONES TÉRMICAS, FRIGORÍFICAS Y DE FLUIDOS (120 horas)
- MF1168\_3:** Planificación del montaje y protocolos de pruebas de instalaciones frigoríficas (180 horas)

## UNIDAD DE COMPETENCIA 1

### Caracterizar las instalaciones frigoríficas

Nivel: 3

Código: UC1167\_3

Estado: Tramitación BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Utilizar los diagramas, tablas y esquemas de principio de instalaciones frigoríficas, para seleccionar los fluidos de los sistemas de refrigeración y caracterizar los equipos, materiales y elementos auxiliares, aplicando conocimientos de termodinámica, transmisión del calor y mecánica de fluidos, determinando los parámetros de funcionamiento (temperaturas, presiones, caudales, potencias, entre otros), a partir de las especificaciones del proyecto o memoria técnica y las exigencias de diseño ecológico, calidad y protección medioambiental contempladas en la Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas.

**CR1.1** Los procesos termodinámicos del ciclo de refrigeración por compresión de los circuitos frigoríficos (compresión, evaporación, condensación y expansión) se analizan mediante el diagrama psicrométrico log p/h (Mollier), empleando aplicaciones informáticas, considerando la eficiencia energética.

**CR1.2** Los diagramas y tablas (de saturación del refrigerante, entre otras) de la instalación frigorífica se completan con magnitudes termodinámicas como temperaturas, presiones y entalpías, determinando tanto el ciclo de refrigeración como la regulación, control, automatización y monitorización, atendiendo a las especificaciones del proyecto o memoria técnica sobre las características de los sistemas eléctricos y electrónicos auxiliares, los equipos a presión y el sistema de tuberías.

**CR1.3** El sistema de refrigeración de la instalación frigorífica se determina, en función del método de extracción de calor (enfriamiento) o cesión de calor (calentamiento) y de su emplazamiento, concretando la configuración e interconexión de los componentes que contienen el refrigerante del circuito frigorífico.

**CR1.4** Los esquemas de principio de la instalación frigorífica se desarrollan, para cada uno de los circuitos, determinando los equipos, el trazado, longitudes, secciones, pérdidas de carga, caudales, temperaturas, consumos, presiones en puntos característicos y rangos en los dispositivos de regulación, control, automatización y monitorización, utilizando los planos de implantación, así como las tablas y procedimientos de cálculo (de cargas térmicas y necesidades de frío, presiones, pérdidas de carga, aislantes, entre otros) de aplicación para cada tipo de componente, empleando aplicaciones informáticas específicas, incluyendo las de los fabricantes.

**RP2:** Seleccionar los fluidos de los circuitos de instalaciones frigoríficas (refrigerantes y lubricantes, entre otros), para localizar los puntos donde pueden acumularse y evitar fugas o roturas en los componentes, analizando su comportamiento en los ciclos de refrigeración, así como sus características físicas, químicas y termodinámicas, estimando el valor teórico actual del Impacto Total Equivalente

sobre el Calentamiento Atmosférico (TEWI), según la Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas.

**CR2.1** Los refrigerantes que se emplean en las instalaciones frigoríficas se determinan, analizando sus propiedades físico-químicas (toxicidad, inflamabilidad, miscibilidad, estabilidad, viscosidad, calor específico, entre otras) y termodinámicas (presiones, temperatura crítica de congelación y de ebullición, volumen específico en fase vapor y en fase líquida, entalpía, densidad, entropía, entre otras), atendiendo a la sostenibilidad (factores energéticos y requisitos de seguridad y medioambientales) en el proceso de selección, empleando aplicaciones informáticas que especifican sus características, incluyendo las de los fabricantes.

**CR2.2** Los aceites lubricantes de los sistemas de refrigeración se eligen, atendiendo a sus características (viscosidad, punto de congelación, puntos de inflamación y combustión, estabilidad, entre otras) y a la compatibilidad con los componentes de la instalación frigorífica, considerando los requisitos de seguridad y medioambientales, empleando aplicaciones informáticas específicas, incluyendo las de los fabricantes.

**CR2.3** Los puntos de acumulación de fluidos de los circuitos de la instalación frigorífica se determinan, aplicando conocimientos de mecánica de fluidos y el estudio termodinámico de los ciclos de refrigeración.

**CR2.4** Las sustancias indeseadas que afectan negativamente a la instalación (como aceites, ácidos, agua y otras impurezas) se identifican, analizando la interacción con los fluidos del circuito frigorífico y los procedimientos para su eliminación, empleando mecanismos de deshidratación o extracción, considerando el rendimiento energético.

**CR2.5** Los equipos, materiales y elementos auxiliares para la eliminación de sustancias indeseadas de la instalación frigorífica (como filtros, destiladores y purgadores, entre otros) se determinan, en función del fluido en circulación, considerando las presiones y temperaturas de trabajo.

**CR2.6** La eficiencia energética y el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) o el de Impacto Total Equivalente sobre el Calentamiento Atmosférico (TEWI) de la instalación frigorífica se determinan, como parámetros de selección de los sistemas previstos en el proyecto o memoria técnica, mediante aplicaciones informáticas específicas o procedimientos de cálculo recogidos en la instrucción técnica complementaria sobre clasificación de los refrigerantes (Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas).

**RP3:** Estimar los parámetros de diseño y caracterización de instalaciones frigoríficas, como cargas térmicas, necesidades de frío, pérdidas de carga, potencia frigorífica y aislantes, entre otros, para determinar las características de los componentes del sistema de refrigeración (equipos a presión y sistema de tuberías), aplicando los datos obtenidos a partir de los diagramas, tablas y esquemas de principio previamente utilizados, empleando aplicaciones informáticas específicas, incluyendo las de los fabricantes.

**CR3.1** El balance térmico de la instalación frigorífica se especifica, aplicando tablas y procedimientos de cálculo de cargas térmicas, teniendo en cuenta pérdidas por transmisión, infiltraciones, tipo de producto y cantidad, temperatura de entrada y temperatura final deseada, calor de motores y personas, entre otros, a partir de las condiciones de diseño.

**CR3.2** La potencia frigorífica que se debe desarrollar en el sistema de refrigeración se determina, considerando la carga térmica simultánea y las horas de funcionamiento de la instalación.

**CR3.3** La red de tuberías de la instalación frigorífica y sus elementos auxiliares se determinan mediante diagramas de tuberías e instrumentación, atendiendo a criterios de seguridad y

protección medioambiental, procurando mantener la estanqueidad, resistir las presiones y temperaturas de funcionamiento, paradas y transporte, teniendo en cuenta los esfuerzos térmicos, físicos y químicos.

**CR3.4** El espesor del aislante se calcula, evitando condensaciones superficiales no esporádicas de las tuberías y de cada uno de los cerramientos de los recintos refrigerados, completando los documentos justificativos tanto en soporte papel como informático, teniendo en cuenta las especificaciones del proyecto o memoria técnica.

**CR3.5** Las dimensiones de los depósitos y recipientes, tipo de material, uniones, protecciones superficiales, conexiones y accesorios a presión de la instalación frigorífica se determinan, considerando los requisitos de eficiencia energética, seguridad y homologación, teniendo en cuenta las especificaciones del proyecto o memoria técnica.

**CR3.6** Los cálculos (de cargas térmicas, potencias, rendimientos, trazado y dimensionado de tuberías, espesores de aislamiento, entre otros) se efectúan, empleando aplicaciones informáticas de diseño, simulación y realidad virtual para instalaciones frigoríficas, así como específicas de los fabricantes de componentes como compresores, intercambiadores de calor y automatismos.

**RP4:** Determinar las características de los componentes de instalaciones frigoríficas (compresores, evaporadores, condensadores, sistemas de expansión y de regulación, control, automatización y monitorización), para adaptarlos a las condiciones reales de montaje y funcionamiento, concretando dimensiones, potencias y rendimientos, a partir los cálculos de cargas térmicas, necesidades de frío, pérdidas de carga, potencia frigorífica, aislantes, entre otros, previamente efectuados.

**CR4.1** Las características del compresor (tipo, potencia eléctrica, cilindrada, entre otras) y, si procede, el número de compresores de la instalación frigorífica, se determinan en función del uso previsto, el rango de temperaturas, el caudal de circulación del refrigerante (volumen de barrido) y la potencia frigorífica que se debe desarrollar, teniendo en cuenta las especificaciones del proyecto o memoria técnica, utilizando tablas o aplicaciones informáticas de selección de los fabricantes.

**CR4.2** Las características del evaporador de la instalación frigorífica se determinan, considerando la potencia frigorífica que desarrolla el compresor (procurando el equilibrio del sistema), la circulación de aire (de convección natural o forzada), el sistema de desescarche, teniendo en cuenta las especificaciones del proyecto o memoria técnica, utilizando tablas o aplicaciones informáticas de selección de los fabricantes.

**CR4.3** Las características del condensador de la instalación frigorífica se determinan, considerando el tipo de condensador (aire, agua, aire-agua), así como la potencia frigorífica, el salto térmico, y el refrigerante, teniendo en cuenta las especificaciones del proyecto o memoria técnica, utilizando tablas o aplicaciones informáticas de selección de los fabricantes.

**CR4.4** Las características del sistema de expansión de la instalación frigorífica se determinan, considerando el tipo de sistema (capilar, válvulas manuales, automáticas, termostáticas, electrónicas), el caudal de refrigerante y la potencia frigorífica, en las condiciones de funcionamiento (presiones de condensación y de evaporación) previstas en el proyecto o memoria técnica, utilizando tablas o aplicaciones informáticas de selección de los fabricantes.

**CR4.5** Las características de los sistemas de regulación, control, automatización y monitorización de la instalación frigorífica se determinan, considerando las prestaciones para mantener las exigencias de diseño ecológico, calidad y seguridad, ajustando los consumos de

energía a la demanda, teniendo en cuenta las condiciones previstas de funcionamiento, así como los registros en los sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA).

**RP5:** Seleccionar los equipos, materiales y elementos auxiliares de instalaciones frigoríficas, para evitar la superación de los límites admisibles de servicio de los componentes, considerando sus presiones y temperaturas de trabajo, adaptándolos entre sí, procurando la protección del conjunto, a partir de la caracterización previamente determinada, teniendo en cuenta el rendimiento energético.

**CR5.1** Los equipos, materiales y elementos auxiliares de la instalación frigorífica se seleccionan de modo que la construcción, modelo y rango se adecúen a la función y caracterización previamente determinadas, teniendo en cuenta su rendimiento energético, las exigencias de homologación, seguridad y medioambientales, así como las condiciones de compatibilidad, suministro y costes.

**CR5.2** Los materiales y accesorios para la red de tuberías y conductos de la instalación frigorífica se seleccionan, teniendo en cuenta las características de los fluidos en circulación, las presiones y temperaturas de trabajo, así como las condiciones de montaje, funcionamiento y seguridad.

**CR5.3** Los soportes, puntos fijos, dilatadores y dispositivos de amortiguación de vibraciones de las redes de tuberías de la instalación frigorífica se determinan, comprobando que se ajustan, en cuanto a función y forma, al trazado y dimensiones previamente determinadas, garantizando la estabilidad, evitando daños en la barrera de vapor por contracción y dilatación, siguiendo procedimientos establecidos en las normas UNE-EN, mencionadas en las instrucciones técnicas complementarias contempladas en la Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas.

**CR5.4** Los anclajes, bancadas y dispositivos de amortiguación de vibraciones de los equipos de la instalación frigorífica se seleccionan, considerando las cargas estáticas y dinámicas, teniendo en cuenta las especificaciones del proyecto o memoria técnica y las de los fabricantes.

**RP6:** Elaborar la documentación técnica de instalaciones frigoríficas, así como las especificaciones del proceso de control de calidad en la ejecución y puesta en servicio (Commissioning), para llevar a cabo el seguimiento del proceso de caracterización y selección de los equipos, materiales y elementos auxiliares y que la persona responsable de Commissioning pueda confirmar que la instalación ha sido proyectada y será montada, probada, operada y mantenida de acuerdo con los requerimientos de la Propiedad y los usuarios finales, recopilando y organizando la documentación de los equipos, verificando que se corresponden con las características definidas en el proyecto o memoria técnica, incluyendo los cálculos justificativos exigidos en las instrucciones técnicas complementarias contempladas en la Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas.

**CR6.1** Los documentos elaborados en el proceso de la caracterización de la instalación frigorífica (cálculo de cargas térmicas, necesidades de frío, potencias frigoríficas, diagramas de tuberías e instrumentación, justificación del espesor del aislante y efectividad de la barrera antivapor, entre otros) se presentan, empleando formatos en soporte papel o informático, utilizando aplicaciones ofimáticas y de Diseño Asistido por Ordenador (CAD).

**CR6.2** Los datos del proyecto de la instalación frigorífica, redactado con metodología de trabajo colaborativa y herramientas de Modelado de Información de Construcción (BIM), se organizan en el formato de archivos digitales relacionados con la gestión de la información y el intercambio de datos.

**CR6.3** Los métodos de verificación y documentación de las fases del proceso de control de calidad en la ejecución y puesta en servicio de la instalación frigorífica se definen, estableciendo los rendimientos exigibles y el plan de acción para alcanzarlos, reduciendo sobrecostes, buscando el ahorro energético.

**CR6.4** Los archivos del proyecto de la instalación frigorífica, redactado con metodología de trabajo colaborativa y herramientas de Modelado de Información de Construcción (BIM), se complementan con la información (listado de equipos y sistemas que se verifican, periodicidad y protocolos de pruebas que se efectúan, seguimiento de problemas que se registran, entre otros) generada en las fases del proceso de control de calidad en la ejecución y puesta en servicio.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Puesto informático y aplicaciones informáticas específicas. Calculadora científica. Equipo y aplicaciones informáticas para Diseño Asistido por Ordenador (CAD) y herramientas de Modelado de Información de Construcción (BIM). Impresoras. Instrumentos de dibujo. Aplicaciones informáticas de cálculo y simulación de instalaciones frigoríficas. Sistemas de "software" y "hardware" para la Supervisión, Control y Adquisición de Datos de instalaciones frigoríficas (SCADA). Equipos de reproducción de planos y documentación. Documentación sobre los equipos. Catálogos.

### Productos y resultados

Diagramas, tablas y esquemas de principio de instalaciones frigoríficas, utilizados. Fluidos de los circuitos de instalaciones frigoríficas, seleccionados. Parámetros de diseño y caracterización de instalaciones frigoríficas, estimados. Caracterización de los componentes de instalaciones frigoríficas, efectuada. Selección de los equipos, materiales y elementos auxiliares de instalaciones frigoríficas, efectuada. Documentación técnica para instalaciones frigoríficas y especificaciones del proceso de control de calidad en la ejecución y puesta en servicio (Commissioning), elaboradas.

### Información utilizada o generada

Requerimientos contractuales. Documentación del proyecto o memoria técnica de referencia (planos topográficos, de urbanización, de edificios de viviendas e industriales, planos de localización de las instalaciones de saneamiento y electricidad, entre otros). Planos de conjunto y de detalle de instalaciones frigoríficas. Especificaciones del proyecto o memoria técnica. Especificaciones físicas de refrigerantes. Especificaciones técnicas de materiales y equipos. Análisis del Ciclo de Vida (ACV). Análisis del Impacto Total de Calentamiento Equivalente (TEWI). Especificaciones de Commissioning. Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas. Normativa sobre prevención de riesgos laborales. Normativa sobre protección medioambiental.

## UNIDAD DE COMPETENCIA 2

### CARACTERIZAR LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS AUXILIARES DE INSTALACIONES TÉRMICAS O FRIGORÍFICAS

Nivel: 3  
Código: UC1161\_3  
Estado: BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Determinar las características de instalaciones eléctricas y electrónicas auxiliares de instalaciones térmicas o frigoríficas, para adaptarlas a las condiciones reales de la obra, estableciendo sus componentes (aparatos y circuitos) y sus condiciones de funcionamiento (sistemas de alimentación, protección y arranque, entre otros), desarrollando los esquemas eléctricos y diagramas de flujo, a partir de la documentación del proyecto o memoria técnica y las exigencias de diseño ecológico, calidad y seguridad contempladas en la Normativa sobre electrotecnia para baja tensión.

**CR1.1** Los componentes (aparatos y circuitos) y condiciones de funcionamiento de la instalación eléctrica y electrónica auxiliar se determinan, teniendo en cuenta la configuración y características de los sistemas que componen la instalación térmica o frigorífica, combinando las especificaciones del proyecto o memoria técnica con las condiciones reales de servicio.

**CR1.2** El esquema eléctrico de alimentación y potencia de la instalación eléctrica y electrónica auxiliar se desarrolla, en función de las características de los equipos de la instalación térmica o frigorífica (generadores, motores de accionamiento de bombas, compresores, ventiladores, entre otros), teniendo en cuenta la información técnica de los mismos y las condiciones de funcionamiento.

**CR1.3** El esquema unifilar y diagrama de flujo del automatismo de control y maniobra de la instalación eléctrica y electrónica auxiliar se desarrolla, en función de los elementos del sistema de regulación y control y de automatización de la instalación térmica o frigorífica, teniendo en cuenta la información técnica (prestaciones) de los mismos, las condiciones de funcionamiento, así como las exigencias de eficiencia energética y viabilidad medioambiental.

**CR1.4** El plano de distribución de componentes (aparatos y circuitos) y conexionado de los cuadros eléctricos y electrónicos, de potencia, de regulación y control y de automatización, de la instalación eléctrica y electrónica auxiliar de la instalación térmica o frigorífica se completa, a partir de la información técnica suministrada por los fabricantes, considerando las condiciones de funcionamiento.

**CR1.5** La disposición y emplazamiento de los equipos de la instalación térmica o frigorífica (generadores, motores de accionamiento de bombas, compresores, ventiladores, entre otros) se determinan, teniendo en cuenta los requisitos de accesibilidad para posibilitar su montaje, mantenimiento y reparación, procurando la reducción de riesgos laborales, atendiendo a las exigencias tanto de viabilidad medioambiental como de prevención y protección contra incendios.

**CR1.6** Los documentos y archivos del proyecto de la instalación térmica o frigorífica, redactado con metodología de trabajo colaborativa y herramientas de Modelado de Información de



Construcción (BIM), se complementan con la información generada en el proceso de caracterización de la instalación eléctrica y electrónica auxiliar.

**RP2:** Seleccionar los equipos, materiales y elementos de protección de los sistemas de alimentación, potencia y mando de instalaciones térmicas o frigoríficas, para posibilitar la puesta en funcionamiento, estimando las magnitudes características de baja tensión (tensiones, intensidades y potencias, entre otras), a partir de las especificaciones del proyecto o memoria técnica y de la caracterización previamente efectuada.

**CR2.1** Los equipos y materiales de los sistemas de alimentación, potencia y mando de la instalación térmica o frigorífica se determinan mediante la estimación de intensidades, factores de corrección, potencias, secciones de conductores, entre otros, atendiendo a las especificaciones del proyecto o memoria técnica.

**CR2.2** Los equipos y materiales de los sistemas de alimentación, potencia y mando de la instalación térmica o frigorífica se seleccionan, teniendo en cuenta las exigencias de homologación, según las condiciones de distribución, montaje, uso y mantenimiento.

**CR2.3** Los elementos de protección, de los circuitos y receptores, de la instalación eléctrica y electrónica auxiliar de la instalación térmica o frigorífica se seleccionan, en función de sus intensidades nominales.

**CR2.4** Los armarios que contienen sistemas de alimentación, potencia y mando de la instalación térmica o frigorífica se seleccionan, teniendo en cuenta la capacidad para alojar los equipos seleccionados y sus características constructivas como dimensiones, soportes, materiales, grados de protección IP, sujeción, entre otras, así como las condiciones de espacio y ambientales del lugar donde van a ser ubicados.

**CR2.5** Los armarios que contienen sistemas de alimentación, potencia y mando de la instalación térmica o frigorífica se adaptan o se modifican, analizando los cambios que se van a acometer sobre los equipos, las características constructivas o las condiciones de espacio y ambientales del lugar donde se ubican.

**CR2.6** La documentación generada en el proceso de selección de equipos y materiales de los sistemas de alimentación, potencia y mando de la instalación térmica o frigorífica se presenta, ordenada y clasificada, utilizando formatos en soporte papel o informático, posibilitando su seguimiento.

**RP3:** Seleccionar los equipos, componentes y materiales de los sistemas de regulación y control y de automatización de instalaciones térmicas o frigoríficas, para mantener las exigencias de diseño ecológico y calidad (térmica, de aire interior, acústica y de bienestar e higiene), ajustando los consumos de energía a las variaciones de la demanda y definiendo sus características a partir de las especificaciones del proyecto o memoria técnica y de la caracterización previamente efectuada.

**CR3.1** El sistema de regulación y control y de automatización de la instalación térmica o frigorífica (autómata, central de control, entre otros) se selecciona de forma que disponga de capacidad para el tratamiento de las variables de Entrada/Salida exigidas en las condiciones de funcionamiento del sistema, con una sobrecapacidad que garantice futuras ampliaciones, así como la posible conectividad remota.

**CR3.2** Los equipos, materiales y componentes del sistema de regulación y control y de automatización de la instalación térmica o frigorífica (detectores, sensores, centralitas,

dispositivos de aviso, buses de comunicación, entre otros) se seleccionan, a partir de las características previamente determinadas (modelo y rango), teniendo en cuenta las exigencias de homologación, las condiciones de montaje, según las posibilidades de suministro y disponibilidad.

**CR3.3** Los armarios que contienen los sistemas de regulación y control y de automatización de la instalación térmica o frigorífica se seleccionan, teniendo en cuenta la capacidad para alojar los equipos seleccionados y sus características constructivas como dimensiones, soportes, materiales, grados de protección IP, sujeción, entre otras, así como las condiciones de espacio y ambientales del lugar donde van a ser ubicados.

**CR3.4** Los armarios que contienen sistemas de regulación y control y de automatización de la instalación térmica o frigorífica se adaptan o se modifican, analizando los cambios que se van a acometer sobre los equipos, las características constructivas o las condiciones de espacio y ambientales del lugar donde se ubican.

**CR3.5** La documentación generada en el proceso de selección de los sistemas de regulación y control y de automatización de la instalación térmica o frigorífica se presenta, ordenada y clasificada, utilizando formatos en soporte papel o informático, posibilitando su seguimiento.

**RP4:** Seleccionar los equipos, componentes y materiales de los sistemas de monitorización y contabilización de instalaciones térmicas o frigoríficas, para regular, medir y registrar los consumos de energía, posibilitando la gestión remota y el reparto de gastos de cada sistema, definiendo sus características a partir de las especificaciones del proyecto o memoria técnica y de la caracterización previamente efectuada.

**CR4.1** El sistema de monitorización de la instalación térmica o frigorífica (autómata programable, sistemas preprogramados, entre otros) se selecciona, de forma que disponga de capacidad para el tratamiento de las variables de Entrada/Salida exigidas en las condiciones de funcionamiento del sistema y posibilite la conectividad remota con sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA).

**CR4.2** Los equipos, materiales y componentes del sistema de monitorización y contabilización de la instalación térmica o frigorífica (detectores, sensores, dispositivos de aviso, autómatas, buses de comunicación, contadores, repartidores de costes, sistemas de gestión remota, entre otros) se seleccionan, a partir de las características previamente determinadas (modelo y rango), teniendo en cuenta las exigencias de homologación y las condiciones de montaje, según las posibilidades de suministro y disponibilidad.

**CR4.3** Los armarios que contienen sistemas de monitorización y contabilización de la instalación térmica o frigorífica se seleccionan, teniendo en cuenta la capacidad para alojar los equipos seleccionados y las condiciones de espacio y ambientales del lugar donde van a ser ubicados.

**CR4.4** La documentación generada en el proceso de selección de los sistemas de monitorización y contabilización de la instalación térmica o frigorífica se presenta, ordenada y clasificada, utilizando formatos en soporte papel o informático, posibilitando su seguimiento.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Puesto informático y aplicaciones informáticas específicas. Calculadora científica. Equipo y aplicaciones informáticas para Diseño Asistido por Ordenador (CAD) y herramientas de Modelado de Información de Construcción (BIM). Impresoras. Instrumentos de dibujo. Aplicaciones informáticas de diseño y simulación de instalaciones eléctricas y electrónicas. Sistemas de "software" y "hardware" para la

Supervisión, Control y Adquisición de Datos de instalaciones térmicas o frigoríficas (SCADA). Equipos de reproducción de planos y documentación. Documentación sobre los equipos. Catálogos.

### Productos y resultados

Caracterización de las instalaciones eléctricas y electrónicas auxiliares de instalaciones térmicas o frigoríficas, efectuada. Selección los equipos y materiales de los sistemas eléctricos y electrónicos de alimentación, potencia y mando, efectuada. Selección de los equipos, componentes y materiales del sistema de regulación y control y de automatización, efectuada. Selección de los equipos, componentes y materiales del sistema de monitorización y contabilización, efectuada.

### Información utilizada o generada

Documentación del proyecto o memoria técnica de referencia (planos topográficos, de urbanización, de edificios de viviendas e industriales, planos de localización de las instalaciones de saneamiento y electricidad, entre otros). Planos de conjunto y de detalle de instalaciones térmicas o frigoríficas. Esquemas de instalaciones eléctricas y electrónicas. Especificaciones del proyecto o memoria técnica. Especificaciones técnicas y catálogos de materiales y equipos. Normativa sobre electrotecnia para baja tensión. Normativa sobre instalaciones térmicas en los edificios. Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas. Normativa sobre prevención de riesgos laborales. Normativa sobre prevención y protección contra incendios. Normativa medioambiental.

## UNIDAD DE COMPETENCIA 3

### DESARROLLAR LA DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DE INSTALACIONES TÉRMICAS, FRIGORÍFICAS Y DE FLUIDOS

Nivel: 3  
Código: UC1162\_3  
Estado: BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Actualizar la documentación gráfica (diagramas, esquemas, representaciones, entre otros) de instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos, para caracterizar en obra sus sistemas, equipos, materiales y componentes, utilizando convenciones de representación y simbología normalizada, mediante el uso de instrumentos de dibujo técnico y programas de Diseño Asistido por Ordenador (CAD) o de Modelado de Información de Construcción (BIM), a partir de los planos y especificaciones de un proyecto o memoria técnica y las exigencias gráficas contempladas en la Normativa sobre instalaciones térmicas en los edificios, seguridad para las instalaciones frigoríficas y electrotecnia para baja tensión.

**CR1.1** Los sistemas, equipos, materiales y componentes de la instalación térmica, frigorífica o de fluidos se caracterizan en los planos, empleando la simbología normalizada, siguiendo las indicaciones de la persona responsable del proyecto.

**CR1.2** Los planos de la instalación térmica, frigorífica o de fluidos se completan, aplicando las convenciones de representación y, si procede, cumpliendo las normas internas e instrucciones establecidas por la empresa, empleando instrumentos de dibujo técnico o programas de Diseño Asistido por Ordenador (CAD).

**CR1.3** Los datos del proyecto de la instalación térmica, frigorífica o de fluidos, redactado con metodología de trabajo colaborativa y herramientas de Modelado de Información de Construcción (BIM), se organizan en los formatos de archivos digitales relacionados con la gestión de la información y el intercambio de datos.

**RP2:** Concretar los diagramas de flujo y esquemas de principio de sistemas y circuitos de instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos, para comprender su finalidad y funcionamiento, utilizando convenciones de representación y simbología normalizada, mediante el uso de instrumentos y programas específicos, analizando la documentación de un proyecto o memoria técnica y las exigencias gráficas contempladas en la Normativa sobre instalaciones térmicas en los edificios, seguridad para las instalaciones frigoríficas y electrotecnia para baja tensión.

**CR2.1** Los diagramas de flujo y esquemas de principio de instalaciones térmicas, frigoríficas o de fluidos se actualizan, empleando la simbología normalizada y, si procede, cumpliendo las normas internas de la empresa para la caracterización gráfica de cada componente.

**CR2.2** Los esquemas eléctricos y electrónicos de automatismos y de alimentación, potencia y mando de instalaciones térmicas, frigoríficas o de fluidos se completan, cumpliendo con las exigencias de funcionamiento de la instalación, consultando la información técnica de los equipos y de los sistemas de automatización, regulación y control, teniendo en cuenta las exigencias de eficiencia energética y viabilidad medioambiental.

**CR2.3** Los esquemas de las redes de fluidos (de refrigeración, circuitos hidráulicos, entre otros) se particularizan, teniendo en cuenta las condiciones de explotación, montaje y mantenimiento, las características y uso de los lugares de emplazamiento, los edificios donde se ubican y las instalaciones de otro tipo con las que puedan interferir.

**CR2.4** La composición gráfica elegida para la representación de los diagramas y esquemas de los sistemas de la instalación térmica, frigorífica o de fluidos, sus agrupaciones y los sistemas de referencia y codificación aplicados, se determinan de forma que permitan interpretar la cadena de relaciones establecida entre ellos y hacer el seguimiento secuencial del funcionamiento de la instalación.

**RP3:** Contextualizar los planos de trazado general y emplazamiento de instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos, para localizar y detallar sus sistemas, equipos, materiales y componentes, utilizando sistemas de representación y simbología normalizada, mediante el uso de instrumentos y programas específicos, a partir de la documentación de un proyecto o memoria técnica y las exigencias gráficas contempladas en la Normativa sobre instalaciones térmicas en los edificios, seguridad para las instalaciones frigoríficas y relativa al fluido en circulación.

**CR3.1** La ubicación y disposición de los sistemas y elementos de medida, automatización, regulación y control y armarios eléctricos de instalaciones térmicas, frigoríficas o de fluidos se determinan en los planos, teniendo en cuenta los requisitos de accesibilidad para posibilitar su montaje, mantenimiento y reparación.

**CR3.2** El trazado de las redes de fluidos se especifica, teniendo en cuenta las condiciones de explotación, montaje y mantenimiento, las características y uso de los lugares de emplazamiento, los edificios donde se ubican y las instalaciones de otro tipo con las que puedan interferir.

**CR3.3** La disposición y formas constructivas de soportes, dilatadores y puntos fijos se precisan en los planos de la instalación térmica, frigorífica o de fluidos, garantizando la estabilidad, evitando tensiones mecánicas y deformaciones en los equipos y conducciones.

**CR3.4** Las especificaciones técnicas de los sistemas constitutivos de la instalación térmica, frigorífica o de fluidos se recogen, en los planos generales, con simbología y tipografía normalizadas para poder ser consultados y pasar a formar parte de la documentación final de obra.

**RP4:** Contextualizar los planos de detalle para el montaje de los equipos, despieces, uniones y ensamblado de los elementos de instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos, para tener el grado de definición que se necesita en la ejecución, utilizando sistemas de representación y simbología normalizada, mediante el uso de instrumentos o programas específicos, a partir de la documentación de un proyecto o memoria técnica y las exigencias gráficas contempladas en la Normativa sobre instalaciones térmicas en los edificios y seguridad para las instalaciones frigoríficas y relativa al fluido en circulación.

**CR4.1** Los despieces para el montaje de instalaciones térmicas, frigoríficas o de fluidos se concretan de forma que permitan su transporte, el paso a través de los accesos del edificio y su manipulación, considerando los medios disponibles y las condiciones de seguridad exigidas en obra, analizando la posible interacción con otras instalaciones, respetando las distancias mínimas normalizadas.

**CR4.2** Los planos de detalle de las redes de fluidos se especifican, teniendo en cuenta los pasos por los edificios y los encuentros con elementos de construcción, las dilataciones de tuberías, los cambios de posición, los cruces, uniones y derivaciones, las formas de transición y conexiones a las máquinas o equipos, eligiendo el sistema de representación y la escala en función del tamaño del dibujo y su grado de definición.

**CR4.3** Los detalles constructivos de instalaciones térmicas, frigoríficas o de fluidos (anclajes de máquinas, soportes de conducciones y equipos, dilataciones, elementos amortiguadores de vibraciones y ruidos, entre otros) se concretan, teniendo en cuenta las tensiones estáticas y dinámicas que pueden producirse y las condiciones del edificio u obra civil del entorno.

**CR4.4** Las especificaciones técnicas de materiales, accesorios, válvulas y equipos, así como de sistemas de unión, construcción y acabado de la instalación térmica, frigorífica o de fluidos (signos superficiales, ajustes y tolerancias para el montaje, roscas, uniones soldadas, entre otras) se recogen, en los planos de despiece y de detalle, con simbología y tipografía normalizadas para poder ser consultados y pasar a formar parte de la documentación final de obra.

## Contexto profesional

### Medios de producción

Equipo y aplicaciones informáticas para Diseño Asistido por Ordenador (CAD) y herramientas de Modelado de Información de Construcción (BIM). Impresoras. Instrumentos de dibujo. Aplicaciones informáticas de diseño y simulación de instalaciones térmicas. Equipos de reproducción de planos y documentación. Documentación sobre los equipos. Catálogos.

### Productos y resultados

Documentación gráfica (diagramas, esquemas, representaciones, entre otros) de instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos, actualizada. Concreción de diagramas de flujo y esquemas de principio de sistemas y circuitos de instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos, efectuada. Concreción de esquemas eléctricos y electrónicos de automatismos y de alimentación, potencia y mando, efectuada. Planos de trazado general y emplazamiento de los sistemas y componentes de instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos, contextualizados. Planos de detalles de montaje, despieces, uniones y ensamblados de instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos, contextualizados.

### Información utilizada o generada

Requerimientos contractuales. Documentación del proyecto o memoria técnica de referencia (planos topográficos, de urbanización, de edificios de viviendas e industriales, planos de localización de las instalaciones de saneamiento y electricidad, entre otros). Planos de conjunto y de detalle de instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos. Especificaciones del proyecto o memoria técnica. Especificaciones técnicas y catálogos de materiales y equipos. Normativa sobre instalaciones térmicas en los edificios. Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas. Normativa relativa al fluido en circulación. Normativa sobre electrotecnia para baja tensión. Normativa sobre prevención de riesgos laborales. Normativa sobre prevención y protección contra incendios. Normativa medioambiental.

## UNIDAD DE COMPETENCIA 4

### Planificar el montaje y protocolos de pruebas de instalaciones frigoríficas

Nivel: 3

Código: UC1168\_3

Estado: Tramitación BOE

#### Realizaciones profesionales y criterios de realización

**RP1:** Desarrollar los procedimientos operacionales para el montaje de instalaciones frigoríficas, para comprobar la factibilidad de la ejecución y la gestión de costes, precisando las operaciones a efectuar y las fases a seguir para cada componente (equipos a presión, tuberías y conexiones, válvulas y dispositivos de seguridad, entre otros), a partir de las especificaciones del proyecto o memoria técnica y las exigencias de diseño ecológico, calidad, viabilidad medioambiental, entre otras, contempladas en la Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas.

**CR1.1** Las operaciones de los procedimientos de montaje se especifican, precisando las fases a seguir para cada componente de la instalación frigorífica, así como su orden correlativo.

**CR1.2** Las fases de los procedimientos operacionales de montaje de la instalación frigorífica se establecen, determinando:

- Los equipos (mecánicos, eléctricos, digitales, ofimáticos, entre otros), útiles y herramientas.
- Las especificaciones técnicas y procedimientos de montaje.
- Las operaciones de ensamblado y unión y su secuenciación.
- Los tiempos de cada operación y totales.
- Las pautas de control recogidas en el plan de calidad.
- Las pautas de prevención de riesgos laborales, medioambientales y de incendios.
- La cualificación técnica y en cuanto a evaluación de riesgos laborales de los operarios.

**CR1.3** Los procedimientos operacionales de montaje de cada componente de la instalación frigorífica se justifica, asegurando su factibilidad y gestión de costes, aplicando técnicas de planificación de instalaciones, recogiendo la información en soporte papel o informático.

**CR1.4** El proceso de control de calidad en la ejecución y puesta en servicio (Commissioning) de instalaciones frigoríficas se aplica, si se lleva a cabo, analizando las especificaciones sobre los métodos de verificación de la fase de preparación del mismo y su documentación.

**RP2:** Desarrollar los planes de montaje de instalaciones frigoríficas, para gestionar las cargas de producción y posibilitar el seguimiento y control de avance de la ejecución en condiciones de seguridad, mediante técnicas de programación y diagramas de planificación, teniendo en cuenta los procedimientos operacionales de sus sistemas y componentes, así como los medios y recursos humanos y materiales disponibles, a partir de las unidades de obra definidas en el presupuesto y las especificaciones del proyecto o memoria técnica, considerando los condicionantes de la obra.

**CR2.1** Los planes de montaje de la instalación frigorífica se definen, desglosando las etapas, listas de operaciones, tiempos y secuenciación, unidades de obra, así como los medios y

recursos humanos y materiales para la ejecución, analizando documentos técnicos (planos, croquis, esquemas, cálculos, tablas, gráficos, entre otros), utilizando aplicaciones informáticas de ayuda a la gestión de proyectos de construcción.

**CR2.2** Los planes de montaje de la instalación frigorífica se elaboran mediante técnicas de planificación de la mano de obra, materiales y medios, como los diagramas PERT (Program Evaluation and Review Technique), de Gantt, o similares, combinando las condiciones técnicas, las cargas de trabajo, la planificación general de obra y las características del aprovisionamiento.

**CR2.3** Las rutas críticas, para conseguir los plazos y costes de instalación, establecidos en el presupuesto del proyecto o memoria técnica, se determinan mediante la utilización de los diagramas de planificación CPM (Critical Path Method), entre otros, cumpliendo con los requisitos de factibilidad demandados en la planificación general.

**CR2.4** Los diagramas elaborados se actualizan, adaptándose a los requisitos de factibilidad observados durante el proceso de planificación, garantizando la seguridad para operarios y equipos, atendiendo a las exigencias medioambientales.

**CR2.5** El control de los planes de montaje de la instalación frigorífica se organiza, concretando los momentos, verificaciones y procedimientos (de identificación, análisis e intervención) para la detección anticipada de interferencias o demoras, tanto en el aprovisionamiento como en la ejecución, a partir de las especificaciones del proyecto o memoria técnica en cada etapa, así como de las indicaciones de los fabricantes.

**RP3:** Elaborar los programas de aprovisionamiento de equipos, materiales, componentes y útiles de instalaciones frigoríficas, para llevar a cabo el control de recepción de los mismos, preceptivo según la Normativa sobre seguridad para instalaciones frigoríficas, estableciendo las condiciones de suministro y almacenamiento, a partir de las unidades de obra definidas en el presupuesto y las especificaciones del proyecto o de la memoria técnica.

**CR3.1** El aprovisionamiento y recepción de equipos, materiales y componentes para la instalación frigorífica se planifica, teniendo en cuenta sus condiciones de homologación y de etiquetado (marcado CE, entre otros), así como la disponibilidad prevista en los planes de montaje.

**CR3.2** El programa de aprovisionamiento de equipos, materiales, componentes y útiles para la instalación frigorífica se elabora, combinando el plan de montaje con las posibilidades de suministro y almacenaje, procurando garantizar ambos a lo largo de la ejecución, a partir de las especificaciones del proyecto o memoria técnica.

**CR3.3** El seguimiento de las órdenes de compra se efectúa, atendiendo a la fecha en la que debe estar cada equipo, componente o material en la obra.

**CR3.4** Los medios para el transporte de los equipos, materiales, componentes y útiles para la instalación frigorífica se disponen, procurando no producir deterioros, considerando las condiciones de seguridad y salud exigidas en obra, así como las indicaciones de los fabricantes.

**CR3.5** Las condiciones de almacenamiento en obra se establecen, teniendo en cuenta la naturaleza de los equipos, materiales, componentes y útiles, asegurando el estado de conservación, así como el orden de utilización según el plan de montaje.

**CR3.6** Las condiciones de seguridad en el almacenamiento se establecen, procurando la reducción de riesgos laborales, atendiendo a las exigencias de viabilidad medioambiental y de prevención y protección contra incendios.

**RP4:** Estimar los costes de montaje de instalaciones frigoríficas, para conocer el importe de cada partida, determinando las unidades de obra y cantidades de



cada una de ellas, asegurando calidades, aplicando precios unitarios y descompuestos, a partir de las especificaciones del presupuesto del proyecto o de la memoria técnica.

**CR4.1** Las unidades de obra establecidas en el presupuesto del proyecto o memoria técnica de la instalación frigorífica se descomponen, para estimar su coste, determinando los elementos que las integran, cantidades de cada una de ellas, operaciones a efectuar, condiciones de montaje, mano de obra que interviene, tiempo de ejecución y condiciones de calidad.

**CR4.2** Las características de las unidades de obra de la instalación frigorífica se detallan, ajustándose a las definiciones del presupuesto del proyecto o memoria técnica.

**CR4.3** Los costes de las unidades de obra de la instalación frigorífica se estiman, aplicando a las mediciones los precios unitarios y descompuestos, obteniendo cantidades parciales y totales.

**CR4.4** La medición de la instalación frigorífica se elabora, a partir de las unidades de obra, mediante el uso de aplicaciones informáticas de mediciones y presupuestos, o de herramientas de gestión de información de proyectos de construcción con metodología de trabajo colaborativa y herramientas de Modelado de Información de Construcción (BIM).

**RP5:** Elaborar las especificaciones técnicas de montaje y protocolos de pruebas de instalaciones frigoríficas, para garantizar la calidad y seguridad de la ejecución, así como la protección medioambiental y contra incendios, determinando los procedimientos de control, tanto de recepción de equipos y materiales como de montaje, a partir de lo establecido en el proyecto o en la memoria técnica, aplicando la instrucción técnica complementaria sobre ensayos, pruebas y revisiones previas a la puesta en servicio (Normativa sobre seguridad para instalaciones frigoríficas).

**CR5.1** El control de la recepción en obra de equipos y materiales de la instalación frigorífica se efectúa, comprobando sus características y condiciones de homologación y de etiquetado, mediante documentación de los suministros, o distintivos de calidad (marcado CE, declaraciones de conformidad, certificaciones, entre otros), o ensayos y pruebas establecidas en el proyecto o en la memoria técnica, según la normativa sobre seguridad de aplicación.

**CR5.2** Las especificaciones técnicas para el control de la recepción de equipos y materiales se elaboran, asegurando su conveniencia a las condiciones de trabajo previstas para la instalación frigorífica, teniendo en cuenta las exigencias básicas de calidad de los edificios (CTE).

**CR5.3** Los ensayos, pruebas y revisiones para el control del montaje de las unidades de obra de la instalación frigorífica se concretan, a partir de las especificaciones del proyecto o de la memoria técnica, estableciendo el número de controles a seguir y los criterios de evaluación, de aceptación y de no conformidad de equipos, materiales y de la instalación completa.

**CR5.4** Las condiciones de manipulación de fluidos de la instalación frigorífica se especifican, en el libro de registro de gestión de refrigerantes, considerando requisitos de recuperación y reutilización, procedimientos de limpieza del circuito, exigencias para efectuar el cambio de tipo, trasvase, transporte, almacenaje y eliminación del refrigerante, entre otros.

**CR5.5** Las condiciones de reducción de fugas se especifican, considerando requisitos de diseño de la instalación y sus componentes, puntos de posible acumulación de fluidos, programa de prevención y detección de fugas de refrigerantes fluorados, entre otros.

**CR5.6** Los ensayos y las pruebas, de resistencia a la presión de componentes, de presión en tuberías y de estanqueidad, entre otros, así como el ensayo funcional de todos los dispositivos de seguridad y de conformidad del conjunto de la instalación frigorífica, se determinan,

estableciendo protocolos de procedimiento específicos, recogiendo sus resultados en soporte papel o informático.

**CR5.7** Los ensayos de seguridad y pruebas eléctricas de los circuitos y máquinas se determinan, confirmando que cumplen con las prescripciones de carácter general y especiales de la instrucción técnica complementaria sobre instalaciones eléctricas (Normativa sobre seguridad para instalaciones frigoríficas), así como con lo dispuesto en la Normativa sobre electrotecnia para baja tensión.

**CR5.8** Los ensayos, pruebas funcionales y comprobaciones previas la explotación y el mantenimiento se especifican, en la documentación que se debe proporcionar al titular tras el montaje, verificando que está de acuerdo con los planos constructivos, diagramas de flujo, trazado de tuberías, instrumentación, sistemas de control y esquemas eléctricos.

**RP6:** Elaborar el manual de instrucciones de servicio de instalaciones frigoríficas, para incluirlo en la documentación que se debe entregar al titular antes de la puesta en servicio, recopilando y organizando la información del proceso de montaje, considerando las especificaciones técnicas de equipos y materiales, aplicando las prescripciones recogidas en la instrucción técnica complementaria sobre marcado y documentación (Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas).

**CR6.1** Las instrucciones de manejo y maniobra de la instalación frigorífica se elaboran, facilitando las indicaciones y parámetros de funcionamiento del sistema de refrigeración y las precauciones a adoptar en caso de avería o de fugas, describiendo los procedimientos de emergencia a seguir en caso de perturbaciones y accidentes.

**CR6.2** El manual de instrucciones de servicio de la instalación frigorífica se elabora, aplicando la instrucción técnica complementaria, especificando al menos las siguientes informaciones:

- Finalidad y descripción general de la instalación y del funcionamiento del sistema completo (incluyendo componentes), con diagrama del circuito de refrigeración y esquema del circuito eléctrico.
- Instrucciones de puesta en marcha, parada y situación de reposo del sistema y de las partes que lo componen.
- Programa de mantenimiento y revisión, así como de control de fugas de refrigerantes, especificando personal competente y procedimientos a seguir, describiendo también las causas de los defectos comunes y las medidas a adoptar para evitarlos.
- Incidencia ambiental y consumo energético del sistema, estableciendo prácticas para su control, analizando los parámetros del coeficiente de eficiencia (COP), capacidad frigorífica y rendimiento de compresores.
- Información sobre los refrigerantes fluorados, especificando su potencial de calentamiento atmosférico, así como la obligatoriedad de su manipulación por profesionales competentes, incluyendo instrucciones de recuperación y tratamiento ambiental.
- Precauciones a adoptar para evitar la congelación del agua en condensadores y enfriadores, así como para el traslado de sistemas o partes de los mismos.
- Instrucciones detalladas relativas a la eliminación de los fluidos de trabajo y componentes, así como sobre gestión de residuos y desmantelamiento de la instalación al final de su vida útil.
- Referencia a las medidas de protección, primeros auxilios y procedimientos a seguir en caso de emergencia (fugas, incendio, explosión), así como a la información expuesta en el cartel de seguridad del sistema.

**CR6.3** El programa de mantenimiento preventivo, integrado en el manual de instrucciones de servicio de la instalación frigorífica, se elabora, detallando periodicidades y procedimientos

preceptivos, aplicando la instrucción técnica complementaria sobre mantenimiento, revisiones e inspecciones periódicas (Normativa sobre seguridad para instalaciones frigoríficas), incluyendo al menos las siguientes operaciones:

- Verificación de los aparatos de medida, control y seguridad, así como los sistemas de protección y alarma.
- Control de la carga de refrigerante.
- Control de los rendimientos energéticos.

**CR6.4** El programa de mantenimiento de las máquinas y equipos que componen la instalación frigorífica se elabora, combinando las especificaciones técnicas y manuales de operación de los fabricantes con las condiciones de servicio, integrándose en el manual de instrucciones.

**CR6.5** El mantenimiento correctivo de la instalación frigorífica se describe, detallando las operaciones y procedimientos en el libro de registro, incluyendo las siguientes actuaciones, si procede:

- Verificación de todos los aparatos de medida, control y seguridad, así como los sistemas de protección y alarma.
- Prueba de estanqueidad de las partes afectadas del sistema de refrigeración.
- Vacío del sector o tramo afectado.
- Ajuste de la carga de refrigerante.

**CR6.6** El historial de mantenimiento (preventivo y correctivo) de la instalación frigorífica se recoge, en el manual de instrucciones de servicio o en el libro de registro, concretando los criterios de revisión, parámetros a controlar, operaciones a efectuar, medios a emplear y periodicidad de las actuaciones, considerando las especificaciones técnicas y manuales de operación de materiales y equipos de los fabricantes.

**CR6.7** Los criterios y la periodicidad de las inspecciones a efectuar por los organismos de control habilitados (controles de fugas, entre otros) se especifican, anotando los resultados en el libro de registro de la instalación frigorífica, en soporte papel o informático, aplicando las instrucciones técnicas complementarias sobre mantenimiento, revisiones e inspecciones periódicas y sobre manipulación de refrigerantes y reducción de fugas (Normativa sobre seguridad para instalaciones frigoríficas).

## Contexto profesional

### Medios de producción

Puesto informático y aplicaciones informáticas específicas. Calculadora científica. Equipo y aplicaciones informáticas para Diseño Asistido por Ordenador (CAD) y herramientas de Modelado de Información de Construcción (BIM). Impresoras. Instrumentos de dibujo. Aplicaciones informáticas de diseño y de simulación de instalaciones frigoríficas. Equipos de reproducción de planos y documentación. Documentación de equipos. Catálogos.

### Productos y resultados

Desarrollo de procedimientos operacionales de montaje de instalaciones frigoríficas, efectuado. Planes de montaje de instalaciones frigoríficas, elaborados. Programas de aprovisionamiento de equipos, materiales, componentes y útiles de instalaciones frigoríficas, elaborados. Estimación de costes de montaje de instalaciones frigoríficas, determinando unidades de obra, efectuada. Especificaciones técnicas del montaje y protocolos de pruebas de instalaciones frigoríficas, elaborados. Manual de instrucciones de servicio de instalaciones frigoríficas, elaborado.

### Información utilizada o generada

Requerimientos contractuales. Documentación del proyecto o memoria técnica de referencia (planos topográficos, de urbanización, de edificios de viviendas e industriales, planos de localización de las

instalaciones de saneamiento y electricidad, entre otros). Planos de conjunto y de detalle de instalaciones frigoríficas. Pliego de condiciones y mediciones y presupuesto. Especificaciones técnicas sobre el montaje (instrucciones y tiempos) y el control de la ejecución (Planificación general de obra). Diagramas de planificación. Especificaciones técnicas y manuales de operación de equipos y materiales. Exigencias básicas de calidad de los edificios (CTE). Normativa sobre instalaciones térmicas en los edificios. Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas. Normativa sobre electrotecnia para baja tensión. Normativa sobre prevención de riesgos laborales. Normativa sobre prevención y protección contra incendios. Normativa sobre protección medioambiental.

## MÓDULO FORMATIVO 1

### Caracterización de instalaciones frigoríficas

|                   |  |
|-------------------|--|
| Nivel:            | 3  |
| Código:           | MF1167_3   |
| Asociado a la UC: | UC1167_3 - Caracterizar las instalaciones frigoríficas |
| Duración (horas): | 180  |
| Estado:           | Tramitación BOE  |

### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Interpretar diagramas, tablas y esquema de principio de una instalación frigorífica, aplicando conocimientos de termodinámica, transmisión del calor y mecánica de fluidos, determinando los parámetros de funcionamiento como temperaturas, presiones, caudales, potencias, entre otros, analizando las especificaciones de un proyecto o memoria técnica y las exigencias previas de diseño ecológico, eficiencia energética, calidad y protección medioambiental de la Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas.

**CE1.1** Dibujar un circuito frigorífico con sus componentes (compresor, evaporador, condensador y sistema de expansión), junto con su ciclo de refrigeración por compresión, empleando una aplicación de diseño asistido por ordenador, analizando el diagrama log p/h (Mollier), considerando su eficiencia energética.

**CE1.2** Clasificar componentes (funcionales y de regulación, control, automatización y monitorización) de una instalación frigorífica, considerando las magnitudes termodinámicas (temperaturas, presiones, entalpías, entre otras) que determinan el ciclo de refrigeración, así como las características de los sistemas eléctricos y electrónicos, los equipos a presión y el sistema de tuberías que la configuran.

**CE1.3** En un supuesto práctico de definición de datos de partida para el cálculo de un sistema de refrigeración de una instalación frigorífica, atendiendo a unas condiciones de diseño y unos valores para pérdidas térmicas y necesidades de frío, propuestos en una documentación técnica:

- Completar diagramas y tablas de cálculo, considerando unas temperaturas (exterior e interior) y unas necesidades frigoríficas.
- Determinar la configuración del sistema de refrigeración, concretando los componentes del circuito y su interconexión.
- Determinar, en el esquema de principio, trazado, longitudes, secciones, caudales, temperaturas y presiones en puntos característicos, utilizando unos planos de implantación y las tablas y procedimientos de cálculo de aplicación para cada tipo de elemento.
- Determinar los rangos del sistema de regulación y control, automatización y monitorización, a partir de las condiciones de diseño planteadas.

**C2:** Especificar fluidos de los circuitos de una instalación frigorífica (refrigerantes y lubricantes, entre otros), así como los puntos donde pueden acumularse, analizando su comportamiento en los ciclos de refrigeración y sus características

físicas, químicas y termodinámicas, aplicando la Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas.

**CE2.1** Clasificar refrigerantes empleados en una instalación frigorífica, analizando sus propiedades físico-químicas y termodinámicas, atendiendo a la sostenibilidad, empleando las aplicaciones informáticas que especifican sus características.

**CE2.2** Clasificar aceites lubricantes de un sistema de refrigeración de una instalación frigorífica, atendiendo a sus características, a la compatibilidad con los componentes y a la seguridad de las personas y del medioambiente.

**CE2.3** En un supuesto práctico de detección de posibles fugas en un circuito de refrigeración, analizando la configuración de una instalación frigorífica simulada:

- Aplicar técnicas de inspección, revisando juntas y conexiones, válvulas, partes sujetas a vibraciones, sellados, entre otros.
- Aplicar métodos directos de control de fugas, empleando detectores manuales de gas refrigerante y localizadores electrónicos.
- Aplicar métodos indirectos de control de fugas, empleando instrumentos de medida como manómetros, termómetros y multímetros, entre otros.

**CE2.4** En un supuesto práctico de detección, captación y extracción de sustancias indeseadas o de limpieza en un circuito de refrigeración, analizando la configuración de una instalación frigorífica simulada:

- Especificar los posibles puntos de acumulación de fluidos, aplicando conocimientos de mecánica de fluidos y el estudio termodinámico del ciclo de refrigeración.
- Clasificar las posibles sustancias indeseadas (como aceites, ácidos, agua y otras impurezas), analizando las interacciones con los fluidos, evitando que afecten negativamente al funcionamiento.
- Manipular equipos, materiales y elementos auxiliares para la eliminación de sustancias indeseadas (como filtros, destiladores y purgadores, entre otros), considerando unas presiones y temperaturas de trabajo, para un fluido en circulación.

**CE2.5** Calcular la eficiencia energética y el ciclo de vida o análisis de Impacto Total Equivalente sobre el Calentamiento Atmosférico (TEWI) de una instalación frigorífica, mediante aplicaciones informáticas específicas o procedimientos de cálculo recogidos en la Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas.

**C3:** Aplicar procedimientos de cálculo de los parámetros de diseño que caracterizan los equipos a presión y el sistema de tuberías del sistema de refrigeración de una instalación frigorífica, estimando cargas térmicas y necesidades de frío, pérdidas de carga, potencia frigorífica y aislantes, entre otros, a partir de unos diagramas, tablas y esquema de principio, empleando aplicaciones informáticas específicas, incluyendo las de los fabricantes.

**CE3.1** Estimar el balance térmico de una instalación frigorífica, considerando las pérdidas energéticas por transmisión, infiltraciones, tipo de producto y cantidad, temperatura de entrada y temperatura final deseada, calor de motores y personas, entre otros.

**CE3.2** En un supuesto práctico de cálculo de parámetros que caracterizan los componentes de un sistema de refrigeración de una instalación frigorífica, a partir de la interpretación previa de los diagramas y tablas propuestos en una documentación técnica:

- Calcular los componentes como compresores, condensadores, evaporadores y sistemas de expansión, utilizando tablas o aplicaciones informáticas para cada tipo de elemento.
- Calcular la red de tuberías y los elementos auxiliares, mediante diagramas y aplicaciones informáticas, considerando las exigencias de seguridad y protección medioambiental.

- Calcular las dimensiones de los depósitos y recipientes homologados, considerando un tipo de material, uniones, protecciones superficiales, conexiones y accesorios a presión, justificando los cálculos tanto en soporte papel como informático.

**CE3.3** Justificar el aislamiento de la red de tuberías y los cerramientos de recintos refrigerados de una instalación frigorífica, teniendo en cuenta las especificaciones de una documentación técnica, tanto en soporte papel como informático.

**CE3.4** Emplear aplicaciones informáticas de diseño, simulación y realidad virtual para instalaciones frigoríficas, determinando las cargas térmicas, dimensiones, presiones, potencias y rendimientos, entre otros, comparando distintas opciones posibles.

**C4:** Distinguir características de los componentes (compresor, evaporador, condensador y sistema de expansión) de una instalación frigorífica, calculando, dimensiones, potencias y rendimientos, entre otros, a partir de unos cálculos de cargas térmicas y necesidades de frío, pérdidas de carga, potencia frigorífica y aislantes, entre otros, previamente efectuados.

**CE4.1** Justificar las características de un compresor para un uso previsto en una instalación frigorífica, a partir de un tipo elegido, considerando un rango de temperaturas, un caudal de circulación del refrigerante y una potencia frigorífica, teniendo en cuenta las especificaciones de una documentación técnica, empleando las tablas y/o aplicaciones informáticas de selección de varios fabricantes.

**CE4.2** Justificar las características de un evaporador para un compresor o grupo de compresores previstos en una instalación frigorífica, desarrollando una determinada potencia frigorífica, procurando el equilibrio del sistema, considerando una circulación de aire (de convección natural o forzada), un sistema de desescarche, teniendo en cuenta las especificaciones una documentación técnica, empleando las tablas y/o aplicaciones informáticas de selección de varios fabricantes.

**CE4.3** Justificar las características de un condensador de una instalación frigorífica a partir de un tipo elegido (aire, agua, aire-agua), considerando una potencia frigorífica, un salto térmico, un refrigerante, teniendo en cuenta las especificaciones una documentación técnica y empleando las tablas y/o aplicaciones informáticas de selección de varios fabricantes.

**CE4.4** Justificar las características de un sistema de expansión de una instalación frigorífica a partir de un tipo elegido (capilar, válvulas manuales, automáticas, termostáticas, electrónicas), considerando un caudal de refrigerante y una potencia frigorífica en unas condiciones de funcionamiento (presiones de condensación y de evaporación) previstas en unas especificaciones una documentación técnica, empleando las tablas y/o aplicaciones informáticas de selección de varios fabricantes.

**CE4.5** Diseñar la gestión remota de una instalación frigorífica, identificando los automatismos y el sistema de regulación, control y monitorización, partiendo de unas exigencias de diseño, calidad y seguridad y unas condiciones de funcionamiento, analizando un sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA).

**C5:** Especificar criterios de selección de los equipos, materiales y elementos auxiliares de una instalación frigorífica, partiendo de sus presiones y temperaturas de trabajo, adaptándolos entre sí, considerando unas condiciones de servicio dentro de los límites admisibles.

**CE5.1** Clasificar, en cuanto a construcción, modelo y rango, equipos de un sistema de refrigeración de una instalación frigorífica, cumpliendo con la función y características especificadas en una documentación técnica, teniendo en cuenta unas condiciones de montaje

y funcionamiento, los requisitos de seguridad y medioambientales, así como las posibilidades de intercambiabilidad y costes.

**CE5.2** Elegir materiales y elementos auxiliares de la red de tuberías y conductos de una instalación frigorífica, para un determinado fluido de circulación y unas presiones y temperaturas de trabajo, teniendo en cuenta unas condiciones de montaje y funcionamiento, los requisitos de seguridad y medioambientales, así como las posibilidades de intercambiabilidad y costes.

**CE5.3** En un supuesto práctico de comprobación de soportes, dilatadores, puntos fijos para una red de tuberías y conductos, así como de anclajes y bancadas de unos equipos de una instalación frigorífica simulada:

- Determinar la situación de los soportes, dilatadores y puntos fijos, considerando la dilatación y contracción de cada tramo de tubería.
- Demostrar el ajuste de los soportes, dilatadores y puntos fijos, en cuanto a función y forma, considerando la estabilidad, evitando daños en la barrera de vapor, siguiendo procedimientos establecidos en las normas UNE.
- Demostrar la idoneidad de los anclajes y bancadas de los equipos, considerando las cargas estáticas y dinámicas previstas y las especificaciones de los fabricantes.

**C6:** Elaborar documentación técnica de una instalación frigorífica, recopilando y organizando la documentación de los equipos, materiales y elementos auxiliares que la componen, presentando los cálculos justificativos exigidos en las instrucciones técnicas complementarias contempladas en la Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas, especificando los métodos de verificación y documentación de las fases del proceso de control de calidad en la ejecución y puesta en servicio (Commissioning).

**CE6.1** Elaborar documentos, informes, justificaciones o formularios de una instalación frigorífica, empleando formatos tanto en soporte papel como informático.

**CE6.2** Organizar los datos de un proyecto de instalación frigorífica, redactado con metodología de trabajo colaborativa y herramientas de Modelado de Información de Construcción (BIM), empleando los formatos de archivos digitales específicos para el intercambio de información.

**CE6.3** Enumerar las fases del proceso de Commissioning (preparación, diseño, construcción y funcionamiento) de una instalación frigorífica, especificando los métodos de verificación y la documentación de cada una de ellas, a partir de los rendimientos exigibles y el plan de acción para alcanzarlos, reduciendo sobrecostes, buscando el ahorro energético.

**CE6.4** Combinar documentos y archivos de un proyecto de instalación frigorífica con la información (listado de equipos y sistemas que se verifican, periodicidad y protocolos de pruebas que se efectúan y seguimiento de problemas que se registran) generada en las fases de Commissioning, aplicando metodología de trabajo colaborativa y herramientas de modelado de información de construcción.

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

C1 respecto a CE1.3; C2 respecto a CE2.3 y CE2.4; C3 respecto a CE3.2; C5 respecto a CE5.3.

### Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.



Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.  
Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.  
Habituar al ritmo de trabajo de la organización.  
Favorecer la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en el desempeño competencial.

## Contenidos

### 1 Termodinámica aplicada a las instalaciones frigoríficas

Magnitudes termodinámicas: temperatura, presión, masa, densidad, caudal, calor, energía. Procesos termodinámicos: transformaciones de los gases. Transmisión de calor: mecanismos de transmisión, cargas térmicas, resistencia térmica. Psicrometría: aplicación de la higrometría en instalaciones frigoríficas, diagrama psicrométrico. Mecánica de fluidos: hidrodinámica de los fluidos frigoríficos, golpes de presión. Ciclos frigoríficos: estudio termodinámico. Circuitos de refrigeración: circuito primario y circuito secundario, elección del fluido secundario. Sistemas de refrigeración: directos e indirectos. Eficiencia energética en instalaciones frigoríficas.

### 2 Fluidos de los circuitos de refrigeración

Refrigerantes: denominación, propiedades físicas, químicas y termodinámicas, riesgos medioambientales, deslizamiento. Criterios para la selección del refrigerante: fluidos de sustitución, refrigerantes de bajo impacto ambiental, utilización de los hidrocarburos, procedimientos a seguir en las sustituciones. Control de fugas de refrigerantes: detectores de fugas. Clasificación de los lubricantes: selección y utilización, propiedades y requerimientos del aceite para refrigeración, aditivos. Reacciones químicas de los aceites con agua y oxígeno: interacciones en la instalación frigorífica. Relaciones aceites - refrigerantes. Contaminantes en el circuito frigorífico: incondensables, humedad, ácidos, partículas sólidas. Eliminación del agua: filtros deshidratadores, rectificadores. Eliminación de incondensables. Seguridad e impacto medioambiental: agotamiento de la capa ozono, efecto invernadero, huella de carbono, Impacto Total Equivalente sobre el Calentamiento Atmosférico (TEWI).

### 3 Parámetros de caracterización de las instalaciones frigoríficas

Cargas térmicas y necesidades de frío. Pérdidas de carga: transmisión, infiltraciones, tipo de producto y cantidad, temperatura de entrada y temperatura final, calor de motores y personas. Potencia frigorífica: potencias eléctricas, cilindrada de compresores. Aislamiento de cerramientos y tuberías: espesor, barrera antivapor. Red de tuberías: diagramas de trazado y dimensionado de diámetros. Cálculo de las velocidades de circulación del refrigerante en función de las pérdidas de presión: velocidad mínima, velocidades usuales. Depósitos y recipientes de líquido.

### 4 Componentes de las instalaciones frigoríficas

Compresores: función, clasificación y tipos, compresión simple y en múltiples etapas, factores de diseño, rendimiento mecánico, rendimiento de transmisión del accionamiento, rendimiento eléctrico y volumétrico, potencia absorbida y nominal, características constructivas, separación, enfriamiento y retorno de aceite, regulación, variadores de velocidad, motores de imanes permanentes, agrupaciones de compresores. Evaporadores: función, clasificación y tipos, ebullición, curva de la mínima señal estable del recalentamiento (Curva MSS), transferencia de calor, influencia del subenfriamiento, características constructivas, tubos concéntricos, enfriadores multitubulares, enfriadores de placas, colocación de evaporadores, dardo, desescarce, acumuladores de frío, hielo, hielo líquido, materiales de cambio de fase (PCM), dimensionado. Condensadores y torres de refrigeración: función, clasificación, características constructivas, condensación por aire y por agua e híbridos, condensadores evaporativos, torres de recuperación de agua, presión de diseño, dimensionado, conexión paralela, legionela. Dispositivos de expansión:

regulación manual y automática, expansión, solenoides y motorizadas, flotadores, válvula termostática, flotador baja, regulación de nivel, limitadores de temperatura y de presión, reguladores de presión, características constructivas, dimensionado. Elementos de regulación, control, automatización y monitorización: autómatas programables, sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA), gestión remota de instalaciones frigoríficas.

## 5 Criterios de selección de equipos, materiales y elementos auxiliares de las instalaciones frigoríficas

Catálogos de componentes: criterios de selección. Tuberías: red de distribución de refrigerantes, criterios de selección. Construcción de colectores de aspiración: circulación del refrigerante en régimen bifásico, trazado, flexibilidad de tuberías, soportes, medidas de protección ante agentes externos, corrosión. Válvulas de seguridad. Arrastre de aceite en subidas. Controles de presión de aceite. Recipientes: recipientes y depósitos de líquido, teoría de separación, tipos, función, características constructivas, separadores de refrigerante, aceite y de aspiración, dimensionado, reducción de carga.

## 6 Documentación técnica de las instalaciones frigoríficas

Partes de un proyecto o memoria técnica de refrigeración: documentos, planos, diagramas y tablas, archivos informáticos. Gestión de la información e intercambio de datos en proyectos de instalaciones frigoríficas: formatos de intercambio. Cálculos y justificaciones de eficiencia energética, entre otros. Normativa sobre instalaciones térmicas en los edificios. Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas. Proceso de control de calidad en la ejecución y puesta en servicio (Commissioning): fases, métodos de verificación, documentación.

## 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, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 4 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 caracterización de instalaciones frigoríficas, 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

### ELECTROTECNIA Y ELECTRÓNICA PARA INSTALACIONES TÉRMICAS O FRIGORÍFICAS

|                   |   |
|-------------------|---|
| Nivel:            | 3   |
| Código:           | MF1161_3  |
| Asociado a la UC: | UC1161_3 - CARACTERIZAR LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y ELECTRÓNICAS AUXILIARES DE INSTALACIONES TÉRMICAS O FRIGORÍFICAS |
| Duración (horas): | 120   |
| Estado:           | BOE   |

#### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Determinar elementos constitutivos de una instalación eléctrica y electrónica auxiliar de una instalación térmica o frigorífica, estableciendo sus componentes (aparatos y circuitos) y sus condiciones de funcionamiento (sistemas de alimentación, protección y arranque, entre otros), desarrollando esquemas eléctricos y diagramas de flujo, a partir de una documentación técnica y unos criterios previos de diseño.

**CE1.1** Determinar componentes (aparatos y circuitos) y condiciones de funcionamiento de una instalación eléctrica y electrónica auxiliar de una instalación térmica o frigorífica, analizando una documentación técnica y unas condiciones de servicio.

**CE1.2** En un supuesto práctico de adaptación o modificación de un esquema eléctrico de alimentación, potencia y mando de una instalación eléctrica y electrónica auxiliar de una instalación térmica o frigorífica, a partir de una documentación técnica propuesta, aplicando la simbología y codificación contempladas en la Normativa sobre instalaciones térmicas en edificios y seguridad para las instalaciones frigoríficas:

- Analizar las condiciones de diseño, adecuándose a las exigencias de la Normativa sobre electrotecnia para baja tensión.
- Especificar las características de los equipos como generadores, motores de accionamiento de bombas, compresores, ventiladores, entre otros, teniendo en cuenta la información técnica.
- Justificar las adaptaciones del esquema supuesto, atendiendo a las condiciones de funcionamiento y a las exigencias de la Normativa sobre electrotecnia para baja tensión.
- Seleccionar un armario eléctrico atendiendo a sus características constructivas, dimensiones, soportes, materiales, grado de protección IP, forma de sujeción, lugar de emplazamiento, entre otras.
- Detallar la distribución de los elementos del cuadro, considerando el posterior cableado en obra, las pruebas finales y el plan de mantenimiento.

**CE1.3** En un supuesto práctico de adaptación de un esquema y diagrama de flujo de un automatismo de control y maniobra de una instalación eléctrica y electrónica auxiliar de una instalación térmica o frigorífica, a partir de una documentación técnica propuesta:

- Especificar los elementos del sistema de regulación y control y de automatización, teniendo en cuenta la información técnica.
- Justificar las adaptaciones del esquema y diagrama de flujo supuestos, atendiendo a las condiciones de funcionamiento.

- Analizar las adaptaciones del esquema y diagrama de flujo supuestos, considerando las exigencias de eficiencia energética y viabilidad medioambiental.

**CE1.4** Determinar los componentes y conexionado de los cuadros eléctricos, de potencia, regulación y control y de automatización de una instalación eléctrica y electrónica auxiliar de una instalación térmica o frigorífica, analizando el plano de distribución, así como la información técnica suministrada por los fabricantes y las condiciones de funcionamiento.

**CE1.5** Justificar la disposición y emplazamiento de los equipos de una instalación térmica o frigorífica, teniendo en cuenta los requisitos de accesibilidad para posibilitar su montaje, mantenimiento y reparación, reduciendo los riesgos laborales, atendiendo a las exigencias de viabilidad medioambiental.

**CE1.6** Completar documentos y archivos de un proyecto de instalación térmica o frigorífica, teniendo en cuenta la información generada en el proceso de caracterización de la instalación eléctrica y electrónica auxiliar, empleando metodología de trabajo colaborativo y herramientas de Modelado de Información de Construcción (BIM).

**C2:** Precisar criterios de selección de equipos, materiales y elementos de protección de un sistema eléctrico de alimentación, potencia y mando para una instalación térmica o frigorífica, teniendo en cuenta sus características y los cálculos de magnitudes eléctricas de baja tensión (tensiones, intensidades y potencias, entre otras), a partir de unas especificaciones técnicas.

**CE2.1** En un supuesto práctico para determinar los equipos y materiales de un sistema de alimentación, potencia y mando de una instalación térmica o frigorífica, considerando una documentación técnica:

- Comprobar el cálculo de intensidades y factores de corrección, atendiendo a las especificaciones de la documentación.
- Comprobar el cálculo de potencias, atendiendo a las especificaciones.
- Comprobar el cálculo de las secciones de conductores, atendiendo a las especificaciones.

**CE2.2** Especificar criterios de selección de equipos y materiales de un sistema de alimentación, potencia y mando de una instalación térmica o frigorífica, teniendo en cuenta unas exigencias de homologación, considerando unas condiciones de distribución, montaje, uso y mantenimiento.

**CE2.3** Clasificar elementos de protección de circuitos y receptores de una instalación eléctrica y electrónica auxiliar de una instalación térmica o frigorífica, en función de sus intensidades nominales.

**CE2.4** Clasificar armarios para contener sistemas de alimentación, potencia y mando de una instalación térmica o frigorífica, teniendo en cuenta la capacidad para alojar los equipos, así como las condiciones de espacio y ambientales de un lugar propuesto.

**CE2.5** Elaborar documentos para la selección de sistemas eléctricos y electrónicos de alimentación, potencia y mando de una instalación térmica o frigorífica, empleando formatos tanto en soporte papel como informático.

**C3:** Precisar criterios de selección de equipos, componentes y materiales de un sistema de regulación y control y de automatización para una instalación térmica o frigorífica, ajustando los consumos de energía a las variaciones de la demanda, definiendo sus características, a partir de unas especificaciones técnicas y unas exigencias previas de diseño ecológico y calidad (térmica, de aire interior, acústica y de bienestar e higiene).

**CE3.1** Identificar la capacidad definida para el tratamiento de las variables Entrada/Salida, así como la sobrecapacidad que garantice futuras ampliaciones y la posibilidad de conectividad remota de un sistema de regulación y control, y de automatización de una instalación térmica o frigorífica (autómata, central de control, entre otros), considerando las condiciones de funcionamiento.

**CE3.2** Especificar criterios de selección de equipos, materiales y componentes de un sistema de regulación y control y de automatización de una instalación térmica o frigorífica, teniendo en cuenta unas características previamente determinadas, las exigencias de homologación, así como unas condiciones de montaje y posibilidades de suministro y disponibilidad.

**CE3.3** Clasificar armarios para contener sistemas de regulación y control y de automatización de una instalación térmica o frigorífica, teniendo en cuenta la capacidad para alojar los equipos y las condiciones de espacio y ambientales de un lugar propuesto.

**CE3.4** Elaborar documentos para la selección de sistemas de regulación y control y de automatización de una instalación térmica o frigorífica, empleando formatos tanto en soporte papel como informático.

**C4:** Precisar criterios de selección de equipos, componentes y materiales de un sistema de monitorización y contabilización para una instalación térmica o frigorífica, posibilitando la gestión remota y el reparto de gastos de cada sistema y definiendo sus características a partir de unas especificaciones técnicas y unas exigencias previas de diseño ecológico.

**CE4.1** Identificar la capacidad definida para el tratamiento de las variables Entrada/Salida y la conectividad remota con sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) de un sistema de monitorización y contabilización de una instalación térmica o frigorífica (autómata programable, sistemas preprogramados, entre otros), considerando las condiciones de funcionamiento.

**CE4.2** Especificar criterios de selección de equipos, materiales y componentes de un sistema de monitorización y contabilización de una instalación térmica o frigorífica, teniendo en cuenta las características previamente determinadas, las exigencias de homologación, así como unas condiciones de montaje y posibilidades de suministro y disponibilidad.

**CE4.3** Clasificar armarios para contener sistemas de monitorización y contabilización de una instalación térmica o frigorífica, teniendo en cuenta la capacidad para alojar los equipos y las condiciones de espacio y ambientales de un lugar propuesto.

**CE4.4** Elaborar documentos para la selección de sistemas de monitorización y contabilización de una instalación térmica o frigorífica, empleando formatos tanto en soporte papel como informático.

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

C1 respecto a CE1.2 y CE1.3; C2 respecto a CE2.1.

### Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Habituar al ritmo de trabajo de la organización.

Favorecer la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en el desempeño competencial.

## Contenidos

### 1 Características de las instalaciones eléctricas y electrónicas auxiliares de las instalaciones térmicas o frigoríficas

Propiedades de la corriente eléctrica: fenómenos eléctricos y electromagnéticos. Medida de magnitudes eléctricas y electromagnéticas. Análisis y cálculo de circuitos eléctricos. Sistemas de distribución de energía eléctrica: monofásicos y trifásicos. Factor de potencia. Esquema eléctrico de potencia. Esquema unifilar de regulación y control. Documentación asociada a las instalaciones eléctricas y electrónicas auxiliares de instalaciones térmicas o frigoríficas: justificación del cumplimiento de la Normativa sobre electrotecnia para baja tensión. Riesgos eléctricos.

### 2 Equipos, materiales y elementos de protección de los sistemas de alimentación, potencia y mando de las instalaciones térmicas o frigoríficas

Transformadores y variadores de frecuencia. Máquinas eléctricas rotativas: motores de corriente alterna y continua, compensadores síncronos. Sistemas de arranque y control. Dispositivos de protección: interruptor general, diferencial, magnetotérmico, contactores, relés, entre otros. Cálculos de potencia e intensidades para definición de los calibres. Esquemas de conexionado. Informes-memoria. Seguridad personal y de equipos e instalaciones.

### 3 Equipos, componentes y materiales de los sistemas de regulación y control y de automatización de las instalaciones térmicas o frigoríficas

Regulación y control en instalaciones térmicas o frigoríficas. Lazos de regulación: características y variables. Tipos de regulación: proporcional, proporcional integral, proporcional integral derivativo. Identificación de dispositivos y componentes de los sistemas de regulación automáticos. Equipos, elementos y dispositivos de tecnología electrotécnica: autómatas, reguladores de temperatura y de nivel, entre otros. Equipos, elementos y dispositivos de tecnología fluidica: sensores de presión, válvulas proporcionales, amplificador proporcional. Esquemas de conexionado. El autómata programable como elemento de control. Tipos de señales de control: paro-marcha, control 0-10 V, alarmas, estados, telegestión, entre otras.

### 4 Equipos, componentes y materiales de los sistemas de monitorización y contabilización de las instalaciones térmicas o frigorífica

Conectividad de equipos e instalaciones. Protocolos de comunicación en instalaciones térmicas o frigoríficas. Sistemas de gestión remota web server. Puntos de control en instalaciones térmicas o frigoríficas. Monitorización de consumos en instalaciones térmicas o frigoríficas. Sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA).

## 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, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 4 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 caracterización de instalaciones eléctricas y electrónicas auxiliares de instalaciones térmicas o frigoríficas, 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

### REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE INSTALACIONES TÉRMICAS, FRIGORÍFICAS Y DE FLUIDOS

|                   |  |
|-------------------|--|
| Nivel:            | 3  |
| Código:           | MF1162_3   |
| Asociado a la UC: | UC1162_3 - DESARROLLAR LA DOCUMENTACIÓN GRÁFICA DE INSTALACIONES TÉRMICAS, FRIGORÍFICAS Y DE FLUIDOS |
| Duración (horas): | 120  |
| Estado:           | BOE  |

#### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Completar diagramas, esquemas, representaciones, entre otros, en los planos de un proyecto o memoria técnica de una instalación térmica, frigorífica y de fluidos, mediante el uso de instrumentos de dibujo técnico y programas de Diseño Asistido por Ordenador (CAD) o de Modelado de Información de Construcción (BIM), aplicando las exigencias gráficas contempladas en la Normativa sobre instalaciones térmicas en los edificios, seguridad para las instalaciones frigoríficas y electrotecnia para baja tensión.

**CE1.1** En un supuesto práctico de interpretación de la documentación gráfica de una instalación térmica, frigorífica o de fluidos:

- Distinguir las convenciones gráficas, analizando diagramas, esquemas y representaciones de la instalación.
- Determinar la constitución de cada sistema la instalación y de las redes de fluidos, así como las características de sus equipos y materiales, relacionando cada componente con los símbolos empleados en su representación.
- Deducir la función de cada sistema de la instalación y de las redes de fluidos, así como las relaciones entre ellos y las condiciones de funcionamiento, analizando las especificaciones técnicas integradas en la representación.

**CE1.2** Emplear un entorno gráfico (2D o 3D) y unas utilidades y comandos de un programa de diseño asistido por ordenador, representando diagramas, esquemas, isometrías, detalles, entre otros, de una instalación térmica, frigorífica o de fluidos, a partir de una documentación técnica.

**CE1.3** Organizar datos de un proyecto de una instalación térmica, frigorífica o de fluidos, redactado con metodología de trabajo colaborativa y herramientas de Modelado de Información de Construcción (BIM), empleando los formatos de archivos digitales específicos para el intercambio de información.

**C2:** Modificar diagramas de flujo y esquemas de principio de una instalación térmica, frigorífica y de fluidos, empleando convenciones de representación y simbología normalizada, mediante el uso de instrumentos o programas específicos, a partir de una documentación técnica, aplicando las exigencias gráficas contempladas en la Normativa sobre instalaciones térmicas en los edificios, seguridad para las instalaciones frigoríficas y electrotecnia para baja tensión.



**CE2.1** Elaborar diagramas de flujo y esquemas de principio de los sistemas de una instalación térmica, frigorífica o de fluidos, analizando sus circuitos (térmico o frigorífico, hidráulico, entre otros), aplicando la simbología y codificación contempladas en la Normativa sobre instalaciones térmicas en los edificios y seguridad para las instalaciones frigoríficas.

**CE2.2** Componer esquemas eléctricos y electrónicos (de alimentación, potencia y mando, de regulación y control y de automatización, entre otros) de una instalación térmica o frigorífica, aplicando la simbología y codificación contempladas en la Normativa sobre electrotécnica para baja tensión.

**CE2.3** Modificar esquemas de las redes de fluidos (de refrigeración, circuitos hidráulicos, tuberías y conductos, entre otros) de una instalación, teniendo en cuenta características y uso de los lugares de emplazamiento, e instalaciones de otro tipo con las que puedan interferir.

**CE2.4** En un supuesto práctico de determinación de diagramas y esquemas de una instalación térmica, frigorífica o de fluidos, a partir de una documentación técnica, aplicando convenciones de representación y simbología normalizada, mediante el uso de instrumentos de dibujo técnico o un programa de diseño asistido por ordenador:

- Seleccionar soportes y formatos para la elaboración de los diagramas y esquemas de la instalación, valorando la ergonomía de manejo y el grado de definición de cada elemento.
- Seleccionar sistemas de representación, así como escalas a utilizar, analizando la naturaleza del diagrama o esquema, ordenando la información que debe aparecer.
- Elegir la composición gráfica para la determinación de diagramas y esquemas y sus agrupaciones, facilitando la comprensión la cadena de relaciones establecida entre los sistemas de la instalación y el seguimiento secuencial de su funcionamiento.
- Elaborar diagramas de flujo y esquemas de principio de la instalación, esquemas eléctricos y electrónicos y esquemas de las redes de fluidos, aplicando la simbología y codificación contempladas en la Normativa sobre instalaciones térmicas en los edificios, seguridad para las instalaciones frigoríficas y electrotecnia para baja tensión.

**C3:** Precisar planos de trazado general y emplazamiento de una instalación térmica, frigorífica y de fluidos, empleando sistemas de representación y simbología normalizada, mediante el uso de instrumentos o programas específicos, a partir de una documentación técnica, aplicando las exigencias gráficas contempladas en la Normativa sobre instalaciones térmicas en los edificios y seguridad para las instalaciones frigoríficas.

**CE3.1** Determinar la ubicación y disposición de sistemas y elementos de medida, automatización, regulación y control y armarios eléctricos, en los planos de una instalación térmica, frigorífica o de fluidos, teniendo en cuenta unos requisitos de accesibilidad para posibilitar el montaje, mantenimiento y reparación.

**CE3.2** Especificar el trazado de unas redes de fluidos de una instalación, teniendo en cuenta unas condiciones de montaje y mantenimiento, así como la existencia de instalaciones de otro tipo con las que no deben interferir.

**CE3.3** Precisar, en unos planos de una instalación térmica, frigorífica o de fluidos, la disposición de soportes, dilatadores y puntos fijos, así como sus formas constructivas, teniendo en cuenta unas posibles tensiones mecánicas y deformaciones no deseadas en equipos y conducciones, a partir de unas condiciones de diseño planteadas en una documentación técnica.

**CE3.4** En un supuesto práctico de adaptación de planos generales de una instalación térmica, frigorífica o de fluidos a unos condicionantes de ejecución, a partir de una documentación técnica, aplicando convenciones de representación y simbología normalizada, mediante el uso

de instrumentos de dibujo técnico o un programa de diseño asistido por ordenador o de modelado de información de construcción:

- Seleccionar soportes y formatos para la modificación de planos de la instalación, valorando la ergonomía de manejo y el grado de definición de cada elemento.
- Seleccionar sistemas de representación, así como escalas a utilizar, analizando la naturaleza del dibujo, ordenando la información que debe aparecer.
- Elaborar vistas y perspectivas (isometrías), determinando la ubicación de los sistemas constitutivos de la instalación, con sus equipos, materiales y componentes, así como las redes de fluidos, integrando las especificaciones técnicas con la tipografía normalizada.
- Especificar la acotación de equipos, materiales y componentes de la instalación, considerando la funcionalidad y los requisitos del proceso de montaje.

**C4:** Precisar planos de detalle para el montaje de equipos, despieces, uniones y ensamblado de elementos de una instalación térmica, frigorífica y de fluidos, empleando sistemas de representación y simbología normalizada, mediante el uso de instrumentos o programas específicos, a partir de una documentación técnica, aplicando las exigencias gráficas contempladas en la Normativa sobre instalaciones térmicas en los edificios y seguridad para las instalaciones.

**CE4.1** Precisar planos de despiece para el montaje de una instalación térmica, frigorífica o de fluidos, considerando unas opciones de transporte y manipulación, unos medios y condiciones de seguridad propuestos en una documentación técnica, evitando la interacción con otras instalaciones, respetando las distancias mínimas normalizadas.

**CE4.2** Especificar planos de detalle de redes de una instalación, a partir de una documentación técnica, teniendo en cuenta unos encuentros con elementos de construcción, posibles dilataciones de tuberías, cambios de posición, cruces, uniones y derivaciones, formas de transición y conexiones a unas máquinas o equipos, utilizando un sistema de representación y una escala en función del tamaño del dibujo y su grado de definición.

**CE4.3** Precisar detalles de anclajes de máquinas, soportes de conducciones y equipos, dilataciones, elementos amortiguadores de vibraciones y ruidos, entre otros, de una instalación térmica, frigorífica o de fluidos, teniendo en cuenta unas tensiones estáticas y dinámicas y unas condiciones del entorno.

**CE4.4** En un supuesto práctico de adaptación de despieces y detalles de una instalación térmica, frigorífica o de fluidos a unos condicionantes de ejecución, a partir de una documentación técnica, aplicando convenciones de representación y simbología normalizada, mediante el uso de instrumentos de dibujo técnico o un programa de diseño asistido por ordenador:

- Seleccionar soportes y formatos para la elaboración de despieces, detalles e isometrías de la instalación, valorando la ergonomía de manejo y el grado de definición de cada elemento.
- Seleccionar sistemas de representación, así como escalas a utilizar, analizando la naturaleza del dibujo, ordenando la información que debe aparecer.
- Elaborar despieces y detalles de los sistemas constitutivos de la instalación, con sus equipos, materiales y componentes, así como las redes de fluidos, integrando las especificaciones técnicas (signos superficiales, ajustes y tolerancias para el montaje, roscas, uniones soldadas, entre otras) con la tipografía normalizada.
- Especificar la acotación de los despieces y detalles de equipos, materiales y componentes de la instalación, considerando la funcionalidad y los requisitos del proceso de montaje.

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

C1 respecto a CE1.1; C2 respecto a CE2.4; C3 respecto a CE3.4 y C4 respecto a CE4.4.

### Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Habituar al ritmo de trabajo de la organización.

Favorecer la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en el desempeño competencial.

## Contenidos

### 1 Revisión de normas y convenciones de representación gráfica, diseño asistido por ordenador y modelado e intercambio de información de construcción para las instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos

Convenciones de representación gráfica: soportes y formatos, escalas de uso en dibujo de edificación e industrial, tipos de líneas, rotulación y acotación normalizadas, tolerancias, vistas en edificación y obra civil, perspectiva isométrica y caballera para el trazado de tuberías. Interpretación de planos de edificación y obra civil: topográficos y de urbanismo, representación de estructuras metálicas y de hormigón armado, dibujo de redes para instalaciones de edificios. Terminología y simbología de instalaciones térmicas (climatización, ventilación y agua caliente sanitaria), frigoríficas y de fluidos: especificaciones técnicas, diagramas, esquemas, planos de conjunto, de despiece y de detalle, detalles constructivos. Equipos y programas de diseño asistido por ordenador para instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos: ordenes de ayuda, de dibujo y de edición, controles de pantalla, capas, bloques, acotación, sombreados y rayados. Entornos gráficos en 2D: perspectivas isométricas y caballeras, archivos de intercambio y aplicación, bibliotecas de símbolos. Procedimientos de trabajo con programas de diseño asistido por ordenador para instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos: elección de formatos, escalas y sistemas de representación. Caracterización gráfica de instalaciones: secciones y detalles, orden de las vistas. Digitalización. Planteamiento del trabajo en 3D. Sistemas de intercambio de archivos: selección del formato de intercambio, aplicación de sistemas de diseño con referencia a origen.

### 2 Diagramas y esquemas de las instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos

Diagramas de flujo y de principio de funcionamiento. Esquemas de circuitos de refrigeración. Identificación de tuberías y símbolos a utilizar en los esquemas de instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos. Esquemas de circuitos hidráulicos y neumáticos. Esquemas de distribución de redes de tuberías y conductos. Esquemas eléctricos de alimentación, potencia y mando. Esquemas eléctricos y electrónicos de regulación y control y de automatización: sensores y actuadores.

### 3 Planos generales de las instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos

Planos de conjunto de instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos: implantación de máquinas, equipos y redes de tuberías y conductos. Simbología normalizada y convenciones de representación de equipos y accesorios: disposición de elementos, trazado de redes, ubicación de equipos, elementos singulares. Simbología de circuitos hidráulicos y neumáticos. Simbología de instalaciones eléctricas y electrónicas auxiliares: potencia y mando, regulación, control y automatización. Simbología de riesgos laborales y medioambientales en instalaciones térmicas, frigoríficas y de

fluidos. Simbología de protección contra incendios en instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos.

#### 4 Planos de detalle para el montaje de las instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos

Despieces para el montaje de instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos. Simbología normalizada y convenciones de representación de detalles de redes: perfiles, tubos, pletinas, flejes, uniones fijas y desmontables, cortes, secciones y roturas. Isometrías de redes de fluidos. Detalles constructivos de instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos: bancadas, anclajes y sujeciones de equipos y de redes de tuberías y conductos. Identificación de materiales y signos superficiales: rugosidad, mecanizado, tratamientos, otras indicaciones técnicas. Sistemas de ajustes y tolerancias. Roscas: métrica, Whitworth y gas. Uniones soldadas: representación y normas. Leyendas.

### 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, igualdad de género 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 el desarrollo de la documentación gráfica de instalaciones térmicas, frigoríficas y de fluidos, 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 4

### Planificación del montaje y protocolos de pruebas de instalaciones frigoríficas

|                   |  |
|-------------------|--|
| Nivel:            | 3  |
| Código:           | MF1168_3   |
| Asociado a la UC: | UC1168_3 - Planificar el montaje y protocolos de pruebas de instalaciones frigoríficas |
| Duración (horas): | 180  |
| Estado:           | Tramitación BOE  |

#### Capacidades y criterios de evaluación

**C1:** Aplicar técnicas de organización del desarrollo de los procedimientos operacionales para el montaje de una instalación frigorífica, especificando las operaciones a llevar a cabo y las fases a seguir para cada componente (equipos a presión, tuberías y conexiones, válvulas y dispositivos de seguridad, entre otros), analizando una documentación técnica y las exigencias de calidad, seguridad y viabilidad medioambiental, entre otras, contempladas en la Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas.

**CE1.1** Clasificar procedimientos operacionales de montaje de componentes de una instalación frigorífica, identificando sus fases, así como su orden correlativo, a partir del análisis de una documentación técnica.

**CE1.2** En un supuesto práctico para determinar procedimientos operacionales de montaje de una instalación frigorífica, a partir de su documentación técnica propuesta:

- Distinguir los equipos, útiles y herramientas que intervienen en cada procedimiento, analizando sus especificaciones técnicas y de montaje.
- Ordenar las operaciones de montaje, agrupándolas por capítulos específicos de ejecución, teniendo en cuenta la secuenciación de las mismas y los tiempos de operación y totales.
- Distinguir las pautas de control que se deben seguir en cada fase del procedimiento, a partir de un plan de calidad.
- Especificar el tipo de recursos humanos para efectuar las operaciones de montaje, considerando la cualificación de los operarios en cuanto a capacitación técnica y sobre riesgos laborales, considerando un plan de seguridad, aplicando la instrucción técnica complementaria sobre medidas de prevención y protección personal (Normativa sobre seguridad para instalaciones frigoríficas).

**CE1.3** Elaborar documentos de procedimientos operacionales de montaje de componentes de una instalación frigorífica, recogiendo la información generada, aplicando técnicas de planificación de instalaciones, en soporte papel o informático.

**CE1.4** Analizar documentación relativa a un proceso de control de calidad en la ejecución y puesta en servicio (Commissioning) de una instalación frigorífica, especificando los métodos de verificación de la fase de preparación de dicho proceso.

**C2:** Elaborar un plan de montaje de una instalación frigorífica, considerando unos procedimientos operacionales de sus componentes, unos medios y recursos humanos y materiales y unas unidades de obra definidos en una documentación

técnica propuesta, gestionando las cargas de producción mediante la aplicación de técnicas de programación y diagramas de planificación.

**CE2.1** Distinguir las etapas, listas de operaciones, tiempos y secuenciación, unidades de obra y recursos humanos y materiales de un plan de montaje de una instalación frigorífica, propuesto en una documentación técnica, utilizando una aplicación informática.

**CE2.2** En un supuesto práctico de elaboración de un plan de montaje de una instalación frigorífica, a partir de una documentación técnica propuesta (planos, croquis, esquemas, cálculos, tablas, gráficos, entre otros):

- Analizar los componentes de la instalación a montar, definiendo especificaciones sobre las operaciones a efectuar, (etapas, tiempos, medios y recursos humanos y materiales, entre otras) distinguiendo las técnicas y procedimientos que se han de aplicar para la ejecución.

- Elaborar diagramas de planificación de la mano de obra, materiales y medios (PERT, Gantt, o similares), combinando unas condiciones técnicas, unas cargas de trabajo, una planificación general de obra y unas características del aprovisionamiento, propuestas en la documentación.

- Determinar las rutas críticas para conseguir unos plazos y costes de instalación establecidos en un presupuesto, mediante la utilización de diagramas de planificación CPM, entre otros, considerando la planificación general propuesta.

- Modificar los diagramas de planificación previamente elaborados, adaptándose a cambios en las condiciones de factibilidad, seguridad y medioambientales planteados en la documentación.

**CE2.3** Organizar el control de planes de montaje de una instalación frigorífica, concretando momentos, verificaciones y procedimientos (de identificación, análisis e intervención) para la detección anticipada de posibles interferencias y/o demoras, tanto en el aprovisionamiento como en la ejecución, a partir de las especificaciones de una documentación técnica propuesta y de indicaciones de los fabricantes.

**C3:** Elaborar un programa de aprovisionamiento para una instalación frigorífica, considerando unas pautas de control de recepción según la Normativa sobre seguridad para instalaciones frigoríficas y unas condiciones de suministro y almacenamiento de equipos, materiales, componentes y útiles, a partir de las unidades de obra definidas en un presupuesto y las especificaciones de un proyecto o de una memoria técnica.

**CE3.1** Analizar la planificación del aprovisionamiento y recepción de equipos, materiales y componentes para una instalación frigorífica, teniendo en cuenta sus condiciones de homologación y etiquetado, así como la disponibilidad prevista en los planes de montaje.

**CE3.2** En un supuesto práctico de elaboración de un programa de aprovisionamiento de equipos, materiales, componentes y útiles para una instalación frigorífica, a partir de una documentación técnica propuesta:

- Organizar el aprovisionamiento, combinando el plan de montaje de la instalación con unas posibilidades de suministro y almacenaje propuestas.

- Verificar unas órdenes de compra, confirmando la fecha en que debe estar disponible cada equipo, componente o material, según el plan de montaje.

- Determinar los medios para el transporte, considerando unas condiciones de seguridad y salud exigidas en el montaje, así como las indicaciones de los fabricantes.

- Establecer las condiciones de almacenamiento, teniendo en cuenta la naturaleza de cada equipo componente o material, asegurando su estado de conservación, así como el orden de utilización, según el plan de montaje.

**CE3.3** Enunciar las condiciones de seguridad a seguir en el almacenamiento para el montaje de una instalación propuesta en una documentación técnica, procurando la reducción de riesgos

laborales, atendiendo a las exigencias de viabilidad medioambiental y de protección contra incendios.

**C4:** Aplicar técnicas de cálculo para deducir costes de montaje de una instalación frigorífica, analizando un proyecto o memoria técnica, considerando las unidades de obra y cantidades de cada una de ellas definidas en un presupuesto, aplicando precios unitarios o descompuestos.

**CE4.1** Descomponer las unidades de obra establecidas en cada capítulo de un presupuesto de una instalación frigorífica, determinando los elementos que las integran, las cantidades de cada una de ellas, operaciones a efectuar, condiciones de montaje, mano de obra que interviene, tiempo de ejecución y condiciones de calidad.

**CE4.2** Definir las características de las unidades de obra de un presupuesto de una instalación frigorífica, ajustándose a las especificaciones de un proyecto o de una memoria técnica.

**CE4.3** Estimar los costes de las unidades de obra de una instalación frigorífica, aplicando a las mediciones precios unitarios y descompuestos, obteniendo cantidades parciales y totales.

**CE4.4** Especificar la medición de una instalación frigorífica en un documento de obra, mediante el uso de una aplicación informática de mediciones y presupuestos o de una herramienta de gestión de información de proyectos de construcción con metodología de trabajo colaborativa y herramientas de modelado de información de construcción (BIM).

**C5:** Elaborar especificaciones técnicas y protocolos de pruebas para una instalación frigorífica, concretando procedimientos de control, tanto de recepción de equipos y materiales como de montaje, analizando un proyecto o una memoria técnica, aplicando la instrucción técnica complementaria sobre ensayos, pruebas y revisiones previas a la puesta en servicio (Normativa sobre seguridad para instalaciones frigoríficas).

**CE5.1** Explicar el control de la recepción en obra de equipos y materiales de una instalación frigorífica, analizando documentación, etiquetado y distintivos de calidad de unos suministros, verificando que estén provistos de marcado CE o de declaraciones de conformidad o certificaciones, así como resultados de ensayos y pruebas.

**CE5.2** Elaborar especificaciones técnicas para el control de recepción de equipos y materiales, cotejando lo exigido en un proyecto o memoria técnica de una instalación frigorífica, con la Normativa sobre seguridad para instalaciones frigoríficas y las Exigencias Básicas de calidad de los edificios.

**CE5.3** En un supuesto práctico de elaboración de documentación, en soporte papel o informático, preceptiva para una instalación frigorífica, según la instrucción técnica complementaria sobre ensayos, pruebas y revisiones previas a la puesta en servicio, analizando las especificaciones de un proyecto o memoria técnica propuesta:

- Argumentar los ensayos, pruebas y revisiones para el control de la ejecución de las unidades de obra de la instalación, especificando el número de controles, los criterios de evaluación y de aceptación o rechazo y los criterios de no conformidad de equipos, materiales e instalaciones completas.

- Especificar las condiciones de manipulación y gestión de fluidos, considerando requisitos de recuperación y reutilización, procedimientos de limpieza del circuito, requisitos para efectuar el cambio de tipo, trasvase, transporte, almacenaje y eliminación del refrigerante, entre otros.

- Especificar las condiciones de reducción de fugas, considerando requisitos de diseño de la instalación y componentes, puntos de posible acumulación de fluidos, programa de prevención y detección de fugas de refrigerantes fluorados, entre otros.

- Determinar los ensayos y las pruebas, de resistencia a la presión de componentes, de presión en tuberías y de estanqueidad, así como el ensayo funcional de todos los dispositivos de seguridad y de conformidad del conjunto de la instalación, estableciendo protocolos de procedimiento.

- Determinar los ensayos de seguridad y pruebas eléctricas de los circuitos y máquinas, cumpliendo con las prescripciones de carácter general y especiales de la instrucción técnica complementaria sobre instalaciones eléctricas (Normativa sobre seguridad para instalaciones frigoríficas), así como con lo dispuesto en la Normativa sobre electrotecnia para baja tensión.

**CE5.4** Cotejar documentación sobre ensayos, pruebas funcionales y comprobaciones previas a la explotación y el mantenimiento de una instalación frigorífica, con los planos constructivos, diagramas de flujo, trazado de tuberías, instrumentación, sistemas de control y esquemas eléctricos recogidos en un proyecto o memoria técnica.

**C6:** Elaborar un manual de instrucciones de servicio para una instalación frigorífica, analizando la información de un proceso del montaje y unas especificaciones técnicas de equipos y materiales, aplicando las prescripciones recogidas en la instrucción técnica complementaria sobre marcado y documentación (Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas).

**CE6.1** Elaborar instrucciones de manejo y maniobra de una instalación frigorífica, facilitando las indicaciones y parámetros de funcionamiento del sistema de refrigeración (incluyendo componentes) y las precauciones a adoptar en caso de avería o de fugas, describiendo los procedimientos de emergencia a seguir en caso de perturbaciones y accidentes, a partir de una documentación técnica.

**CE6.2** En un supuesto práctico de elaboración de un manual de instrucciones de servicio para una instalación frigorífica, aplicando la instrucción técnica complementaria:

- Elaborar una descripción de la finalidad y la configuración general de la instalación y su funcionamiento, completando el diagrama del circuito de refrigeración y el esquema del circuito eléctrico.

- Especificar instrucciones de puesta en marcha, parada y situación de reposo, considerando tanto el sistema completo, como las partes que lo componen.

- Elaborar un programa de mantenimiento y revisión, así como de control de fugas de refrigerantes, especificando personal competente y procedimientos a seguir, describiendo también las causas de los defectos comunes y las medidas a adoptar para evitarlos.

- Analizar la incidencia ambiental y el consumo energético del sistema, estableciendo prácticas para su control, considerando los parámetros del coeficiente de eficiencia (COP), capacidad frigorífica y rendimiento de compresores.

- Integrar información sobre los refrigerantes fluorados, especificando su potencial de calentamiento atmosférico, incluyendo instrucciones de recuperación y tratamiento ambiental por profesionales competentes.

- Enunciar las precauciones a adoptar para evitar la congelación del agua en condensadores y enfriadores, así como para el traslado de sistemas o partes de los mismos.

- Elaborar instrucciones detalladas relativas a la eliminación de los fluidos de trabajo y componentes, así como sobre gestión de residuos y desmantelamiento de la instalación al final de su vida útil.

- Reseñar medidas de protección, primeros auxilios y procedimientos a seguir en caso de emergencia (fugas, incendio, explosión), así como a la información expuesta en un cartel de seguridad del sistema, aplicando la instrucción técnica complementaria sobre medidas de prevención y protección personal (Normativa sobre seguridad para instalaciones frigoríficas).



**CE6.3** Analizar un programa de mantenimiento preventivo de una instalación frigorífica, a partir de la información de un manual de instrucciones de servicio simulado, concretando criterios de revisión, parámetros a controlar, operaciones a efectuar, medios a emplear y periodicidad de las actuaciones, comprobando las operaciones de verificación (de aparatos de medida control y seguridad y sistemas de protección y alarma) y de control (de la carga de refrigerante y los rendimientos energéticos), detallando procedimientos preceptivos de acuerdo con la instrucción técnica complementaria sobre mantenimiento, revisiones e inspecciones periódicas (Normativa sobre seguridad para instalaciones frigoríficas).

**CE6.4** Integrar un programa de mantenimiento de máquinas y equipos en el de una instalación frigorífica, combinando unas especificaciones técnicas y manuales de operación de fabricantes y unas condiciones de servicio propuestas.

**CE6.5** Describir las actuaciones de un mantenimiento correctivo ante una supuesta avería de una instalación frigorífica, a partir de un libro de registro simulado, especificando las operaciones y procedimientos recogidos para las verificaciones (de aparatos de medida, control y seguridad, así como de sistemas de protección y alarma), pruebas de estanqueidad, vacío de sectores o tramo, ajuste de la carga de refrigerante, entre otros.

**CE6.6** Enumerar criterios y periodicidad de las inspecciones de organismos de control habilitados (controles de fugas, entre otros), analizando las instrucciones técnicas complementarias sobre mantenimiento, revisiones e inspecciones periódicas y sobre manipulación de refrigerantes y reducción de fugas (Normativa sobre seguridad para instalaciones frigoríficas).

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

C1 respecto a CE1.2; C2 respecto a CE2.2; C3 respecto a CE3.2; C5 respecto a CE5.3; C6 respecto a CE6.2.

### Otras Capacidades:

Responsabilizarse del trabajo que desarrolla y del cumplimiento de los objetivos.

Proponer alternativas con el objetivo de mejorar resultados.

Participar y colaborar activamente en el equipo de trabajo.

Interpretar y ejecutar instrucciones de trabajo.

Habituar al ritmo de trabajo de la organización.

Favorecer la igualdad efectiva entre mujeres y hombres en el desempeño competencial.

## Contenidos

### 1 Procedimientos operacionales para el montaje de las instalaciones frigoríficas

Componentes de instalaciones frigoríficas: equipos a presión, tuberías y conexiones, válvulas y dispositivos de seguridad, entre otros. Medios para el montaje de instalaciones frigoríficas: equipos, utillaje y herramientas. Especificaciones técnicas y procedimientos: operaciones de ensamblado y unión, secuenciación, tiempos de operación y totales. Pautas de control de calidad de instalaciones frigoríficas. Prevención de riesgos laborales, medioambientales y de incendios. Recursos humanos y cualificación técnica de los operarios. Desglose de operaciones en cada fase del montaje. Técnicas y recursos para cada fase del montaje: materiales, medios, herramientas, tiempos, recursos humanos, controles de calidad. Preparación del proceso de Commissioning, métodos de verificación. Documentación del proceso de montaje.

### 2 Planes de montaje de las instalaciones frigoríficas

Preparación de montajes de instalaciones frigoríficas: documentación de partida, planos, listas de materiales. Planificación y programación de instalaciones frigoríficas: relación de tareas, desglose de detalles, cálculo de necesidades, planificación de cargas, recursos y suministros, determinación de tiempos, técnicas PERT/CPM, diagramas de Gantt, especificaciones para la preparación y distribución de los trabajos. Documentación para la planificación y programación: el plan de producción. Documentación para el lanzamiento y seguimiento. Herramientas informáticas para la planificación y programación del montaje de instalaciones frigoríficas.

- 3 Programas de aprovisionamiento y almacenamiento en las instalaciones frigoríficas**

Relación del aprovisionamiento con el plan de montaje de instalaciones frigoríficas: aprovisionamiento, almacenamiento y suministro. Homologación de equipos y materiales: garantías, ficha de producto, marcado CE, etiquetado energético. Identificación y valoración de proveedores. Órdenes de compra: seguimiento en obra. Transporte de materiales. Sistemas de almacenamiento. Control de existencias. Sistemas informatizados de aprovisionamiento, recepción y almacenamiento.
- 4 Presupuestos de montaje de las instalaciones frigoríficas, unidades de obra y precios**

Unidades de obra de instalaciones frigoríficas: determinación, mediciones, clasificación, identificación de elementos y cantidades de cada unidad de obra. Cuadro de precios desglosados por unidades de obra: costes indirectos, estimación de tiempo de mano de obra según la categoría profesional. Cálculos parciales y totales de costes de instalaciones frigoríficas. Elaboración de presupuestos generales. Herramientas informáticas para el control de presupuestos.
- 5 Especificaciones técnicas del montaje y protocolos de pruebas de las instalaciones frigoríficas**

Documentación técnica de instalaciones frigoríficas: croquis, planos, esquemas, cálculos, tablas, gráficos, pliego de condiciones, mediciones y presupuestos. Recepción de equipos y materiales: características, homologación, calidad, condiciones de seguridad y gestión medioambiental, pruebas y ensayos, criterios de no conformidad. Condiciones de manipulación y almacenamiento de equipos y materiales en obra. Especificaciones técnicas de montaje. Controles, inspecciones y ensayos para el montaje de instalaciones frigoríficas. Manipulación y gestión de fluidos en instalaciones frigoríficas: recuperación, reutilización, limpieza de circuitos, cambios de tipo, trasvase, transporte, almacenaje y eliminación de refrigerantes. Libro de registro de gestión de refrigerantes. Pruebas y ensayos a efectuar en instalaciones frigoríficas: normativa de aplicación, control de fugas en refrigerantes fluorados, determinación de pruebas a efectuar y procedimientos, condiciones de aptitud de la instalación, elaboración del protocolo de pruebas. Pruebas y ensayos a efectuar en las instalaciones eléctricas y electrónicas auxiliares, máquinas eléctricas y sistemas de automatización y regulación y control: normativa de aplicación, determinación de pruebas a efectuar y procedimientos, condiciones de aptitud de la instalación, elaboración del protocolo de pruebas. Comprobaciones previas la explotación y el mantenimiento de instalaciones frigoríficas. Herramientas informáticas para la elaboración de especificaciones técnicas y protocolos de pruebas: textos, gráficos, esquemas.
- 6 Manual de instrucciones de servicio y programa de mantenimiento de las instalaciones frigoríficas**

Instrucciones de manejo y maniobra en instalaciones frigoríficas. Características de funcionamiento de instalaciones frigoríficas. Manual de instrucciones de servicio de los sistemas de instalaciones frigoríficas. Protocolos de mantenimiento de instalaciones frigoríficas: mantenimiento preventivo obligatorio, puntos de inspección y parámetros a controlar, operaciones a realizar y medios a

emplear, periodicidades, especificaciones técnicas de fabricantes. Programa de mantenimiento preventivo de instalaciones frigoríficas: registro de operaciones realizadas. Programa de mantenimiento de máquinas y equipos de instalaciones frigoríficas: recopilación y clasificación de manuales de operación de máquinas y equipos, registro de operaciones realizadas. Mantenimiento correctivo de instalaciones frigoríficas: operaciones y procedimientos.

Inspecciones a efectuar por los organismos de control habilitados (controles de fugas, entre otros): criterios y periodicidad. Libro de registro de instalaciones frigoríficas: modelo en soporte papel o informático. Normativa sobre seguridad para las instalaciones frigoríficas.

## 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, igualdad de género y protección medioambiental. Se considerará con carácter orientativo como espacios de uso:

- Taller de 4 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 planificación del montaje y protocolos de pruebas de instalaciones frigoríficas, 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.