

Módulo 4

Refrigeración urbana

Parte del paquete educativo SHaKE sobre sistemas de calefacción y refrigeración urbanísticos

BANCO DE PREGUNTAS

Preguntas de autoaprendizaje, repaso y evaluación con respuestas sugeridas

Institución responsable: Universitat Jaume I de Castellón
Erasmus+ KA220-HED: Asociaciones de cooperación en la educación superior
Versión: 1.1
Fecha: mayo de 2026

<https://www.shakeproject-dhc.eu/>



AUTOESTUDIO

Responde al menos a cinco preguntas de tu elección de cada sección, justificándolas y explicando por qué la respuesta es correcta. (Es obligatorio responder a cinco preguntas de cada sección)

1. Sistemas de refrigeración urbana y bombas de calor

1. Define los principios básicos de la calefacción y la refrigeración y da ejemplos de sus aplicaciones.
2. Explica cómo funcionan las bombas de calor y distíngueles de los enfriadores.
3. ¿Qué se entiende por calefacción y refrigeración simultáneas (SHC) en las redes de distrito? Da ejemplos.
4. Describe el papel de las bombas de calor en el SHC y cómo los compresores controlados por inversor afectan al rendimiento.
5. Explica las ventajas y los retos que plantea la integración de sistemas SHC en las redes de refrigeración urbana.
6. ¿Cuál es la diferencia entre las bombas de calor reversibles y las no reversibles?
7. Identifica los componentes clave de un sistema de calefacción y refrigeración simultáneas (SHC).
8. Analice las ventajas de los sistemas SHC en términos de energía, economía y flexibilidad.
9. Explica los retos asociados al diseño de sistemas SHC.
10. Proporcione ejemplos de aplicaciones típicas de SHC en zonas urbanas o industriales de uso mixto.
11. ¿Qué tendencias futuras se prevén en los sistemas SHC y las redes de refrigeración urbana?

2. Tecnologías de refrigeración y sistemas de absorción

1. Define qué es un enfriador y explica su principio de funcionamiento.
2. Distinguir entre enfriadores refrigerados por aire y por agua. Indicar sus ventajas e inconvenientes.
3. Dibuja un esquema básico de un sistema de enfriador refrigerado por agua y explica el flujo de calor.
4. ¿Cuáles son los indicadores de eficiencia más habituales que se utilizan para los enfriadores? Define los conceptos de EER y SEER.
5. Explica cómo funcionan las torres de refrigeración y cuál es su función en los sistemas refrigerados por agua.
6. Enumera las principales aplicaciones de los enfriadores en la industria y en los edificios.
7. Describe el funcionamiento de una máquina de refrigeración por absorción.
8. Compara las tecnologías de refrigeración por compresión de vapor y por absorción de vapor.
9. Identifica los principales componentes de un sistema de refrigeración por absorción y explica su función.
10. Distinguir entre los sistemas de absorción $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ y $\text{LiBr-H}_2\text{O}$. ¿Dónde se utiliza cada uno?
11. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de los sistemas de absorción?
12. Define el COP (coeficiente de rendimiento) de las máquinas de absorción y explica en qué se diferencia de los sistemas de compresión.

3. Refrigerantes

1. Define qué es un refrigerante y distingue entre refrigerantes primarios y secundarios.
2. Explica la clasificación de los refrigerantes en puros, azeotrópicos y zeotrópicos.
3. Describe las cuatro generaciones de refrigerantes y su evolución a lo largo del tiempo.



4. Compara los HFC, los HFO y los refrigerantes naturales en cuanto a su impacto medioambiental.
5. ¿Qué es el GWP? ¿Por qué es importante a la hora de seleccionar refrigerantes?
6. Define los conceptos de TEWI y LCCP. ¿Cómo ayudan a evaluar el rendimiento medioambiental?
7. ¿Qué es el TFA y cómo se forma a partir de determinados refrigerantes? ¿Por qué es motivo de preocupación?
8. Define los PFAS y analiza su relevancia en el contexto de los refrigerantes.
9. Enumera los principales refrigerantes naturales y explica las ventajas y desventajas de cada uno.
10. Describe la clasificación de seguridad de los refrigerantes según la norma ASHRAE 34.
11. Explica cómo las propiedades de los refrigerantes, como la viscosidad, la conductividad térmica y el punto de ebullición, afectan al diseño del sistema.

4. Bombas de calor, configuraciones e integración

1. ¿Qué factores deben tenerse en cuenta a la hora de seleccionar una bomba de calor para aplicaciones de calefacción o refrigeración urbana?
2. Explica cómo las temperaturas de funcionamiento afectan al COP de una bomba de calor.
3. Describe las diferentes configuraciones de integración de bombas de calor en las redes de calefacción urbana (DHN) y de refrigeración urbana (CKN).
4. Proporcione ejemplos de aplicaciones simultáneas de calefacción y refrigeración con rangos de temperatura y tecnologías.
5. Analice la influencia de la diferencia de temperatura entre la fuente de calor y el sumidero de calor en la eficiencia energética.
6. ¿Cómo afecta la integración con sistemas de almacenamiento térmico (TES) o de cogeneración (CHP) al rendimiento de las bombas de calor?
7. Compara el impacto medioambiental de las bombas de calor con el de las calderas de combustibles fósiles.
8. ¿Cómo se puede utilizar el calor residual y el calor renovable para mejorar la eficiencia de las bombas de calor?
9. Describa las ventajas y limitaciones del uso de eyectores en combinación con bombas de calor.
10. Explica el concepto de COP combinado y su importancia en la calefacción y la refrigeración simultáneas.

5. Almacenamiento de energía térmica y sistemas híbridos

1. Define el almacenamiento de energía térmica (TES) y explica su papel en la refrigeración urbana.
2. Diferencia entre calor sensible, calor latente y sistemas de almacenamiento de energía térmica (TES) termoquímicos.
3. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas de los sistemas de almacenamiento de calor latente?
4. Explica cómo el TES puede contribuir al desplazamiento de la carga máxima en los sistemas de refrigeración.
5. Describa la integración de los depósitos de TES en las redes de refrigeración urbana.
6. Enumera las aplicaciones clave en las que el TES resulta especialmente beneficioso.
7. ¿Qué parámetros definen la eficiencia de recarga y descarga de los sistemas TES?
8. Explica cómo la combinación de sistemas de compresión de vapor y de absorción puede aumentar la eficiencia global del sistema.



9. Describa el concepto de conexión en cascada de condensadores entre sistemas mecánicos y de absorción.
10. ¿Cuáles son las principales ventajas y retos de los sistemas de refrigeración híbridos?



EVALUACIÓN

1. Sistemas de refrigeración urbana y bombas de calor

Cuestionario (1 minuto)

Verdadero o falso: Las bombas de calor pueden funcionar tanto para calefacción como para refrigeración al mismo tiempo.

¿Qué significa SHC en los sistemas de energía de distrito?

¿Cuál de las siguientes opciones no es una ventaja de los sistemas SHC?

- a) Mayor eficiencia energética
- b) Mayor consumo de combustibles fósiles
- c) Menores emisiones de carbono
- d) Uso compartido de infraestructuras

Presentación del proyecto (2 minutos)

Título: Calefacción y refrigeración simultáneas en edificios de uso mixto

Pautas:

1. Analiza una manzana urbana hipotética con oficinas y viviendas.
2. Diseña una solución de calefacción y refrigeración simultáneas (SHC) utilizando bombas de calor.

Tarea de evaluación final (informe técnico + análisis) (2 minutos)

Tarea: Dadas las curvas de demanda de calefacción y refrigeración de un hospital, diseña un sistema de calefacción y refrigeración de distrito:

Contenido:

1. Elige una configuración adecuada de bombas de calor.
2. Analizar los niveles de temperatura y el COP.

2. Tecnologías de refrigeración y sistemas de absorción

Cuestionario (0,8 minutos)

¿Cuál es la principal diferencia entre las enfriadoras refrigeradas por agua y las refrigeradas por aire?

¿Qué tipo de enfriador es más adecuado para aplicaciones industriales a gran escala?

¿Qué mide el SEER?

Los sistemas de absorción utilizan _____ en lugar de electricidad para impulsar el ciclo.

Presentación del proyecto (2 minutos)

Título: Estrategia de refrigeración para un centro de datos

Pautas:



1. Compara el uso de enfriadores de compresión de vapor con el de enfriadores de absorción.

Tarea de evaluación final (tarea de diseño) (2 minutos)

Tarea: Diseña y compara dos sistemas de refrigeración de tu elección para un edificio universitario:

3. Refrigerantes

Cuestionario (0,8 minutos)

¿Qué indicador medioambiental combina las emisiones directas e indirectas?

Verdadero o falso: Las mezclas zeotrópicas hierven y se condensan a temperaturas constantes.

Presentación del proyecto (2 minutos)

Título: Selección de refrigerantes para un sistema de refrigeración urbana

Pautas:

1. Analizar las opciones de refrigerantes (HFC, HFO, refrigerantes naturales).
2. Comparar los impactos medioambientales (GWP, TEWI).
3. Abordar la seguridad y la normativa (clasificación ASHRAE).

Tarea de evaluación final (evaluación comparativa) (2 minutos)

Tarea: Realizar un análisis comparativo del ciclo de vida (ACV) entre un sistema de refrigeración basado en HFO y un sistema con refrigerante natural (por ejemplo, CO₂).

4. Integración y configuraciones de bombas de calor

Cuestionario (0,8 minutos)

¿Qué significa COP?

¿Qué ocurre con el COP cuando aumenta la diferencia de temperatura entre el sumidero y la fuente?

Nombra una fuente renovable que pueda utilizarse para alimentar una bomba de calor.

Presentación del proyecto (2 minutos)

Título: Integración inteligente de bombas de calor en un polígono industrial

Pautas:

- Proponga un esquema que conecte las bombas de calor a la red de calefacción urbana (DHN) o a la red de refrigeración urbana (DCN) en una zona mixta industrial y residencial.

Tarea de evaluación final (tarea de análisis) (2 minutos)

Tarea: Analiza el rendimiento energético de tres configuraciones de bombas de calor de tu elección.

5. Almacenamiento de energía térmica y sistemas híbridos

Cuestionario (0,8 minutos)

¿Cuáles son los tres tipos de sistemas de almacenamiento de energía térmica (TES)?



¿En qué se basa el almacenamiento de calor latente?

¿Qué parámetro tiene en cuenta el SEER que no tiene en cuenta el EER?

Presentación del proyecto (2 minutos)

Título: Gestión de la carga máxima con TES en una planta de refrigeración urbana

Pautas:

1. Analizar la variación de la demanda de refrigeración a lo largo de un ciclo de 24 horas.
2. Diseña una estrategia de TES utilizando agua refrigerada y depósitos de hielo.
3. Simular la reducción de picos de demanda y el ahorro en las tarifas.
4. Evaluar el impacto medioambiental y económico.

Tarea de evaluación final (diseño y análisis) (2 minutos)

Tarea: Diseñar y analizar un sistema híbrido que combine enfriadores de compresión de vapor y refrigeración por absorción.



SOLUCIONES DE EVALUACIÓN

1. Sistemas de refrigeración urbana y bombas de calor

Cuestionario (0,8 minutos)

Verdadero o falso: Las bombas de calor pueden funcionar tanto para calefacción como para refrigeración al mismo tiempo. **Verdadero**

¿Qué significa SHC en los sistemas de energía de distrito?

Calefacción y refrigeración simultáneas

¿Cuál de las siguientes opciones no es una ventaja de los sistemas SHC?

a) Mayor eficiencia energética

b) Mayor consumo de combustibles fósiles

c) Menores emisiones de carbono

d) Compartición de infraestructuras

2. Tecnologías de refrigeración y sistemas de absorción

Cuestionario (0,8 minutos)

¿Cuál es la principal diferencia entre los enfriadores refrigerados por agua y los refrigerados por aire?

Los enfriadores refrigerados por agua disipan el calor a través de un circuito de agua hacia una torre de refrigeración o un enfriador de fluidos, lo que les permite alcanzar una mayor eficiencia termodinámica. Los enfriadores refrigerados por aire disipan el calor directamente al aire ambiente mediante ventiladores mecánicos, lo que los hace más sencillos de instalar, pero menos eficientes cuando las temperaturas ambientales son elevadas.

¿Qué tipo de enfriador es más adecuado para aplicaciones industriales a gran escala?

Los enfriadores centrífugos refrigerados por agua, debido a su enorme capacidad de refrigeración y a su excelente eficiencia en condiciones de carga parcial.

¿Qué mide el SEER?

Índice de eficiencia energética estacional. Mide la eficiencia de refrigeración de un sistema a lo largo de toda una temporada, teniendo en cuenta las fluctuaciones reales de la temperatura exterior y el funcionamiento a carga parcial.

Los sistemas de absorción utilizan **energía térmica** en lugar de electricidad para impulsar el ciclo.

3. Refrigerantes

Cuestionario (0,8 minutos)

¿Qué indicador medioambiental combina las emisiones directas e indirectas?

TEWI

Verdadero o falso: las mezclas zeotrópicas hierven y se condensan a temperaturas constantes. **Falso**

4. Integración y configuraciones de las bombas de calor



Cuestionario (0,8 minutos)

¿Qué significa COP?

Coeficiente de rendimiento

¿Qué ocurre con el COP cuando aumenta la diferencia de temperatura entre el sumidero y la fuente?

Disminuye. Una diferencia de temperatura mayor exige que el compresor realice más trabajo mecánico para trasladar la misma cantidad de calor.

Nombra una fuente renovable que pueda utilizarse para alimentar una bomba de calor.

Energía geotérmica (del suelo), energía aerotérmica (del aire ambiente) o energía solar térmica.

5. Almacenamiento de energía térmica y sistemas híbridos

Cuestionario (0,8 minutos)

¿Cuáles son los tres tipos de sistemas de almacenamiento de energía térmica (TES)?

Almacenamiento de calor sensible (p. ej., depósitos de agua, acuíferos subterráneos).

Almacenamiento de calor latente (p. ej., almacenamiento en hielo, materiales de cambio de fase).

Almacenamiento termoquímico de calor (p. ej., enlaces químicos, procesos de adsorción).

¿En qué se basa el almacenamiento de calor latente?

Se basa en el cambio de fase de un medio (materiales de cambio de fase, PCM), como la transición de estado sólido a líquido (hielo a agua), que absorbe o libera grandes cantidades de energía térmica a una temperatura constante.

¿Qué parámetro tiene en cuenta el SEER que no tiene en cuenta el EER?

Las variaciones estacionales de las temperaturas exteriores y el impacto en la eficiencia del funcionamiento en condiciones de carga parcial a lo largo del año (mientras que el EER se calcula a una única temperatura máxima fija y a plena carga).