

Caso práctico

En el nº3 de la **Avenida del Despilfarro** se encuentra un **Centro Comercial**, que lleva funcionando desde el año 1996, y que dispone de instalaciones centralizadas para la **generación de calor y de frío** para los distintos **locales comerciales** que lo integran.

Hace un año contrataron a una empresa que les revisó la **eficiencia energética** de los **generadores de calor y de frío** pero a pesar de que se han ajustado los equipos el consumo de energía sigue siendo excesivo por lo que el gerente del **Centro Comercial** decide que debe hacer algo para reducirlo.

Tras contactar con **SOLZO S.L.**, les explica su problema y ellos le indican que el consumo excesivo puede deberse a que los **sistemas auxiliares** de la instalación no sean eficientes, y le envían una oferta para la mejora de la eficiencia de dichos sistemas auxiliares.

La **junta de propietarios** acepta el presupuesto y **Lorenzo** y **Marisol** deciden enviar a **Estrella** para que se encargue de realizar el estudio.



A lo largo de esta unidad de trabajo se dará respuesta a las siguientes preguntas:

- ✓ ¿Qué es la energía, qué es el calor y como se transmite?
- ✓ ¿Cómo se puede transportar el calor?
- ✓ ¿Cómo evitar que las tuberías pierdan calor y suden?
- ✓ ¿Qué elementos se utilizan en los circuitos de agua para la regulación y el equilibrado hidráulico?
- ✓ ¿Cómo se controla el rendimiento de las bombas circuladoras de agua?
- ✓ ¿Qué es una unidad terminal y que características tiene?
- ✓ ¿Qué sistemas de control se utilizan en las instalaciones térmicas?
- ✓ ¿Qué elementos se utilizan en las redes de aire para la regulación y el equilibrado hidráulico?
- ✓ ¿Cómo evitar que los conductos pierdan calor y suden?
- ✓ ¿Cómo se controla el rendimiento de los ventiladores?
- ✓ ¿Cómo se puede recuperar energía en las instalaciones térmicas?
- ✓ ¿Cómo se pueden aprovechar las energías renovables en instalaciones térmicas?
- ✓ ¿Qué riesgos existen al trabajar con este tipo de instalaciones?



[Ministerio de Educación y Formación Profesional](#). (Dominio público)

Materiales formativos de FP Online propiedad del Ministerio de Educación y Formación Profesional.

[Aviso Legal](#)

1.- Energía, calor y transmisión de calor.

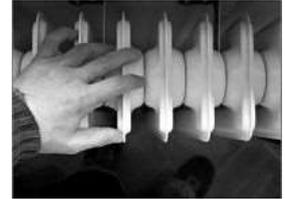
Caso práctico

Lorenzo mira un radiador eléctrico que tiene delante y pone la mano encima de él sin tocarlo y piensa en el fenómeno físico que se está produciendo en ese momento.

¿Tú que opinas?

La energía eléctrica se convierte en calor que se transmite por convección al aire y llega hasta la mano de **Lorenzo**.

¿Conoces algún otro tipo de mecanismo de transmisión de calor?



Existen diversos tipos de energía: térmica, mecánica, cinética, potencial, eléctrica, magnética, química y nuclear y según el primer principio de la termodinámica la energía no se crea ni se destruye; solo se transforma de un tipo a otro distinto.

Cuando ponemos en contacto dos cuerpos que están a distinta temperatura se produce un flujo de energía procedente del cuerpo a mayor temperatura hacia el de menor temperatura.

El calor es la energía que intercambian dos cuerpos a distinta temperatura.

La transmisión de calor se produce mediante tres mecanismos distintos:

- ✓ **Conducción:** Mediante el que el calor se transmite a través de las partículas de un sólido. Si calientas el extremo de una barra metálica el calor pronto llega al otro extremo.
- ✓ **Convección:** Mediante este mecanismo el calor se transmite a través del aire que rodea un objeto que se mueve por diferencia de densidades. Un ejemplo sería un radiador de calefacción.
- ✓ **Radiación:** Todo cuerpo a una determinada temperatura emite una radiación de calor. La radiación solar es el mejor ejemplo ya que atraviesa el espacio hasta llegar a nosotros.



Para saber más

Vídeo explicativo de las diferentes formas de transmisión de calor.

<https://www.youtube.com/embed/IFDK4JWvm70>

[Resumen textual alternativo](#)

Citas para pensar

Las oportunidades no son producto de la casualidad, mas bien son resultado del trabajo.

Tonatihua

1.1.- Dinámica de fluidos.

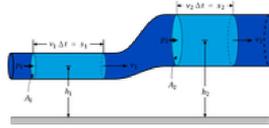
¿Por qué se mueven los fluidos cuando no se les aplica ninguna fuerza? ¿Qué crees que hace que los fluidos se muevan?

La dinámica de fluidos estudia el movimiento de los líquidos y los gases y debes conocer y saber aplicar entre otras las siguientes ecuaciones:

Ecuación de continuidad:

$$Q = S \cdot v \Rightarrow \text{Caudal} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right) = \text{Seccion} (\text{m}^2) \cdot \text{Velocidad} \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$$

Principio de Bernoulli:



$$h + \frac{v^2}{2 \cdot g} + \frac{P}{\rho \cdot g} = \text{Cte} \Rightarrow \text{Altura}_{\text{Geométrica}} (m) + \text{Altura}_{\text{Cinética}} (m) + \text{Altura}_{\text{Presión}} (m) = \text{Constante}$$

[GIF - LaTeX](#)

Reflexiona

- ✓ Si tomas una manguera con agua y levantas uno de los extremos, ¿qué le sucede al agua?
- ✓ Un ventilador imprime velocidad al aire que saldrá impulsado.
- ✓ Cuando utilizas un bombín para inflar un balón usas la presión para que el aire entre en el mismo.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar una interesante guía del [IDAE](#) en la que se relacionan los principios fundamentales de la dinámica de fluidos, en el apartado 2.1 de la parte I.

[Ecuación de Bernoulli generalizada.](#) (1.83 MB)

Autoevaluación

¿En qué sentido circula el calor?

- Del foco frío al caliente.
- Depende de la diferencia de temperaturas.
- Del foco caliente al frío.
- Depende de la presión atmosférica.

No es correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Incorrecta, no depende de la temperatura.

Efectivamente es correcto.

No es correcto, la presión no influye en el sentido de la transmisión de calor.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

1.2.- El aire y el agua como medios caloportadores.

Cuando el café que nos han servido está demasiado caliente solemos soplarle para que se enfríe más rápido. Alguna vez te has parado a pensar la razón.

Los medios caloportadores se encargan de transportar el calor de un foco a otro con distinta temperatura.

Normalmente te encontrarás tanto con aire como con agua, ya que son los medios principalmente utilizados para este fin.

En el caso del café lo que hacemos soplando es impulsar aire hacia el café caliente por lo que le roba calor por convección forzada, para cederlo al aire circundante y por tanto se enfría más rápidamente.

En general la cantidad de calor que puede transportar un medio está limitada por los procesos de cambio de estado de dicho medio. Normalmente se trabaja con el calor sensible aunque cuando se utiliza el agua también se utiliza el calor latente de vaporización en algunos casos.

Imagina que pones una olla con agua al fuego, el agua absorbe el calor que le transmite el fogón e incrementa su temperatura de acuerdo con la expresión:

$$Q_{Sensible}(J) = m(kg) \cdot c_p \left(\frac{J}{kg \cdot K} \right) \cdot \Delta T(K)$$

El proceso continúa hasta que se alcanza la temperatura de vaporización del agua, en ese momento el calor aportado por el fogón se utiliza para realizar el cambio de estado del agua de acuerdo con la expresión:

$$Q_{Latente}(J) = m(kg) \cdot q_L \left(\frac{J}{kg} \right)$$



Reflexiona

- ✓ Cuanta más agua pones en la olla más tiempo tarda en hervir.
- ✓ Mientras se está produciendo el cambio de estado la temperatura del agua permanece constante.

Autoevaluación

¿Cuántos tipos de energía pueden hacer que un fluido se mueva?

- Un tipo.
- Dos tipos.
- Tres tipos.
- Cuatro tipos.

No es correcta, debes revisar la ecuación de Bernoulli.

Incorrecta, debes revisar la ecuación de Bernoulli.

Efectivamente es correcto, diferencia de alturas, velocidad y presión.

No es la respuesta correcta, debes revisar la ecuación de Bernoulli.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

2.- Permeabilidad al vapor de agua. Limitación de las pérdidas de calor y control de condensaciones en tuberías.

Caso práctico

Marisol sale a la calle y no puede ver que es lo que sucede a dos metros de ella, la niebla es espesa esta mañana, se ha olvidado el impermeable en casa pero como va con el tiempo justo para llegar al trabajo decide no volver a casa a buscarlo. Cuando llega a la oficina nota que su ropa está algo mojada a pesar de que no ha llovido.



Se entiende como la permeabilidad al agua de un material la posibilidad de que el agua lo atraviese, por esta razón denominas impermeable a la prenda de ropa que sacas a la calle cuando llueve para evitar mojarte.

Cuando la temperatura superficial de una tubería disminuye por debajo de la temperatura de rocío correspondiente a la presión existente, el vapor de agua existente en el aire que la rodea se **condensa** sobre la superficie del tubo.

A veces la **condensación** no aparece en la capa más exterior del aislamiento, pero si aparece en una capa interna, por lo que para evitarlo se utiliza como capa exterior una que sea impermeable al vapor de agua.



Las pérdidas de calor a través de un material vienen dadas por la expresión:

$$Q(W) = K \left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right) \cdot S (m^2) \cdot \Delta T (^\circ C)$$

[GIF - LaTeX](#)

Donde K es la transmitancia térmica del material, S la superficie por la que se produce el flujo de calor e ΔT la diferencia de temperaturas entre los 2 extremos de dicha superficie.

Para el caso de una tubería si queremos reducir las pérdidas de calor tenemos que cambiar el tipo de material por otro de mayor coeficiente de transmisión térmica o aumentar el espesor del aislamiento.

Tanto para el cálculo de la resistencia térmica del aislante de una tubería como para determinar la densidad lineal de flujo de calor, o comprobar si se producen condensaciones puedes utilizar el programa de cálculo **AISLAM**, documento reconocido por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

El procedimiento para saber si existe **condensación** pasa por determinar la **temperatura de rocío** a partir de las condiciones de temperatura y presión existentes, y en función de la **resistencia térmica** del aislamiento determinar la temperatura en cada una de las capas y comprobar que no es inferior a la de rocío.

Para saber más

En los enlaces siguientes puedes encontrar una interesante guía del **IDAE** referida al aislamiento de las conducciones, aparatos y equipos, deberías revisar preferentemente los apartados 2.1, 2.2.2, 2.3.2, 2.6.2, 3.5, 4, y el programa **AISLAM** para el cálculo de aislamientos.

[Aislamiento de instalaciones.](#) (0,72 MB)

[Programa de cálculo AISLAM.](#)

2.1.- Exigencias reglamentarias.

Aunque la **normativa** pueda resultar pesada es necesario que la conozcas y sobre todo que sepas aplicarla.

Debes revisar el **RITE** principalmente las instrucciones técnicas que se indican, prestando especial atención a los apartados que se relacionan a continuación:

- ✔ IT 1.2.4.2 REDES DE TUBERIAS Y CONDUCTOS.
- ✔ IT 1.2.4.2.1.1 Generalidades.

Todas las TUBERÍAS y accesorios, así como equipos deben disponer de AISLAMIENTO TÉRMICO en los siguientes casos:

- a. Temperatura menor que la temperatura del ambiente del local por el que discurran.
- b. Temperatura mayor que 40 °C, cuando están instalados en locales no calefactados, excepto las tuberías de torres de refrigeración y las tuberías de descarga de compresores frigoríficos, salvo cuando estén al alcance de las personas.

Para evitar condensaciones intersticiales se instalará una adecuada barrera al paso del vapor; la resistencia total será mayor que 50 MPa.m².s/g. Se considera válido el cálculo realizado siguiendo el procedimiento indicado en el apartado 4.3 de la norma **UNE-EN ISO 12241**.

- ✔ IT 1.2.4.2.1.2 PROCEDIMIENTO SIMPLIFICADO.
- ✔ IT 1.2.4.2.1.3 PROCEDIMIENTO ALTERNATIVO.

El **RITE** indica que las pérdidas de calor no podrán superar el **4 %** de la potencia que transportan, y no pueden producirse **condensaciones**.



Debes conocer

En el siguiente enlace puedes encontrar el RD 1027/2007 por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, donde aparecen las IT mencionadas en el apartado. Recuerda que no debes memorizarla, lo importante es saber utilizarlas.

[RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.](#)

En cualquier caso deberás siempre revisar el **R.D. 1826/2009**, de 27 de Noviembre, por el que se modifica el **RITE** también es aplicable, y la última normativa vigente.

Autoevaluación

¿Qué cantidad de calor atraviesa una pared de 0,5 m² de un material con Coeficiente de transmisión térmica de 0,5 W / (m² °C) si la temperaturas son de 20 °C para el interior y 10 °C para el exterior?

- 5,5 W.
- 10 W.
- 2,5 W.
- 1 W.

No es correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Incorrecta, debes revisar los apartados anteriores.

Efectivamente es correcto, $Q = K S \Delta T$.

No es la respuesta correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto



3.- Circuitos de agua. Elementos de regulación y equilibrado.

Caso práctico

Estrella está realizando el estudio del centro comercial y se sorprende al abrir los grifos de la instalación de agua caliente. En algunas zonas el agua de los grifos llega muy caliente mientras que en otras apenas llega agua templada. El encargado le indica que todas las llaves están abiertas a tope y que no sabe porqué sucede eso. Estrella sabe que una de las causas puede ser la regulación y equilibrado hidráulico de la instalación.



Los **circuitos de agua** están constituidos por las **tuberías** y demás **accesorios** que enlazan el **generador de calor o de frío** con el local que se pretende acondicionar.

La pérdida de carga entre dos puntos del circuito depende de la longitud del tramo, del tipo de material y del número de accesorios que tenga instalados.

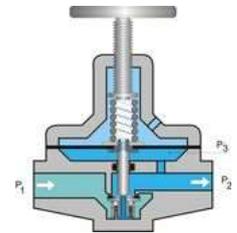
El **equilibrado hidráulico** tiene la misión de garantizar que la presión en cada uno de los puntos de la instalación se mantenga próxima a la de diseño en todo momento.

Los **elementos terminales** se determinan, en la fase de diseño, en función del caudal que circulará por ellos, y si la regulación no es la adecuada este caudal puede ser distinto del proyectado provocando que dicho elemento no funcione de forma adecuada.

Cuando existen **circuitos en paralelo** con longitudes muy diferentes las pérdidas de presión también son muy distintas y consecuentemente los caudales que circulan por ellos.

Los elementos que suelen utilizarse para la **regulación** y **equilibrado** de circuitos son:

- ✓ **Válvulas de regulación de caudal.**
- ✓ **Válvulas de tres vías.**
- ✓ **Válvulas de equilibrado estático** que se ajustan de forma manual hasta conseguir el caudal deseado en el circuito.
- ✓ **Válvulas de equilibrado dinámico** que están diseñadas para un caudal determinado y se ajustan automáticamente a los cambios de condiciones de funcionamiento en el circuito.
- ✓ **Válvulas de control de presión diferencial** que mantienen la presión constante entre dos puntos del circuito independientemente de las condiciones de funcionamiento del mismo.



El **RITE** exige que todos los circuitos estén ajustados mediante elementos de regulación y de equilibrado en su instrucción **IT 2.3.3 Sistemas de distribución de agua**.

Para saber más

En el siguiente enlace tienes una guía del IDAE sobre medidas de ahorro energético en circuitos hidráulicos. Puedes consultar el capítulo 3:

[Guía IDAE sobre medidas de ahorro energético en circuitos hidráulicos.](#) (pdf - 10,72 MB)

Además en el enlace siguiente puedes ampliar la información sobre equilibrado hidráulico con datos, gráficos y fotos de modelos comerciales.

[Información referente al equilibrado hidráulico de Temper Clima S.A.](#) (0,19 MB)

Aquí puedes ver un vídeo explicativo de los diferentes tipos de válvulas con animaciones tridimensionales para explicar el funcionamiento de cada uno de los tipos.

<https://www.youtube.com/embed/aRM3jbtrbW4>

[Resumen textual alternativo](#)

4.- Bombas circuladoras. Control de rendimiento.

Caso práctico

Estrella continua con la inspección de las instalaciones. Conecta el analizador de redes en la línea de alimentación a la bomba circuladora y registra la potencia que está absorbiendo, observa los indicadores de presión de la instalación a la entrada y la salida de la bomba y anota los datos de su placa de características, posteriormente entra en Internet y busca las características técnicas de la bomba en la página web del fabricante, todos estos datos los necesitará para determinar el rendimiento de la misma.



[LaTeX](#)

Las **bombas circuladoras** se encargan de mover el agua a través del circuito para que pueda realizar la función de **fluido caloportador** que tiene encomendada.

$$\eta = \frac{\text{Potencia}_{\text{Util}} \cdot \text{Fluido}}{\text{Potencia}_{\text{Eléctrica}} \cdot \text{Absorbida}}$$

El **rendimiento** de cualquier máquina viene dado por el cociente entre lo que aprovechamos de ella y lo que consume para producir el efecto deseado, por lo que en este caso tenemos que:

$$\eta = \frac{\text{Caudal} \cdot \text{Densidad}_{\text{Fluido}} \cdot \text{Aceleración}_{\text{Gravedad}} \cdot \text{Altura}_{\text{Manométrica}}}{\text{Tensión} \cdot \text{Intensidad} \cdot \cos \varphi}$$

Para determinar el rendimiento de una **bomba circuladora** puedes utilizar el **método simplificado**, si dispones de la curva característica de funcionamiento del fabricante, determinando todos los parámetros a partir de las curvas, partiendo de las presiones a la entrada y la salida de la bomba.

Si dispones de los elementos de medida necesarios puedes utilizar el **método detallado** y realizar las medidas de los parámetros directamente sobre la instalación, por lo que deberás determinar:

- ✓ **Incremento de presión estática:** normalmente mediante manómetro de presión diferencial.
- ✓ **Caudal:** utilizando un caudalímetro.
- ✓ **Potencia Consumida:** mediante vatímetro o analizador de redes.
- ✓ **Diámetros de tuberías:** utilizando un calibre.
- ✓ **Altura geométrica:** mediante un metro.



Para determinar la altura manométrica debes utilizar la ecuación de Bernoulli:

$$H_m = \frac{P_S - P_E}{\rho \cdot g} + (z_S - z_E) + \frac{v_S^2 - v_E^2}{2 \cdot g} \text{ siendo } v = \frac{\text{Caudal}}{\text{Sección}_{\text{Tubería}}}$$

Preferiblemente se debe utilizar **acoplamiento directo** al motor y variador de frecuencia para el control de la velocidad.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar una interesante guía del IDAE para la selección de equipos de transporte de fluidos. Interesa preferentemente los apartados 1, 2 y 6, de la parte I.

[Selección de equipos de transporte de fluidos.](#) (1,83 MB)

Autoevaluación

¿Qué caudal circula por una tubería de 0,5 m de diámetro interior si la velocidad del fluido es de 1 m/s?

- 0,5 m³/s.
- 1,5 m³/s.
- 0,2 m³/s.
- 1 m³/s.

No es correcta, el caudal es igual al producto de la sección por la velocidad.

No es la respuesta correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Efectivamente es correcta $Q = \pi r^2 v$.

Incorrecta, el caudal es igual al producto de la sección por la velocidad.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

5.- Intercambiadores de calor. Balances energéticos. Eficacia y rendimiento.

Caso práctico

Marisol se ha acercado a ayudar a **Estrella** en su trabajo de hoy. Observa un radiador de calefacción por el que circula el agua caliente procedente de la caldera y le comenta a **Estrella**. —A fin de cuentas no deja de ser un intercambiador de calor que transmite calor desde el agua que circula por su interior hacia el aire del ambiente de la sala.



Un **intercambiador de calor** es un dispositivo diseñado para transferir calor entre dos medios, que pueden estar separados por una barrera o también pueden encontrarse en contacto mutuo.

Pueden clasificarse como:

- ✓ **Intercambiadores de contacto directo:** en los que ambos fluidos se mezclan como ocurre en las torres de refrigeración por ejemplo.
- ✓ **Intercambiadores de contacto indirecto:** en los que los fluidos circulan por circuitos distintos.
 - **Alternativos:** en los que ambos fluidos comparten un espacio común de forma alternada.
 - **De superficie:** el contacto se produce a través de una superficie que separa ambos circuitos.
 - **Flujos cruzados:** Ambos fluidos se cruzan en el intercambiador.
 - **Flujos paralelos:** Ambos fluidos circulan paralelamente.
 - **Contraflujo:** Ambos fluidos circulan en sentidos opuestos.



El **intercambiador de contraflujo** es el más eficiente.

En todo **intercambiador** se puede plantear el **balance energético** siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Calor}_{\text{Fluido Caliente}} &= \text{Calor}_{\text{Fluido Frío}} + \text{Perdidas}_{\text{Calor Intercambiador}} \\ m_c \cdot c_{Pc} \cdot \Delta T_c &= m_f \cdot c_{Pf} \cdot \Delta T_f + \text{Perdidas}_{\text{Calor Intercambiador}} \end{aligned}$$

La **eficacia** de un **intercambiador** viene dada por la expresión:

$$\epsilon = \frac{\text{Calor}_{\text{Transferido}}}{\text{Calor}_{\text{Maximo Transferible}}} \Rightarrow \epsilon_{\text{Paralelo}} = \frac{h_{fs} - h_{fe}}{h_{cs} - h_{fe}} \Rightarrow \epsilon_{\text{Contraflujo}} = \frac{h_{fs} - h_{fe}}{h_{fe} - h_{fs}}$$

Teniendo en cuenta que el **rendimiento** es igual a lo que obtenemos partido por lo que gastamos tenemos que:

$$\eta = \frac{\text{Calor}_{\text{Fluido Frío}}}{\text{Calor}_{\text{Fluido Caliente}}} = \frac{m_f \cdot c_{Pf} \cdot \Delta T_f}{m_c \cdot c_{Pc} \cdot \Delta T_c}$$

Cuando ambos **fluidos** son iguales

$$\eta = \frac{m_f \cdot \Delta T_f}{m_c \cdot \Delta T_c}$$

Para saber más

En el siguiente enlace puedes ver una profundización en los tipos de intercambiadores de calor más utilizados en sistemas de distribución de edificios:

[Intercambiador de calor, funcionamiento, tipos y eficiencia](#)

6.- Unidades terminales. Características. Capacidades sensible y latente.

Caso práctico

Estrella continúa con su inspección del centro comercial. En un pequeño local comercial incluido en el centro se sorprende al observar que la instalación de calefacción es por suelo radiante. El técnico de mantenimiento que la acompaña le explica que se hicieron reformas en ese local pues se abrió como zona infantil para juegos de los niños y se preveía que estarían mucho rato jugando en el suelo. La instalación de calefacción más adecuada era la de suelo radiante.



¿Cómo se disipa el calor en el sistema de calefacción que tienes en tu casa?



Probablemente sea mediante radiadores, pero sabías que existen diversos sistemas para este fin, entre los que está el suelo radiante.

Las **unidades terminales** se encargan de actuar sobre las condiciones ambientales de una zona acondicionada utilizando para ello un **fluido caloportador**, pudiendo ser de distintos tipos:

- ✓ **Inductor:** Calienta o refrigera aire que se mueve por efecto Venturi a partir de agua.
- ✓ **Viga fría:** Calienta o refrigera aire mediante inductor de techo con _____ difusor incorporado.
- ✓ **Aerotermino:** Calienta aire impulsado por un ventilador a partir de agua.
- ✓ **Radiador:** Emite calor por radiación y convección natural a partir de agua.
- ✓ **Techo/Suelo radiante:** Calienta o refrigera el techo/suelo a partir de agua.
- ✓ **Ventilo-Convector:** Consta de una batería de intercambio agua-aire y un electro-ventilador.
- ✓ **UTA:** Unidad de tratamiento de aire que sería un ventilo-convector de gran tamaño dotado de baterías de frío y calor independientes además de muchos otros elementos.

La **capacidad sensible** de una **Unidad Terminal** permite variar la temperatura del medio que se pretende acondicionar y dependiendo del tipo de unidad Terminal se podrá aumentar o disminuir dicha temperatura.

La **capacidad latente** de una **Unidad Terminal** controla la humedad del medio que se pretende acondicionar pudiendo aumentar o disminuir la humedad relativa del mismo.

Reflexiona

Cuando te echas alcohol en las manos sientes frío en ellas. Sabrías explicar la razón.

Mostrar retroalimentación

El alcohol se evapora a temperatura ambiente por lo que tus manos le aportan parte del calor latente de vaporización, por eso se enfrían.

Autoevaluación

¿Qué porcentaje de la potencia transportada por un fluido puede perderse en las tuberías como máximo según la normativa vigente?

- 1%.
- 2%.
- 3%.
- 4%.

No es correcta, debes revisar el RITE.

Incorrecta, debes revisar la normativa vigente.

No es la respuesta correcta, debes revisar el RITE.

Efectivamente las pérdidas pueden ser como máximo del 4% según el RITE.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta

6.1.- Sistemas de control. Eficacia y rendimiento.

¿Conoces la función del **termostato de ambiente** en una instalación de calefacción?

En la instrucción **IT 1.2.4.3.1** del **RITE** se recoge la normativa relacionada con el **Control de las instalaciones de climatización**.

En general las instalaciones de calefacción suelen tener un **termostato de ambiente** situado en el salón de la vivienda en el que se selecciona la temperatura deseada para que la caldera arranque automáticamente cuando sea necesario.

Los **sistemas de control** se pueden clasificar en dos tipos:

- ✓ **Todo-nada**: en los que el controlador únicamente dispone de dos posiciones (abierto y cerrado). Un ejemplo de este tipo de controlador es un **termostato** que actúa cuando la temperatura supera un cierto valor.
- ✓ **Continuos**: en los que el controlador dispone de múltiples posiciones de funcionamiento posibles. Un ejemplo podría ser una válvula proporcional que regula el caudal de agua en función de la temperatura.

El segundo sistema puede aplicarse siempre mientras que el primero está limitado a los casos siguientes:

- ✓ Límites de seguridad de temperatura y presión.
- ✓ Regulación de la velocidad de ventiladores de unidades terminales.
- ✓ Control de la emisión térmica de generadores de instalaciones individuales.
- ✓ Control de la temperatura de ambientes servidos por aparatos unitarios de potencia inferior a 70 kW.
- ✓ Control del funcionamiento de ventilación de salas de máquinas con ventilación forzada.

Todas las instalaciones térmicas estarán dotadas de los sistemas de **control automático** necesarios para que se puedan mantener en los locales las condiciones de diseño previstas, ajustando los consumos de energía a las variaciones de la **carga térmica**.

Las instalaciones de **climatización** deberán disponer de los siguientes controles:

- ✓ Control de las condiciones termohigrométricas.
- ✓ Control de la calidad del aire interior.

Las instalaciones **centralizadas de producción de agua caliente sanitaria** deberán disponer de estos controles:

- ✓ Control de temperatura de acumulación.
- ✓ Control de temperatura de agua de red de tuberías en punto hidráulicamente más desfavorable.
- ✓ Control para efectuar el tratamiento de choque térmico.
- ✓ Control diferencial en la circulación forzada del primario de las instalaciones de energía solar térmica.
- ✓ Control de seguridad para los usuarios.

La **eficacia** y **rendimiento** de la instalación está directamente relacionada con el tipo de control que se realiza sobre la misma, de forma que al aumentar el control aumenta la eficacia y el rendimiento de la instalación.



Autoevaluación

Si disponemos de un intercambiador agua-agua de superficie, ¿qué configuración debemos utilizar para que la temperatura de salida del fluido frío pueda ser superior a la temperatura de salida del fluido caliente?

- Es indiferente.
- Flujos paralelos.
- Flujos cruzados.
- Contraflujo.

No es correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Incorrecta, en esta configuración nunca puede darse esta circunstancia.

No es la respuesta correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Efectivamente en esta configuración es posible que se cumpla esta condición.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Opción correcta



7.- Redes de aire. Elementos de regulación y equilibrado.

Caso práctico

Estrella pasa por debajo de una rejilla de ventilación y nota una sensación desagradable de frío. **Marisol** le aclara que si la regulación fuese la adecuada no debería producirse este problema.



Las **redes de distribución** de aire pueden estar construidas con distintos materiales (chapa de acero, fibras minerales, obra,...) y suelen tener secciones circulares o rectangulares.

En la instrucción **IT 2.3.2** del **RITE**, se especifica el procedimiento de ajuste y equilibrado de **Sistemas de distribución y difusión de aire**.

Puedes encontrarte con tres tipos de regulación para el control del funcionamiento de ventiladores:

- ✓ **Continuo** con el que el ventilador se enciende al principio y se apaga al final.
- ✓ **Intermitente** con el que el ventilador funciona durante un tiempo estipulado.
- ✓ **Según ocupación** con sensores de **CO₂** o de presencia de personas.



La regulación en los conductos se realiza mediante **compuertas regulables** que pueden ser de **accionamiento manual o motorizado**.



Las **rejillas de salida de aire** también pueden disponer de **regulación de caudal**.

Autoevaluación

¿Está permitido el uso de controladores todo-nada en instalaciones de climatización?

- No, está prohibido su uso.
- Está permitido solamente en algunos casos.
- Sí, podemos instalarlos siempre que queramos.
- Sí está permitido pero no debemos utilizarlos nunca.

No es correcta, la normativa permite usarlos.

Efectivamente la normativa limita su uso a ciertos controles específicos.

Incorrecta, debes revisar los apartados anteriores.

No es la respuesta correcta, si es posible utilizarlos.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

7.1.- Determinación y limitación de las pérdidas de calor. Control de condensaciones en conductos. Exigencias Reglamentarias.

¿Te has fijado alguna vez en que los tubos también sudan en algunas ocasiones?

Como vimos anteriormente las **pérdidas de calor** a través de un material vienen dadas por la expresión:

$$Q(w) = K \left(\frac{W}{m^2 \cdot ^\circ C} \right) \cdot S (m^2) \cdot \Delta T (^\circ C)$$

Cuando la temperatura superficial de un conducto disminuye por debajo de la **temperatura de rocío** correspondiente a la presión existente, el vapor de agua existente en el aire que lo rodea se **condensa** sobre la superficie del conducto.

A veces la **condensación** no aparece en la capa más exterior del aislamiento, pero si aparece en una capa interna, por lo que para evitarlo se utiliza como capa exterior una que sea impermeable al vapor de agua.

Tanto para el cálculo de la **resistencia térmica** del aislante de un conducto como para determinar la **densidad lineal de flujo de calor**, o comprobar si se producen **condensaciones** puedes utilizar el programa de cálculo **AISLAM**, documento reconocido por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

El procedimiento para saber si existe condensación pasa por determinar la **temperatura de rocío** a partir de las condiciones de temperatura y presión existentes, y en función de la **resistencia térmica** del aislamiento determinar la temperatura en cada una de las capas y comprobar que no es inferior a la de rocío.



En lo que respecta a la **normativa** de aplicación, será la instrucción IT 1.2.4.2.2 del **RITE** que trata sobre el aislamiento térmico de redes de conductos.

Los **conductos** y accesorios de la red de impulsión de aire dispondrán de un **aislamiento térmico** suficiente para que la **pérdida de calor** no sea mayor que el **4 %** de la potencia que transportan y siempre que sea suficiente para evitar condensaciones.

8.- Ventiladores. Control de rendimiento.

Caso práctico

-Por ejemplo- continúa **Marisol** hablando. –Si nos ponemos a mirar la velocidad de salida del aire verás que no es adecuada en este sitio. **Marisol** se sitúa delante del ventilador de una máquina de aire acondicionado, y levanta el dispositivo que lleva en la mano para determinar la velocidad del aire a la salida de la misma. –Vamos a comprobar el rendimiento de la máquina.



El **rendimiento** de cualquier máquina viene dado por el cociente entre lo que aprovechamos de ella y lo que consume para producir el efecto deseado, por lo que en este caso tenemos que:

$$\eta = \frac{\text{Potencia}_{\text{UtilFluido}}}{\text{Potencia}_{\text{ElectricaAbsorbida}}} = \frac{\text{Caudal} \cdot \text{Incremento Presion}}{\text{Tension} \cdot \text{Intensidad} \cdot \cos\varphi}$$

Para determinar el **rendimiento** de un ventilador deberás utilizar las **curvas características de funcionamiento** del fabricante, utilizando la velocidad medida con el anemómetro o la diferencia de presiones entre la entrada y la salida medidas con el tubo de pitot y manómetro a la entrada y salida, y la **potencia eléctrica** que está consumiendo medida con el analizador de redes eléctricas.



Los **ventiladores** se clasifican según su **potencia específica Cesp** medida en $W/(m^3/s)$ en las siguientes categorías:

- ✓ **SFP 1** cuando $C_{esp} \leq 500$
- ✓ **SFP 2** cuando $500 < C_{esp} \leq 750$
- ✓ **SFP 3** cuando $750 < C_{esp} \leq 1250$
- ✓ **SFP 4** cuando $1250 < C_{esp} \leq 2000$
- ✓ **SFP 5** cuando $C_{esp} \geq 2000$

Los utilizados para **ventilación y extracción** deben ser de las categorías **SFP 1 ó SFP 2**, mientras que los utilizados para **climatización** deben ser de las categorías **SFP 3 ó SFP 4**.

Se instalará dispositivo **indirecto** para **medición y control del caudal** de aire en ventiladores de más de **5 m³/s**.

Preferiblemente se debe utilizar **acoplamiento directo** al motor y **variador de frecuencia** para el control de la velocidad.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar una interesante guía del IDAE para la selección de equipos de transporte de fluidos. Interesa preferentemente los apartados 1, 2 y 5 de la parte II.

[Selección de equipos de transporte de fluidos.](#) (1,83 MB)

En los enlaces siguientes puedes encontrar dos interesantes documentos técnicos sobre ventilación.

[Características técnicas de ventiladores.](#) (0,16 MB)

[Ventilación eficiente.](#) (1,71 MB)

9.- Recuperación de energía. Principios funcionales.

Caso práctico

-Definitivamente hay muchas deficiencias en estas instalaciones- señala **Marisol** a **Estrella**. ¿Te has dado cuenta de la rejilla de extracción que había a la entrada del centro comercial? Estrella sonríe porque en esta ocasión ha observado lo mismo que **Marisol**.

-Sí. Me he fijado en que el aire que salía por la rejilla era caliente –responde **Estrella**- Teniendo en cuenta que estamos en invierno todo ese calor que sale fuera del edificio es calor perdido. Debería instalarse un sistema de recuperación de energía para aprovechar el calor y no desperdiciarlo.



El **CTE** obliga a que se renueve el aire de los locales para garantizar la **calidad del aire interior**. Para realizar esta **renovación** es necesario expulsar al exterior una determinada cantidad de aire, por lo que tanto para locales calefactados como locales refrigerados estamos desaprovechando una cantidad de **calor** que intercambiamos con el medio ambiente.

En caso de ser el caudal de ventilación importante (salas con mucha ocupación), es conveniente instalar un recuperador de calor, es decir un equipo que sirve para recuperar el calor del aire de extracción del local, cediéndolo al aire nuevo que entra, de forma que ahorramos energía térmica. El aire frío que tiramos enfría el aire caliente que entra, y en invierno al contrario.



Los recuperadores son equipos que permiten aprovechar el calor del aire de extracción y cederlo al aire de ventilación. Es muy importante que los caudales de aire no se mezclen entre ellos ya que estaríamos reintroduciendo los contaminantes al interior de las estancias. Pueden recuperar calor sensible, calor latente o ambos.

Los **recuperadores** que puedes encontrarte pueden ser:

- ✓ De placas a flujo cruzado.
- ✓ Rotativos de tambor o tambor poroso.
- ✓ Tubos de calor (Heat Pipe).
- ✓ Doble batería de agua.
- ✓ Batería exterior.
- ✓ Batería en bucle de agua.
- ✓ Recuperación activa por circuito frigorífico.

Los **recuperadores entálpicos** aprovechan tanto el **calor latente** como el **calor sensible** que posee el aire procedente el local antes de expulsarlo al exterior para acondicionar el **aire de renovación** que entra procedente del exterior.

Para saber más

En los enlaces siguientes puedes encontrar dos interesantes catálogos de fabricantes de equipos de recuperación de calor.

[Recuperadores de calor Sedical](#). (0,65 MB)

[Recuperadores de calor Recuperator](#). (12,51 MB)

Autoevaluación

¿Cuál de las variables siguientes no influye directamente el punto de funcionamiento de un ventilador?

- Presión de entrada del aire.
- Temperatura del aire impulsado.
- Presión de salida del aire.
- Caudal de aire impulsado.

No es correcta, si que depende de esta variable.

Efectivamente la temperatura no influye directamente en el punto de trabajo.

Incorrecta, esta variable influye en el punto de funcionamiento.

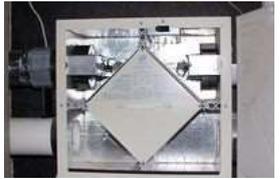
No es la respuesta correcta, si que depende de esta variable.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta
3. Incorrecto
4. Incorrecto

9.1.- Sistemas de recuperación de calor sensible y de entalpía. Características y aplicaciones.

Ya sabes que es exactamente la recuperación de calor. ¿Qué otros sistemas además del recuperador entálpico existen?



La **recuperación de energía por calor sensible** consiste en el enfriamiento de una masa de aire que cede parte de su calor sensible a otra masa de aire sin que exista mezcla entre ellos.

Cuando además existe cambio de estado del agua además del **calor sensible** se aprovecha el **calor latente** por lo que se denomina **recuperación de entalpía**. Con estos recuperadores puedes enfriar y deshumectar el aire de renovación en verano y calentarlo y humidificarlo en invierno.

Pueden disponer de **batería** para calefacción eléctrica o de agua, y módulo adiabático para el enfriamiento evaporativo.

El **enfriamiento evaporativo** puede ser de dos tipos:

- ✓ **Adiabático directo** en el que el agua se evapora en contacto directo con el aire de renovación por lo que varía su humedad relativa.
- ✓ **Adiabático indirecto** en el que el agua se evapora en contacto con el aire de extracción una cámara contigua a la del aire de renovación por lo que no varía su humedad relativa.

Las principales características de estos sistemas son:

- ✓ **Caudal máximo de aire** en m^3/h que son capaces de tratar.
- ✓ **Pérdida de carga** en Pa en el equipo.
- ✓ **Consumo eléctrico** en kW.
- ✓ **Consumo de agua** si dispone de módulo adiabático.

Las aplicaciones típicas son tanto en viviendas como en locales comerciales o industriales en los que sea elevado el caudal de aire de renovación o el aire primario. Algunos ejemplos son Centros comerciales, Zonas de oficinas, Hospitales y Hoteles.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar un interesante video sobre recuperadores de calor.

<https://www.youtube.com/embed/t12GKuo0uvs>

[Resumen textual alternativo](#)

Autoevaluación

¿Qué aparatos de medida suelen utilizarse para determinar el rendimiento de un ventilador?

Un barómetro.

Un anemómetro.

Un psicrómetro.

Un tubo de pitot.

Mostrar retroalimentación

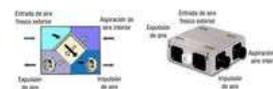
Solución

1. Incorrecto

2. Correcto
3. Incorrecto
4. Correcto

9.2.- Eficacia, rendimiento y exigencias reglamentarias.

¿Crees que existe algún medio de aprovechar la energía del aire exterior para el enfriamiento?



El **enfriamiento gratuito por aire exterior (Free Cooling)** aprovecha el medio exterior para refrigerar cuando la temperatura ambiente sea menor que la necesaria en el local anulando el consumo en la batería de agua fría y está regulado por la instrucción **IT 1.2.4.5.1** del **RITE**.

Si comparamos la temperatura del exterior con la del interior únicamente se denomina **enfriamiento gratuito térmico**, mientras que si comparamos además las humedades relativas de ambos ambientes se denomina **enfriamiento gratuito entálpico**.

El **enfriamiento gratuito por aire exterior** es obligatorio para **climatización** del tipo **todo aire** con más de **70 kW** para refrigeración.

Para **sistemas mixtos agua-aire**, el **enfriamiento gratuito** se obtendrá mediante agua procedente de **torres de refrigeración** o mediante **baterías** puestas hidráulicamente en serie con el **evaporador**.

El aumento de la temperatura del **agua refrigerada** hace que aumente el tiempo de funcionamiento en régimen gratuito de la instalación.

La **recuperación de calor** del aire de extracción es obligatoria para caudales expulsados por medios mecánicos al exterior superiores a **0,5 m³/s** y deberá ser realizada mediante equipo de **enfriamiento adiabático** según lo indicado en la instrucción **IT 1.2.4.5.2** del **RITE** que deberá tener una **eficiencia** mínima dependiendo del caudal suministrado y de la horas de funcionamiento, según la tabla siguiente:

Eficiencia de la recuperación en función del caudal de aire exterior (en m³/s).

Horas anuales de funcionamiento	0,5<Q≤1,5	1,5<Q≤3,0	3,0<Q≤6,0	6,0<Q≤12	Q>12
h≤2.000	40%	44%	47%	55%	60%
2.000<h≤4.000	44%	47%	52%	58%	64%
4.000<h≤6.000	47%	50%	55%	64%	70%
h>6.000	50%	55%	60%	70%	75%

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar una interesante guía del IDAE sobre la recuperación de energía en sistemas de climatización.

[Guía de ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización.](#) (2,90 MB)

10.- Sistemas de recuperación del medio de condensación.

Caso práctico

Marisol sonríe contenta. **Estrella** está resultando una gran alumna de prácticas. -No solo se puede aprovechar el calor procedente de la instalación de calefacción durante el invierno, durante el verano los equipos de aire acondicionado liberan una gran cantidad de calor al ambiente. Esa energía también es aprovechable. ¿Por qué no emplearla para disponer de agua caliente sanitaria en el local?



Supongo que algún día de verano has pasado delante de la **unidad exterior** de un equipo de **aire acondicionado** de un local, y has notado que el aire que sale viene caliente. ¿Por qué no aprovechar ese calor extraído del local para algún otro uso en vez de tirarlo?

Normalmente el **condensador** de una máquina frigorífica desprende gran cantidad de calor al medio ambiente por lo que se pueden plantear sistemas para el aprovechamiento de ese calor para otros usos como puede ser la **producción de agua caliente sanitaria**, o para procesos industriales diversos que necesitan calor.



Los circuitos de refrigeración pueden ser del tipo:

- ✓ Circuito **abierto** como puede ser el de refrigeración de una central térmica.
- ✓ Circuito **cerrado** como por ejemplo el del radiador de un coche.
- ✓ Circuito **semiaabierto** como el usado normalmente en un sistema de climatización con torre de refrigeración.

Los **sistemas de recuperación** del medio de condensación más utilizados, y que verás en los siguientes apartados son:

- ✓ Anillos de condensación.
- ✓ Torres de enfriamiento.
- ✓ Aeroenfriadores.

Autoevaluación

El recuperador de calor de un sistema de climatización que funciona 1.500 horas al año, con un caudal de recirculación de 0,7 m³/s debe tener una eficiencia mínima de:

- Es indiferente.
- 44 %.
- 40 %.
- 50 %.

No es correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Incorrecta, debes revisar el cálculo realizado.

Efectivamente es correcto en esta es la eficiencia mínima exigida.

No es la respuesta correcta, debes revisar los apartados anteriores.

Solución

1. Incorrecto
2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto



10.1.- Anillos de condensación, torres de enfriamiento y aeroenfriadores. Tipos y características.

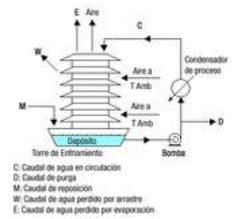
¿Te has parado a pensar en que las **estancias** de una vivienda que están orientadas al **Sur** suelen ser más **cálidas** que las orientadas al **Norte**?

Los **anillos de condensación** aprovechan la circunstancia de que en un edificio pueden existir simultáneamente zonas que demandan calor mientras otras demandan frío y el anillo permite transmitir el exceso de calor desde las zonas excedentes hacia las demandantes.

Las **torres de enfriamiento** son estructuras para refrigerar agua y otros fluidos caloportadores a temperaturas próximas a las ambientales y pueden ser clasificadas según varios criterios:

- ✓ Según el **mecanismo de transmisión de calor** utilizado en:
 - **Húmedas:** Que utilizan el calor latente de vaporización para realizar el enfriamiento.
 - **Secas:** Que intercambian calor entre el agua y el ambiente a través de una superficie que separa ambos medios.
- ✓ Según el **tipo de tiro de aire** en:
 - **Tiro natural:** en las que la diferencia de temperaturas provoca el movimiento.
 - **Tiro forzado:** en las que el aire es impulsado a través de la torre mediante ventiladores.
 - **Tiro inducido:** en las que el aire es aspirado de la torre mediante ventiladores.
- ✓ Según el **flujo de aire** en:
 - **Flujo cruzado:** en las que los flujos de aire y agua se cruzan formando un ángulo de 90°.
 - **Flujo en contracorriente:** en las que ambos flujos entran por extremos opuestos.

Los **aeroenfriadores** son intercambiadores de calor compactos modulares del tipo **agua-aire** que permiten enfriar agua hasta una temperatura próxima a la del ambiente exterior.



Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar un interesante vídeo sobre el funcionamiento de una torre de enfriamiento.

https://www.youtube.com/embed/jRIGp5zt_wg

[Resumen textual alternativo](#)

10.2.- Eficacia y rendimiento. Aplicaciones y exigencias reglamentarias.

¿Te has fijado alguna vez en la gran nube blanca que suele salir de las **torres de refrigeración** de las centrales de generación de energía? Se trata de vapor de agua.



Los **anillos de condensación** son los más eficaces dado que la energía consumida es la necesaria para transportar el calor de unas zonas a otras del edificio.

Las **torres de enfriamiento** tienen la desventaja de que se evapora una cantidad importante de agua.

El **ahorro de energía** que puede obtenerse con torres de enfriamiento y aeroenfriadores respecto a los equipos de producción de frío convencionales puede llegar a ser del **45%**.

La **eficiencia mínima** de los dispositivos para el **enfriamiento adiabático** tanto **directo** como **indirecto** debe ser del **90%**.

Existen diferentes **aplicaciones** para la **recuperación del calor** del medio de condensación de un equipo frigorífico:

- ✔ Generación de agua caliente sanitaria o precalentamiento si el calor no es suficiente.
- ✔ Generación de agua caliente para lavanderías y otros procesos industriales
- ✔ Deshumidificación mediante calentamiento.
- ✔ Calentamiento del agua de piscinas.
- ✔ Climatización en instalaciones de demanda simultánea frío-calor:
 - Calentamiento de zonas.
 - Calentamiento del aire de ventilación.
 - Recalentamiento.

La **IT 1.2 Exigencia de eficiencia energética del RITE** es la normativa que regula los sistemas de recuperación de calor, pero además a estos sistemas les afecta directamente la **Normativa de prevención de legionelosis**.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar una interesante guía del IDAE sobre la recuperación de energía en sistemas de climatización.

[Guía de ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización.](#) (2,90 MB)

En los enlaces siguientes puedes encontrar catálogos comerciales con características técnicas de aeroenfriadores y torres de enfriamiento.

[Aeroenfriadores comerciales.](#) (0,34 MB)

[Torres de enfriamiento comerciales.](#) (0,64 MB)

En el enlace siguiente puedes encontrar el Real Decreto 865/2003 que establece los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

[Prevención y control de la legionelosis.](#) (0,09 MB)

11.- Técnicas de aprovechamiento de energías renovables.

Caso práctico

Después de la exhaustiva revisión que ha realizado **Estrella**, tiene algunas ideas muy claras que le expone a **Marisol** y **Lorenzo**.

-He visto varios locales con suelos radiantes. Creo que sería una gran idea utilizar energía solar no solo para la producción de ACS sino también para proporcionar calefacción a esos locales. A fin de cuentas ya está instalado el suelo radiante y serán pequeñas modificaciones lo que nos permita reducir el consumo general del centro.



Supongo que has visto **paneles solares térmicos** en algún tejado, con los que se puede aprovechar la energía del sol para calentar agua por ejemplo.

Las **energías renovables** que pueden utilizarse para la mejora de la eficiencia energética son:

- ✓ Energía **solar térmica, biomasa y geotérmica** para:
 - ✦ Producción de agua caliente sanitaria.
 - ✦ Calentamiento de piscinas.
 - ✦ Calefacción.
 - ✦ Climatización de espacios.
- ✓ Energía **solar fotovoltaica, eólica e hidráulica** para:
 - ✦ Generación de energía eléctrica.



Cualquiera de estas **energías renovables** puede ayudar a reducir el consumo de energías convencionales y aumentar de esta forma la **eficiencia energética** de una instalación.

El **CTE** regula en sus instrucciones:

- ✓ **HE 4 Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria** la necesidad de utilizar energías renovables para la obtención de parte de la demanda de **ACS**
- ✓ **HE 5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica** los supuestos en los que es necesario instalar energía solar fotovoltaica.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar una interesante animación tridimensional sobre el funcionamiento de una bomba de calor geotérmica.

<https://www.youtube.com/embed/MCZ24ZGOzNE>

[Resumen textual alternativo](#)

En el enlace siguiente puedes acceder al documento **HE de Ahorro de Energía del CTE**.

[Documento HE de Ahorro de Energía del CTE.](#) (3,47 MB)

Autoevaluación

¿En qué condiciones se debe instalar recuperadores de calor obligatoriamente en una instalación térmica?

- Si se renuevan más de 0,5 m³/s.

- Si se renuevan más de 1 m³/s.

- Si funciona más de 100 horas al año.

- Si funciona más de 1.000 horas al año.

Mostrar retroalimentación

Solución

1. Correcto
2. Incorrecto
3. Incorrecto
4. Incorrecto

11.1.- Utilización del subsuelo como forma de recuperación. Sistemas geotérmicos de intercambio con el subsuelo.

Supongo que en alguna ocasión has estado en un sótano. ¿Has notado que en verano es más fresco y en invierno más cálido?

La temperatura del terreno es mucho más estable durante todo el año que la temperatura exterior, por lo que podemos aprovechar esta circunstancia para recuperar energía a través del **subsuelo**.

Si tomamos el aire del exterior en verano y lo hacemos pasar a través del **subsuelo** se refrigerará y ahorraremos energía para acondicionarlo. De forma similar en invierno podemos hacer pasar el aire frío del exterior a través del **subsuelo** para calentarlo antes de introducirlo en el local a acondicionar.



El **subsuelo** que por su gran inercia térmica mantiene una temperatura muy estable durante todo el año, puede utilizarse como método de **recuperación de energía** tanto mediante la utilización de **bombas de calor geotérmicas** como mediante el paso de los **conductos de admisión y extracción de aire** a través del terreno que funciona como intercambiador de calor, refrigerando el aire de entrada en verano y calentándolo en invierno.

Para saber más

En el enlace siguiente puedes encontrar un interesante Guía Técnica del IDAE de artículo relacionado con el aprovechamiento de la energía del subsuelo.

[Diseño de sistemas de bomba de calor geotérmica.](#) (1,28 MB)

Autoevaluación

En el enfriamiento gratuito térmico comparamos la temperatura y la humedad del aire exterior con la del interior.

- Verdadero.
- Falso.

Creo que debes poner más atención a lo que lees.

Correcto, si comparamos temperatura y humedad tenemos el enfriamiento gratuito entálpico.

Solución

1. Incorrecto
2. Opción correcta

12.- Riesgos asociados a los sistemas de distribución térmica y de recuperación de energía.

Caso práctico

Entre los cambios que se van a realizar están las modificaciones de las instalaciones de distribución de vapor de agua. **Lorenzo** en un descuido ha tocado una tubería de distribución de vapor de agua sin sus guantes y se ha quemado en una mano. Mientras enfría la quemadura bajo el chorro de agua fría del lavabo, **Lorenzo** piensa que después de tanto tiempo trabajando se merece la quemadura por descuido. –Tanto insistir en medidas de protección y ahora soy yo el que se pone a tocar una tubería sin ponerme los guantes.



¿Qué riesgos encontramos asociados a los sistemas de distribución térmica? Vamos a ver algunos de los más importantes y los elementos de protección tanto individuales como colectivos.

- ✓ Asfixia.
- ✓ Hipotermia.
- ✓ Caída de objetos.
- ✓ Caídas al mismo nivel.
- ✓ Incendios y explosiones.
- ✓ Inhalación de vapores y gases.
- ✓ Atrapamiento por partes móviles.
- ✓ Contactos eléctricos directos e indirectos.
- ✓ Proyección de partículas o fluidos a los ojos.
- ✓ Quemaduras por expulsión de fluidos fríos o calientes.
- ✓ Quemaduras por contacto con superficies frías o calientes.
- ✓ Cortes, pinchazos y golpes con máquinas, herramientas y materiales.



Elementos de protección individual (EPI):

- ✓ Casco.
- ✓ Ropas ajustadas al cuerpo.
- ✓ Guantes de protección, antitérmicos y de aislamiento.
- ✓ Gafas antipartículas.
- ✓ Mascarilla.
- ✓ Calzado antideslizante y aislante.

Elementos de protección colectiva:

- ✓ Extintores.
- ✓ Detectores de fugas de gases.

Autoevaluación

Relaciona los conceptos de la primera columna con los de la tercera, escribiendo el número asociado a la variable medida en el hueco correspondiente.

Ejercicio de relacionar

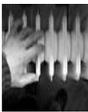
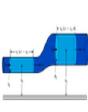
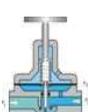
Aparato de medida.	Relación	Variable medida.
Calibre.	<input type="checkbox"/>	1. Caudal.
Tubo de pitot.	<input type="checkbox"/>	2. Velocidad.
Anemómetro.	<input type="checkbox"/>	3. Longitud.
Caudalímetro.	<input type="checkbox"/>	4. Presión.

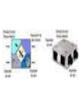
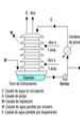
Enviar

Calibre mide Longitud, Tubo de pitot mide Presión, Anemómetro mide Velocidad y Caudalímetro mide Caudal.

Anexo.- Licencias de recursos.

Licencias de recursos utilizados en la Unidad de Trabajo.

Recurso (1)	Datos del recurso (1)	Recurso (2)	Datos del recurso (2)
	<p>Autoría: Benito Lourido sobre imágenes de Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataformas públicas de FpaD. Procedencia: Montaje sobre Obra derivada de las siguientes imágenes:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Autor: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataformas públicas de FpaD. Procedencia: BH0FK8_ok.jpg 2. Autor: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataformas públicas de FpaD. Procedencia: B03ATK_ok.jpg 3. Autor: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataformas públicas de FpaD. Procedencia: BR3A7P_ok.jpg. 		<p>Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataf Procedencia: Latinstock.</p>
	<p>Autoría: latinstock. Licencia: Uso educativo para plataformas públicas de FpaD. Procedencia: Latinstock.</p>		<p>Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataf Procedencia: Latinstock.</p>
	<p>Autoría: alb Marcos. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/picanzios/391879384/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Fir0002/Flagstaffotos. Licencia: GNU. Procedencia: http://es.wikipedia.org</p>
	<p>Autoría: MannyMax. Licencia: CC by sa. Procedencia: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:BernoullisLawDerivationDiagram.svg</p>		<p>Autoría: KoenB. Licencia: Dominio público. Procedencia: http://en.wikipedia.org</p>
	<p>Autoría: Giles Douglas. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/oranglimey/1951659784/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Walt Stoneburner. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/waltst</p>
	<p>Autoría: arovila. Licencia: CC BY-NC-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/59170035@N07/5844776879/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: aucadenas. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/440210</p>
	<p>Autoría: Holy Apostles. Licencia: CC BY-NC-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/holyapostles/2386780041/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: aucadenas. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/440210</p>
	<p>Autoría: Lee J Haywood. Licencia: CC BY-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/leehaywood/4141300928/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: leonelponce. Licencia: CC BY-NC 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/leonizz</p>
	<p>Autoría: rubenvike. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/vike/5028902815/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: aucadenas. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/440210</p>
	<p>Autoría: Sönke Kraft aka Arnulf zu Linden. Licencia: CC BY SA 2.5. Procedencia: http://sv.wikipedia.org/wiki/Fil:CrNi-Stahl-Wellrohrflex_60_126.jpg</p>		<p>Autoría: Leo Reynolds. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/</p>
	<p>Autoría: jblevine2004. Licencia: CC BY-SA 2.0.</p>		<p>Autoría: carrickg. Licencia: CC BY-NC 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/</p>

	<p>Procedencia: http://www.flickr.com/photos/44587707@N04/5487039986/sizes/m/in/photostream/</p>		
	<p>Autoría: WBUR. Licencia: CC BY-NC-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/wbur/4361868483/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: aucadenas. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/440210/</p>
	<p>Autoría: Ppntori. Licencia: Dominio Público. Procedencia: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Outunit_of_heat_pump.jpg</p>		<p>Autoría: Let Ideas Compete. Licencia: CC BY-NC-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/questic/</p>
	<p>Autoría: Lemonete mbeychok. Licencia: CC by sa. Procedencia: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Torre_de_Enfriamiento.PNG</p>		<p>Autoría: Zootalures. Licencia: CC by sa. Procedencia: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:</p>
	<p>Autoría: xornalcerto. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/certo/4577112203/sizes/s/in/photostream/</p>		<p>Autoría: laverick. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/pixie12/</p>
	<p>Autoría: zaskem. Licencia: CC BY-NC-ND 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/zaskem/434271366/sizes/m/in/photostream/</p>		<p>Autoría: Jumanji Solar. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: http://www.flickr.com/photos/jumanj</p>

Montaje