

# Eficiencia energética de sistemas de generación por compresión mecánica.

## Caso práctico



El propietario del local comercial **La neverita** situada en la **Avenida del Despilfarro nº2**, que se dedica a la venta de productos congelados tiene instalado un equipo de climatización en la oficina, hace unos días estuvo revisando las facturas de electricidad del último año y se ha dado cuenta de que está pagando demasiado, por lo que decide investigar si los equipos de generación de frío y climatización que tiene instalados en su local están consumiendo más de lo necesario.

Tras contactar con varias empresas dedicadas a la mejora de la eficiencia energética decide contratar los servicios de **SOLZO S.L.** para que examine la instalación de generación de frío de su local y le aconseje que es lo que puede hacer para reducir el consumo de energía y consecuentemente los gastos asociados a la compra de esa energía.

**Marisol y Lorenzo** deciden enviar a **Estrella** para que se encargue de realizar el estudio inicial. Ellos seguirán su trabajo para ayudarla durante la fase de prácticas que realiza en su empresa.

A lo largo de esta unidad de trabajo podrás aprender cual es el procedimiento para la evaluación de la eficiencia energética de los sistemas de generación de frío, y se dará respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Qué es la higrometría y cuales son las variables con las que está relacionada?
- ¿Qué leyes rigen el funcionamiento de los generadores de frío?
- ¿Qué configuraciones se utilizan en generadores de frío?
- ¿Cómo se evalúa la eficiencia energética de un generador de frío?
- ¿Cómo se evalúa la eficiencia energética de un equipo de acondicionamiento de aire y ventilación?
- ¿Qué normativas tienen que cumplir estas instalaciones?
- ¿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.- Higrometría.

## Caso práctico



**Marisol** se levanta por la mañana y se mete en la ducha. Le gusta el agua muy caliente. Cuando sale de la ducha se encuentra una niebla espesa que casi no le deja ver y piensa: ¡Qué cantidad de vapor de agua hay en suspensión en el aire del baño!

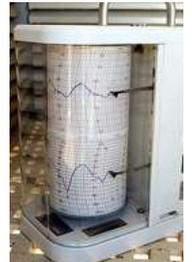
Marisol toma el secador del pelo y lo orienta al espejo para secarlo y poder verse. En ese momento piensa en que un gesto tan sencillo y habitual tiene una base física basada en la temperatura.

“En las instalaciones pasa exactamente lo mismo. Una variación de temperatura modifica la humedad del ambiente”.

La cantidad de máxima de vapor de agua que se puede mantener en suspensión en el aire depende de la presión y de la temperatura a la que se encuentre la masa de aire.

La humedad la puedes expresar de dos formas distintas, como **humedad absoluta** ( $\text{gr/m}^3$ ) que indica la cantidad de vapor de agua por unidad de volumen de aire o como **humedad relativa** (%), que indica la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a esa temperatura.

El aparato que tienes que utilizar para medir la cantidad de humedad que existe en el aire de un recinto es el **higrómetro** aunque en la actualidad se suele utilizar un **psicrómetro** que es un aparato dotado de dos termómetros, uno de ellos en contacto con el aire y el otro con un paño empapado en agua.



Cuando se hacen girar los termómetros lo que ocurre es que el que está al aire mide la **temperatura de bulbo seco** y el otro mide la **temperatura de bulbo húmedo** del aire, esta última irá disminuyendo a medida que el agua que rodea al bulbo se vaya evaporando y pasando por tanto al aire circundante.

Cuanto mayor sea el grado de humedad del ambiente menos agua se evaporará y por tanto menos diferencia existirá entre las temperaturas de bulbo seco y húmedo.

Debes conocer y saber utilizar correctamente las **tablas y diagramas psicrométricos**, que son tablas y gráficas con las propiedades del aire, como temperatura, humedad relativa, **entalpía**, etc. Su utilidad radica en poder determinar unas variables a partir de otras que podemos determinar mediante aparatos de medida y determinar como varían estas propiedades al cambiar las propiedades del aire.



## Debes conocer

En los siguientes enlaces puedes encontrar una interesante y sencilla explicación de los parámetros que incluye una carta psicrométrica, y una página con un programa gratuito con las propiedades del aire representadas en un diagrama psicrométrico.

[Explicación carta psicrométrica](#)

[Carta psicrométrica](#)

## Reflexiona

Cuando el aire alcanza la cantidad máxima de humedad que puede mantener en suspensión a esa temperatura, si añadimos más vapor lo que ocurre es que se condensará parte del vapor existente. Esto es lo que ocurre cuando bajan las temperaturas bruscamente durante la noche y aparece el rocío por la mañana, o incluso las heladas si la temperatura disminuye lo suficiente.

## 1.1.- Tratamiento del aire: Humectación y deshumectación.

Si quieres conseguir que las condiciones del aire de un local con un uso específico resulten confortables para las personas que lo utilizan será necesario acondicionar el aire. ¿Qué entiendes por acondicionar el aire?



Las principales operaciones que se pueden realizar con el aire son:

- ✓ **Calentamiento:** que implica un aumento de la temperatura del mismo, para lo que se utilizan normalmente equipos de generación de calor.
- ✓ **Enfriamiento:** que implica una disminución de la temperatura del mismo, para lo que se utilizan equipos de generación de frío.
- ✓ **Purificación:** que supone la reducción del número de partículas extrañas que puedan existir en el aire (humo, polvo, olores, bacterias virus y gérmenes, entre otros.)
- ✓ **Humectación:** que supone el aumento de la cantidad de vapor de agua existente en el aire.
- ✓ **Deshumectación:** que supone la disminución de la cantidad de vapor de agua existente en el aire.

Todas estas operaciones suelen realizarse con una **Unidad de Tratamiento de Aire** también conocida como **UTA**.

Para la purificación del aire se suelen utilizar filtros que retienen las partículas no deseadas y a veces el  $O_3$  (Ozono) que reacciona con las partículas no deseadas oxidándolas y liberando  $O_2$  (Oxígeno) necesario para la respiración de los seres humanos.

Para la humectación se puede recurrir a sistemas que pulverizan agua sobre el aire o a sistemas que favorecen la evaporación del agua contenida en un recipiente.

Para la deshumectación se utiliza el **deshumidificador** que es un equipo de generación de frío que provoca la condensación del vapor de agua contenido en el aire y lo envía a un depósito de almacenamiento o al exterior a través una tubería.

### Para saber más

En los siguientes enlaces a la wikipedia puedes encontrar información complementaria sobre acondicionamiento de aire, unidad de tratamiento del aire y deshumidificador.

[Acondicionamiento del aire.](#)

[Unidad de tratamiento del aire.](#)

[Deshumidificador.](#)

### Autoevaluación

¿Cuáles de las variables siguientes aparecen en una carta psicrométrica de aire?

- Temperatura seca y caudal.
- Punto de rocío y entropía.
- Velocidad y masa.
- Entalpía y humedad relativa.

No es correcta porque el caudal no aparece.

Incorrecta porque la entropía no aparece.

Ninguna de las dos aparece.

Efectivamente es correcto, es importante que seas capaz de determinar las propiedades del aire a partir de un diagrama psicrométrico.

### Solución

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



## 1.2.- Consumos previstos.

Estrella ha recibido el encargo de calcular el consumo de la instalación que están estudiando. ¿Imaginas que es lo primero que debe hacer? Seguro que has acertado. En primer lugar debe ver la maquinaria existente y su consumo.

Para la determinación del consumo previsto de una máquina cualquiera necesitas saber cual es su potencia nominal y el régimen de funcionamiento, si es que tiene varios posibles. Todos estos datos puedes obtenerlos de la documentación técnica de la máquina o de la placa de características de la misma.

Si no dispone de placa de características o no resulta fácil acceder a ella puedes utilizar un vatímetro que dispone de un voltímetro para la medida de tensión a la que se alimenta, un amperímetro o una pinza amperimétrica para determinar la intensidad eléctrica que está consumiendo, y un fasímetro que indica el ángulo de desfase entre la tensión y la intensidad medidas, de forma que la fórmula para el cálculo de la potencia eléctrica es:

$$P_{Monofasica} = U \cdot I \cdot \cos\varphi \text{ o bien } P_{Trifasica} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos\varphi$$



El consumo representa la energía que consume la máquina, y la determinas como el producto de la potencia por el tiempo que está funcionando, es decir, si tienes una máquina de una potencia nominal de 1 kW y la dejas encendida durante media hora, ésta consumirá una energía igual a 1 kW x 0,5 h = 0,5 kWh.

A veces en las instalaciones se instala un analizador de redes eléctricas que mide diversas variables eléctricas, como tensión, intensidad, factor de potencia, potencia activa y reactiva, energía y resistencia entre otros, e incluso algunos de ellos pueden almacenar los valores medidos en una memoria interna, para extraerlos posteriormente a un ordenador mediante un programa específico.

Con un medidor de este tipo puedes determinar el consumo eléctrico de una máquina, o un grupo de ellas e incluso puedes analizar como evoluciona ese consumo en el tiempo y analizar la curva de carga.

La curva de carga de una instalación representa la evolución de la potencia consumida por dicha instalación en el tiempo.



### Citas para pensar

Se requiere menos energía para sacar un objeto de su sitio que para volverlo a colocar.

*Ley de McPherson*

### Autoevaluación

¿Si tenemos una humedad relativa del 100% cual de las siguientes afirmaciones es correcta?

- La temperatura de bulbo seco es menor que la de bulbo húmedo.
- La temperatura de bulbo húmedo es menor que la de bulbo seco.
- Las temperaturas de bulbo seco y bulbo húmedo son iguales.
- No puede determinarse si será mayor la de bulbo seco o la de bulbo húmedo.

Incorrecta por ser la humedad relativa del 100%.

No es la opción correcta por ser la humedad relativa del 100%.

Efectivamente es correcto, al ser la humedad relativa del 100% el aire no admite más vapor de agua y por tanto ambos termómetros medirán exactamente la misma temperatura.

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

### Solución

1. Incorrecto

2. Incorrecto
3. Opción correcta
4. Incorrecto

## 2.- Explotación energética en instalaciones de frío. Consumos.

### Caso práctico



**Estrella** debe recopilar los datos de consumo de la instalación y realizar los cálculos correspondientes para poder hacerse una idea de la eficiencia con la que trabaja el sistema. Está bastante nerviosa con estas primeras fases de prácticas, pero es una chica segura de sí que no duda de su capacidad para hacerlo bien.

Nada más llegar a la empresa Estrella empieza a ver algunos detalles sorprendentes. La oficina climatizada tiene una puerta pero está permanentemente abierta para facilitar la comunicación desde las oficinas a la zona de almacenamiento y el patio de carga y descarga.

Toda instalación térmica que dé servicio a más de un usuario dispondrá de algún sistema que permita el reparto de los gastos correspondientes a cada servicio (calor, frío y ACS) entre los distintos usuarios.

El sistema previsto instalado en el tramo de acometida a cada unidad de consumo, permitirá regular y medir los consumos, así como interrumpir los servicios desde el exterior del local.

Las instalaciones de potencia nominal mayor que 70 kW, dispondrán de dispositivos que permita efectuar la medición y registro del consumo de combustible y energía eléctrica así como el número de horas de funcionamiento, de forma independiente para cada usuario.

Las instalaciones térmicas de potencia mayor que 400 kW dispondrán de un dispositivo de medida del consumo de energía eléctrica de la central frigorífica de forma diferenciada de la medición del consumo de energía del resto de equipos del sistema de acondicionamiento.

Los compresores de más de 70 kW de potencia deberán disponer de un dispositivo para determinar el número de arrancadas del equipo.

Las bombas y ventiladores de potencia eléctrica del motor mayor que 20 kW dispondrán de un dispositivo que permita registrar las horas de funcionamiento del equipo.

La explotación energética de instalaciones frigoríficas implica el aprovechamiento de las mismas en las condiciones más favorables posibles por lo que debemos reducir los consumos de energía.

Para la contabilización de los consumos eléctricos se utilizan contadores que registran medidas de energía:

- ✓ Contadores de Energía Activa que miden kWh.
- ✓ Contadores de Energía Reactiva que miden kVArh.

Tanto unos como otros pueden disponer de **discriminación horaria**, de forma que disponen de varios registros en los que contabilizan la energía consumida en distintos periodos:      Punta,      Valle y      Llano.

Cada vez se utilizan más los **contadores electrónicos** que son dispositivos digitales que totalizan tanto la energía activa como la reactiva entre otras muchas funciones.

En el caso que el fluido externo de intercambio de calor sea el agua se puede utilizar un **contador de energía térmica**, que contabiliza el producto del caudal de agua por la diferencia de temperatura entre dos o tres puntos de la instalación para determinar la cantidad de energía, normalmente en kWh.

Con este contador puedes determinar el calor cedido a la instalación térmica. Pueden ser mecánicos o estáticos (ultrasonidos, presión diferencial o magnetoinductivos entre otros).

Existen equipos de producción de frío que utilizan gas como combustible pero su uso es aún reducido.



## 2.1.- Energía consumida.

¿Has mirado detenidamente tu factura de consumo eléctrico? Esta información puede ayudarte a saber en qué meses tienes mayor consumo y posiblemente, qué aparatos son los que originan la mayor parte del consumo.

La energía suministrada en un determinado período de tiempo a una instalación de producción de frío vendrá determinada por la diferencia de las lecturas de los contadores entre la fecha de inicio y la de fin del período.

Normalmente las lecturas suelen hacerse mensualmente o bimensualmente, pero pueden tomarse los datos más a menudo.

En general la energía suministrada también puedes obtenerla de las **facturas periódicas** de suministro de energía a la instalación, lo que sucede es que en general esa energía representa el consumo total de la instalación y no puede determinarse que parte está asociada a los equipos de generación de frío.

Para solucionar este problema puedes instalar un **contador particular** a través del que se alimente la instalación y determinar así la energía suministrada en un determinado período de tiempo, o bien colocar un **analizador de redes** en el mismo punto y almacenar los datos de la instalación consumidora.



### Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar una interesante guía sobre el mercado eléctrico liberalizado que pretende ayudar a elegir la tarifa más adecuada para cada tipo de suministro.

[El mercado eléctrico.](#)

### Autoevaluación

¿Cuál de las siguientes afirmaciones es correcta?

- La energía es más cara en horas punta.
- La energía es más barata en horas punta.
- La energía es más cara en horas valle.
- La energía es más barata en horas llano.

Exacto, esta es la respuesta correcta.

Incorrecto, revisa los apartados anteriores.

No es la respuesta correcta, revisa los apartados anteriores.

No es correcto, debes prestar más atención a lo que lees.

### Solución

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

## 2.2.- Medidas de energía útil. Ratios.

Piensa en algo que te resulta útil. ¿Serías capaz de explicar el concepto? Existen conceptos que todos tenemos claro lo que significan pero cuando intentamos definirlos resulta mucho más complicado.

Cuando te encuentres con un equipo que utiliza agua como fluido de intercambio puede que tenga instalado un contador de energía térmica para medir la energía útil, que totaliza los productos del caudal que lo atraviesa, por la diferencia de temperaturas entre la ida y el retorno del circuito hidráulico del evaporador si la producción es frigorífica o del condensador si la producción es calorífica.



Para determinar la **energía útil** enviada al edificio durante un año debes sumar las lecturas de los distintos contadores de energía térmica en una fecha determinada y restarle el valor correspondiente a la misma fecha del año anterior.

Los **ratios** son cocientes entre la energía consumida y una variable característica de la instalación, de forma que nos permiten comparar la eficiencia energética de distintas instalaciones.

Existen diversos ratios para equipos de generación de frío, pero aquí puedes ver alguno de ellos:

$$REA = \frac{Energia\ Termica_{Util}}{Energia_{Suministrada}} \text{ Rendimiento estacional anual.}$$

$$REAC = \frac{REA}{Coeficiente_{Emisiones}} \text{ Rendimiento estacional anual corregido que tiene en cuenta el tipo de energía consumida en lo que respecta a las emisiones atmosféricas.}$$

### Debes conocer

En el siguiente enlace puedes encontrar una guía publicada por el IDAE relacionada con la contabilización de consumos en instalaciones térmicas de edificios, debes saber utilizarla y revisar los Capítulos 1 y 4 y los apartados 2.5, 2.6, 3.1, 3.2, 3.3, 3.5.2, 3.5.8, 3.5.11 y 3.5.16:

[Contabilización de consumos.](#) (1.66 MB)

### Autoevaluación

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

#### Ejercicio de relacionar

Aparato de medida	Relación	Magnitud medida
Psicrómetro.	<input type="checkbox"/>	1. A
Pinza amperimétrica.	<input type="checkbox"/>	2. K
Contador.	<input type="checkbox"/>	3. bar
Manómetro.	<input type="checkbox"/>	4. kVAr

Enviar

Psicrómetro mide K, Pinza amperimétrica mide A, Contador mide kVAr y Manómetro mide bar.

## 3.- Producción de frío por compresión mecánica.

### Caso práctico



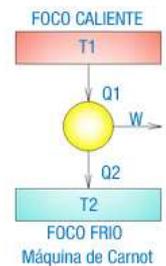
**Estrella** entra en la sala de máquinas y busca el compresor toma los datos de la placa de características y anota los valores indicados por los elementos de medida del sistema y piensa: ¡este compresor tan antiguo debe de tener un rendimiento pésimo!

La producción de frío mediante compresión mecánica está basada en el ciclo de Carnot que aunque se trate de un ciclo ideal es el ciclo termodinámico con mayor rendimiento.

En la máquina de Carnot cuando se transfiere calor entre dos focos a distinta temperatura ( $T_2$  y  $T_1$ ) se produce un trabajo ( $W$ ).

Un ejemplo de máquina de Carnot es el Motor Stirling que es un motor que desplaza una masa de aire confinada entre el foco frío y el foco caliente alternativamente de forma que cuando el aire está próximo al foco caliente se expande y empuja el pistón y cuando está próximo al foco frío se contrae y tira del pistón produciendo un trabajo mecánico.

En el siguiente diagrama puedes observar los bloques que componen una máquina de producción de frío por compresión mecánica.



### Para saber más

En los siguientes enlaces puedes encontrar un video en el que se explica el principio de refrigeración por compresión y otro en el que puedes observar un motor Stirling en funcionamiento.

<https://www.youtube.com/embed/Vgjh7ndVjSw>

<https://www.youtube.com/embed/u13OXMJCES4>

[Resumen textual alternativo](#)

[Resumen textual alternativo](#)

## 3.1.- Principio termodinámico.

Aunque pueda parecer complicada, la termodinámica se basa en unos pocos principios básicos. Una vez que los conozcas no te resultará complicado entender el funcionamiento de los equipos. Seguimos viendo el ciclo de Carnot. ¿Recuerdas un ejemplo de motor que funcione según un ciclo similar al de Carnot?

En el refrigerador de Carnot se consume un trabajo (**W**) para transferir calor entre dos focos a distinta temperatura (**T2** y **T1**), por lo que de acuerdo con la segunda ley de la termodinámica será:

$$Q_1 = W + Q_2 \Rightarrow W = Q_1 - Q_2$$

Como el efecto deseado es extraer calor al foco frío tienes que el rendimiento vendrá dado por:

$$n = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2}$$

Por lo que cuanto mayor sea la diferencia de temperaturas menor será el rendimiento.

El ciclo de Carnot está compuesto por cuatro transformaciones: dos isotermas en la que la temperatura permanece constante y dos adiabáticas en las que el intercambio de calor es igual a cero.

En la imagen puedes ver una representación gráfica de este ciclo en un diagrama llamado "Diagrama de Mollier", gráfico en el que en el eje de abscisas tienes la entalpía y en el de ordenadas aparece la presión. Una curva en forma de "U" invertida nos marca los límites entre líquido y comienzo de vapor así como el paso de vapor-líquido a gas. Dentro de esta curva es donde trabaja el ciclo de Carnot. Tenemos representadas dos líneas T1 y T2 correspondientes a las dos isotermas entre las que trabaja este ciclo. Ambas descienden con mucha pendiente, por la zona de líquido hasta tocar la curva de paso de líquido a vapor-líquido. En ese punto se transforman en líneas horizontales, T1 a un nivel inferior a T2. Una vez que tocan el final de la curva y llegan a la zona de gas se convierten en curvas suavemente descendentes. Dentro de la gráfica T1 y T2 marcan la temperatura inferior y superior del ciclo de Carnot. Los límites laterales del ciclo de Carnot los marcan las líneas adiabáticas.



Con estas cuatro líneas se forma un semicuartado dentro de la zona vapor-líquido. El área de este semicuartado se corresponde con el trabajo que puede obtenerse del ciclo. Es decir, cuanto mayor sea esta área más trabajo puede conseguirse con el ciclo. Puedes ver que si aumentamos la diferencia entre las temperaturas T1 y T2 conseguimos aumentar el área y por lo tanto obtener un mayor trabajo.

### Para saber más

En el siguiente enlace puedes encontrar un video en el que puedes observar gráficamente las distintas etapas del ciclo de Carnot, observa que el diagrama es algo distinto del descrito anteriormente puesto que se representa la temperatura frente a la entropía, pero se trata del mismo ciclo.

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

[Resumen textual alternativo](#)

### Autoevaluación

**Cuando aumenta la diferencia de temperaturas entre el foco caliente y el foco frío en la Máquina de Carnot ¿Qué ocurre con el rendimiento?**

- Aumenta.
- Disminuye.

Ocurre lo opuesto a lo que sucede con el refrigerador de Carnot.

Si en la pregunta pusiese "Refrigerador de Carnot" en vez de "Máquina de Carnot" tu respuesta sería correcta, pero no lo es.

### Solución

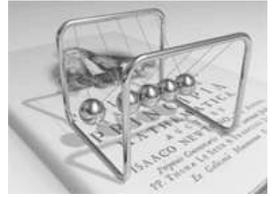
1. Opción correcta
2. Incorrecto

## 3.2.- Balance energético.

Si piensas en la **primera ley de la termodinámica**, que nos dice que la energía no se crea ni se destruye, sino que únicamente se transforma, y analizas los cambios de energía que se producen en un determinado proceso cuantificando cada uno de ellos, ¿sabes cómo se llama este análisis? Estás haciendo un **balance energético**.

Dicho **balance energético** no deja de ser una foto de lo que está ocurriendo con la energía de una instalación en el instante de la toma, y que por supuesto puede variar, y varía en el tiempo.

Para una instalación de generación de frío, en general tendremos que se toma una energía eléctrica de la red, mediante la que se extrae una cantidad de calor de uno de los focos y se transmite al otro foco, todo este proceso conlleva necesariamente unas pérdidas que se producen en todo el trayecto.



### Citas para pensar

La inspiración existe, pero tiene que encontrarte trabajando.

*Anónimo*

### Autoevaluación

¿Cuál de los siguientes elementos no forma parte de una máquina de generación de frío por compresión mecánica?

- Evaporador.
- Válvula de seguridad.
- Condensador.
- Compresor de tornillo.

Incorrecta porque el Evaporador es uno de los elementos.

Efectivamente es correcto, no se instala en los equipos de generación de frío.

No es correcta porque el Condensador es uno de los elementos.

No es la respuesta correcta porque el Compresor es uno de los elementos.

### Solución

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

### Para saber más

En los siguientes enlaces puedes encontrar un interesantísimo programa gratuito que permite trabajar con los principales diagramas de la mayoría de los refrigerantes y un manual en español. Por desgracia el programa está en inglés.

[Programa COOLPACK para diagramas diversos.](#)

[Manual en español del programa COOLPACK.](#) (1,16 MB)

### 3.3.- Rendimiento energético.

Conoces el concepto de rendimiento y seguramente lo utilizas normalmente al hablar pero... ¿Qué es técnicamente el rendimiento?

El **rendimiento** de cualquier máquina se determina dividiendo lo que aprovechamos de ella entre lo que consume para producir el efecto deseado, cuantificando ambos efectos en la misma escala de unidades.

En el caso de los generadores de frío el efecto deseado es la extracción de calor de una fuente hacia otra y el consumo es normalmente la energía eléctrica que se invierte en el compresor y ventiladores entre otros.

En la práctica lo determinaremos a través del diagrama de Mollier. Debes situar todos los puntos desde el 1 al 5' en el diagrama de Mollier del refrigerante utilizado para poder dibujar el ciclo real de funcionamiento de la máquina. Para ello debes determinar el valor que toma la temperatura en cada uno de los puntos, a la entrada y a la salida, de los distintos elementos que componen el equipo y la presión a la entrada y salida del compresor.



Cuando el efecto aprovechado está en el evaporador tienes que:

$$n_{EVA.PORADOR} = \frac{Entalpia_{1'} - Entalpia_{5'}}{Entalpia_{2'} - Entalpia_{1'}}$$

Cuando el efecto aprovechado está en el condensador tienes que:

$$n_{CONDENSADOR} = \frac{Entalpia_{2'} - Entalpia_{4'}}{Entalpia_{2'} - Entalpia_{1'}}$$

Puedes determinar el **rendimiento instantáneo** por el **método directo** sobre el generador de frío evaluando los datos de funcionamiento del refrigerante que evoluciona en el interior de sus circuitos o bien mediante el **método indirecto** que consiste en evaluar los datos de funcionamiento correspondientes a los fluidos externos a la máquina, y que en general suelen ser más fáciles de medir.

Los coeficientes de eficiencia energética los puedes obtener mediante estas fórmulas:

$$CEE_{Evaporador} = \frac{Potencia_{Absorbida_{Evaporador}}}{Potencia_{Electrica_{Absorbida}}} = \frac{Caudal_{Fluido} \cdot \Delta Entalpia_{Evaporador}}{Potencia_{Electrica_{Absorbida}}}$$

$$CEE_{Condensador} = \frac{Potencia_{Cedida_{Condensador}}}{Potencia_{Electrica_{Absorbida}}} = \frac{Caudal_{Fluido} \cdot \Delta Entalpia_{Condensador}}{Potencia_{Electrica_{Absorbida}}}$$

El caudal de fluido depende de las características del compresor por lo que normalmente se obtiene de los datos técnicos del fabricante, aunque también puede obtenerse con la fórmula siguiente obteniendo la densidad del fluido frigorígeno para el punto 1 del ciclo del programa CoolPack - CoolTools:Auxiliary – Refrigerants:

$$Caudal_{Fluido} = Desplazamiento_{Volumetrico} \cdot Densidad_{FluidoFrigorígeno}$$

Es necesario determinar el **rendimiento estacional** según la curva de demanda de la instalación, puesto que el **rendimiento instantáneo** siempre está referido a un estado de **carga parcial** de la máquina y nunca a **carga nominal**, y si queremos saber si la máquina funciona con eficiencia tenemos que comparar su rendimiento con el que da el fabricante en sus especificaciones que está referido a **carga nominal**. El rendimiento estacional para un período de tiempo lo puedes determinar mediante la siguiente fórmula:

$$COP_{ESTACIONAL} = \frac{\sum Energias_{Aprovechadas_{Instalacion}}}{\sum Consumos_{Instalacion}}$$

### 3.4.- Reversibilidad del sistema.

En una ocasión me compré una chaqueta reversible, por un lado era de color azul claro y si le dabas la vuelta era azul oscuro. ¿Se te ocurre alguna otra cosa que puede ser reversible?

Si recuerdas el esquema del refrigerador de Carnot teníamos que:

$$Q_1 = W + Q_2 \Rightarrow W = Q_1 - Q_2$$

Si lo que necesitas es enfriar el foco frío tienes que el rendimiento será:

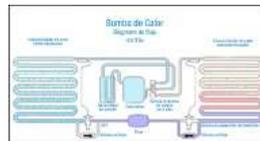
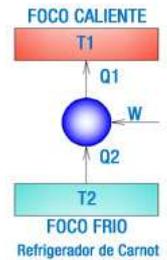
$$n = \frac{Q_2}{W} = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_2}{T_1 - T_2} = \mathbf{EER}$$

[GIF - LaTeX](#)

Por en contrario si lo que necesitas es calentar el foco caliente tienes que el rendimiento será:

$$n = \frac{Q_1}{W} = \frac{Q_1}{Q_1 - Q_2} = \frac{T_1}{T_1 - T_2} = \mathbf{COP}$$

La Bomba de Calor es una máquina de generación de frío con la que se pueden aprovechar ambos procesos y puede llegar a tener valores de COP entre dos y seis.



## Autoevaluación

¿Cómo se calcula el rendimiento del evaporador de una máquina de generación de frío?

- Dividiendo las diferencias de entalpías en la válvula de expansión entre la del compresor.
- Dividiendo las diferencias de entalpías en el compresor entre la del evaporador.
- Dividiendo las diferencias de entalpías en el condensador entre la del evaporador.
- Dividiendo las diferencias de entalpías en el evaporador entre la del compresor.

Incorrecta porque la válvula de expansión no interviene.

No es correcta, debes revisar el gráfico.

No es la opción correcta, debes revisar el gráfico.

Efectivamente es correcto, es importante que lo entiendas.

## Solución

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

## 3.5.- Rendimiento y balance energético en otros generadores de frío.

Debes saber que antes de utilizarse el ciclo de compresión para la generación de frío ya se utilizaba el ciclo de absorción. ¿Imaginas por qué ha sido sustituido por el de compresión? Su COP es mucho más bajo y su precio está entre 1,5 y 2,5 veces el de uno de compresión de capacidad equivalente, por esta razón se utiliza mucho menos.

Los fluidos más utilizados en el compresor térmico del ciclo de absorción son el **agua con amoníaco** o de **agua con bromuro de litio** y la principal aplicación del ciclo de absorción es para el aprovechamiento de calores residuales o provenientes de energía solar térmica.

También se utiliza la refrigeración evaporativa que consiste aprovechar el efecto de evaporación del agua para producir frío. Son aparatos económicos y eficaces, puesto que el consumo energético es mucho menor aunque consuman agua.

Existen además máquinas de adsorción pero se utilizan muy poco.

Para la determinación del **rendimiento instantáneo** se suele utilizar el **método indirecto** evaluando los datos de funcionamiento de los fluidos externos a la máquina de forma similar a lo que se hace con los demás generadores de frío, siendo las fórmulas de los Coeficientes de Eficiencia Energética:

$$CEE_{Evaporador} = \frac{Potencia_{Absorbida_{Evaporador}}}{Potencia_{Electrica_{Absorbida}}} = \frac{Caudal_{Fluido} \cdot \Delta Entalpia_{Evaporador}}{Potencia_{Electrica_{Absorbida}}}$$

$$CEE_{Condensado} = \frac{Potencia_{Cedida_{Condensada}}}{Potencia_{Electrica_{Absorbida}}} = \frac{Caudal_{Fluido} \cdot \Delta Entalpia_{Condensado}}{Potencia_{Electrica_{Absorbida}}}$$

El **rendimiento estacional** lo determinas como si se tratase de un ciclo de compresión, aunque a veces se determina el rendimiento del conjunto formado por el sistema de captación solar con la máquina de absorción.



### Citas para pensar

Si no te esfuerzas hasta el máximo, ¿cómo sabrás donde está tu límite?

Anónimo

### Para saber más

En los siguientes enlaces puedes encontrar información sobre el ciclo de absorción y una simulación del funcionamiento de una instalación solar con máquina de absorción.

[Ciclo de absorción.](#)

[Frío solar.](#)

## 4.- Equipos de acondicionamiento de aire y ventilación.

### Caso práctico



**Estrella** observa el equipo de climatización de **La neverita** y empieza a tomar datos del mismo para determinar si trabaja de forma eficiente.

En primer lugar anota las características técnicas del equipo como puede ser la potencia, la marca y el modelo y el tipo de refrigerante entre otras.

Le pregunta al encargado si dispone de información técnica del equipo, este le contesta que si existe no sabe dónde está.

**Estrella** tendrá que buscar las características técnicas en Internet en la página web del fabricante.

En la siguiente visita deberá determinar los puntos del diagrama de Mollier midiendo las presiones y temperaturas en cada uno de los puntos para poder determinar el rendimiento de la máquina.

Para la obtención de rendimientos de equipos de acondicionamiento de aire debes utilizar el mismo procedimiento que para los equipos de generación de frío normales.

Estos equipos suelen ser de menores dimensiones y más compactos por lo que resulta más complicado la realización de las mediciones con la rapidez deseada.

Puedes utilizar tanto el **método directo** como el **indirecto** para la determinación de los rendimientos.

Debes estimar el **rendimiento estacional** del equipo de forma similar a como lo haces con un equipo de generación de frío normal.

La guía del **IDAE** sobre eficiencia de generadores de frío desarrolla en mayor detalle un ejemplo de un equipo de acondicionamiento de aire y es necesario que conozcas el procedimiento.

Para los equipos de ventilación debes realizar mediciones de velocidades mediante el **anemómetro** para posteriormente determinar el caudal a partir de las **curvas Caudal-Presión** que proporciona el fabricante con las presiones de aspiración y descarga medidas con el **tubo de Pitot** y un **manómetro**. Existen **anemómetros** que calculan directamente el caudal.

También debes determinar la potencia consumida mediante un **vatímetro** y la velocidad de rotación del mismo mediante un **tacómetro**.



### Reflexiona

El rendimiento instantáneo permite imaginar si la máquina trabaja de forma eficiente en un instante determinado pero lo que realmente es importante es que el rendimiento estacional sea elevado durante todo el año.

### Debes conocer

En el siguiente enlace puedes encontrar una interesantísima Guía publicada por el IDAE relacionada con la eficiencia energética de los equipos de generación de frío, en ella se explica el procedimiento para la determinación de la eficiencia energética en este tipo de equipos. No es necesario que te la aprendas de memoria, pero sí que debes saber utilizarla.

[Procedimientos para la determinación del rendimiento energético de plantas enfriadoras de agua y equipos de tratamiento de aire.](#) (3,53 MB)

### Autoevaluación

¿Es posible que el rendimiento de una máquina sea mayor que la unidad?

- Sí.
- No.

El COP de una bomba de calor es un rendimiento y puede llegar a ser 6.

Normalmente es cierto esto, pero la bomba de calor es una excepción.

## Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

## 4.1.- Alternativas de mejora.

Piensa en algo que quieres mejorar en tu vida. Normalmente las mejoras siempre son interesantes, pero suelen ser más interesantes las que más cuestan ¿No crees?

Las alternativas de mejora de una instalación dependen de diversos factores y deben estar acompañadas de estudios económicos para evaluar los períodos de amortización de las modificaciones propuestas en función de los ahorros considerados.

Para mejorar la eficiencia energética de una instalación de generación de frío debes tener en cuenta que existen diversas posibilidades entre las que se encuentran las siguientes:



- ✓ Aprovechar el calor que se tira a la atmósfera para otros usos.
- ✓ Instalación de sistemas solares para generación de frío solar.
- ✓ Instalación de otros sistemas con energías renovables.
- ✓ Ubicar equipos exteriores en fachadas orientadas al Norte y en zonas sombrías.
- ✓ Sustitución de equipos por otros más eficientes. La tecnología **inverter** varía la potencia frigorífica en función de la temperatura necesaria reduciendo los arranques y paradas del compresor.
- ✓ Utilizar **variadores de frecuencia** para la regulación de la potencia en función de la demanda y la reducción del consumo en el arranque.
- ✓ Utilización de motores de alta eficiencia.
- ✓ Instalar equipos de caudal variable en lugar de los todo-nada.
- ✓ Reducción de la demanda de la instalación, reduciendo las cargas internas o mejorando los aislamientos.
- ✓ Instalación de sistemas automatizados de control de la instalación para climatizar sólo zonas ocupadas por ejemplo.
- ✓ Utilizar el enfriamiento gratuito (FreeCooling).

### Citas para pensar

Lo que sabemos es una gota de agua y lo que desconocemos el océano.

*Isaac Newton*

### Autoevaluación

¿Es posible obtener frío a partir del calor del sol?

- Si.
- No.

Claro que es posible, un ejemplo es la máquina de absorción.

No es correcta porque existe el frío solar.

### Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

## 5.- Medición en instalaciones de generación de frío.

### Caso práctico



Para que las medidas y datos recopilados tengan la calidad adecuada **Estrella** sabe que debe tener en cuenta una serie de recomendaciones.

Le indica al encargado de **La Neverita** que ponga la máquina a máxima potencia para realizar las medidas.

El encargado observa atentamente lo que hace y aunque no se entera de mucho pone bastante interés.

Antes de determinar el rendimiento instantáneo de una máquina de generación de frío debes conocer ciertas peculiaridades de este tipo de sistemas, así como técnicas y recomendaciones de medición que debes aplicar para que las mediciones resulten fiables.



- ✓ La variabilidad de las condiciones ambiente exterior es difícilmente controlable.
- ✓ Los cambios en las ganancias externas e internas de calor afectan a la demanda del equipo.
- ✓ El funcionamiento defectuoso de algunos dispositivos de control del sistema puede afectar a la demanda.
- ✓ La inestabilidad en su funcionamiento es habitual por lo que las medidas deben tomarse lo más rápido posible.
- ✓ Las instalaciones nuevas deben incluir los elementos de medida indicados en la reglamentación, pero las antiguas muchas veces carecen de la mayoría de los medidores por lo que a veces supone la imposibilidad de tomar ciertos datos.
- ✓ La presencia de personas o la ausencia de elementos de la carcasa de la máquina imprescindibles para la toma de ciertas medidas alteran el resultado de las mismas.
- ✓ Obtener un régimen de plena carga estable es prácticamente imposible en algunos casos y debe procurarse que el porcentaje de carga sea el mayor posible y lo más estable posible.
- ✓ La información técnica de las instalaciones suele ser incompleta y obsoleta.
- ✓ Con el **método directo** de determinación del rendimiento debes conocer el caudal del refrigerante que evoluciona en el circuito con carga parcial, y el único que puede determinarlo con fiabilidad es el fabricante.
- ✓ Con el **método indirecto** de determinación del rendimiento debes conocer el caudal del fluido exterior a la máquina. Si se trata de aire la medida entraña errores y si se trata de agua es complicado si la instalación carece de **caudalímetros**.
- ✓ El caudal de agua se puede estimar a partir de las curvas características de carga-caudal del fabricante de un elemento de la instalación si se conocen las presiones a la entrada y la salida del mismo.
- ✓ Debes contrastar la precisión y calidad de la medida de los aparatos existentes en una instalación antes de fiarte de lo que indican.
- ✓ Los resultados de rendimientos obtenidos a partir de datos de campo siempre se consideran aproximados.

### Autoevaluación

¿Qué aparatos de medida necesitas utilizar para saber que potencia está consumiendo un generador de frío?

Un polímetro.

Un vatímetro.

Una pinza amperimétrica.

Un analizador de redes.

Mostrar retroalimentación

### Solución

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

## 5.1.- Condiciones de toma de medidas.

---

Supongo que alguna vez has tenido fiebre. Cuando medimos la temperatura corporal solemos colocar el termómetro debajo del brazo. ¿Te imaginas la razón?

Para que las mediciones que realices en instalaciones de generación de frío, principalmente medición de temperaturas, presiones y caudales sean correctas debes tener en cuenta las siguientes recomendaciones:



### Generales:

- ✓ No realices mediciones sobre una máquina en el momento en que esté cambiando de régimen de funcionamiento ni cuando esté trabajando con un porcentaje de carga pequeño.
- ✓ Antes de recopilar mediciones la máquina debe llevar como mínimo **10 minutos** en funcionamiento.
- ✓ Si fuese necesario actuar manualmente sobre elementos de la instalación para obtener un régimen de funcionamiento más estable lo puedes hacer siempre que no se sobrepasen los límites de cada elemento, se trabaje en condiciones de seguridad y no se afecte al confort de los usuarios de la instalación.
- ✓ Debes mantener en lo posible las condiciones normales de funcionamiento de las máquinas evitando hacer mediciones con paneles desmontados.

### Medición de parámetros:

- ✓ Debes disponer de toda la información y la documentación técnica de la instalación, tanto la de partida como de las posteriores reformas.
- ✓ Debes preparar todos los equipos de medida que vas a necesitar, planificar la toma de datos y realizarla lo más rápidamente posible para evitar cambios de carga durante las medidas que distorsionan los resultados.
- ✓ Las temperaturas del líquido subenfriado deberán tomarse en puntos de las líneas de líquido comprendido entre los filtros y los dispositivos de laminación y alejados como mínimo 15 cm de éstos, siempre que sea posible, para evitar medir temperaturas más bajas que las reales.
- ✓ Las temperaturas de aspiración deberán tomarse, siempre que sea posible, en puntos de las líneas de aspiración intermedios entre los evaporadores y los compresores. Los puntos de medida más adecuados para estas temperaturas son los que se encuentran en las proximidades de los emplazamientos de los bulbos termostáticos de las válvulas de expansión, cuando se utiliza este tipo de válvulas, o de las conexiones de los capilares de equilibrado de presiones.
- ✓ Las temperaturas de descarga también deben medirse en puntos de esas líneas situados a 15 cm de los compresores, como mínimo.
- ✓ Las presiones es preferible que las midas mediante aparatos fijos de la instalación siempre que previamente hagas un contraste para comprobar que miden bien.
- ✓ Para la medición de caudales de forma indirecta necesitas las curvas de carga del elemento en cuestión y las presiones a la entrada y la salida del mismo.
- ✓ Para la medición de caudales de forma indirecta en bomba necesitas las curvas de Caudal-Presión y Caudal-Potencia de la bomba y la medida de la presión neta con la que funciona instalando un manómetro que mida la presión diferencial entre la entrada y la salida de la misma.
- ✓ Puedes medir los caudales de forma directa mediante un caudalímetro portátil.

## 5.2.- Requerimientos de equipos de medida.

Con una regla mides la longitud de un objeto pero te imaginas tener que medir una finca con la misma regla. ¿Sería un poco complicado, no crees?

Para la medición de cada parámetro se deberán utilizar exclusivamente instrumentos de medida idóneos, adecuados para los fluidos con los que trabajen y debidamente contrastados.

La frecuencia de comprobación de los instrumentos de medida respecto a instrumentos "patrón" calibrados deberá ser **anual**.

Los instrumentos patrón deberán ser recalibrados con frecuencia **quinquenal**, en laboratorios oficiales.

Todos los instrumentos de medida que se utilicen dispondrán de **ficha técnica** y de **certificado de calibración homologado**.

Es recomendable que los contadores de energía térmica instalados cumplan la **UNE 1434** y cuenten con **certificados de homologación en algún país de la Comunidad Europea**.

Los equipos de medida que necesitas para la toma de datos son:

- ✓ **Termopar con sondas** de contacto, inmersión y ambiente de precisión mínima de  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y margen de error máximo admisible del 2 %.
- ✓ **Termómetros** preferentemente de columna de mercurio de precisión mínima de  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y margen de error máximo admisible del 2 %.
- ✓ **Manómetro** para agua de precisión mínima de  $0,5\text{ bar}$  y margen de error máximo admisible del 2 %.
- ✓ **Puente de manómetros frigoríficos**, preferiblemente dos juegos completos.
- ✓ **Pinza voltiamperimétrica**, Vatímetro o Polímetro capaz de medir intensidad de precisión  $0,5\text{ V}$ ,  $0,5\text{ A}$  y margen de error máximo admisible del 1 %.
- ✓ **Ohmetro** de precisión mínima de  $0,5\text{ }\Omega$  y margen de error máximo admisible del 2 %.
- ✓ **Caudalímetro** para agua de precisión mínima de  $0,5\text{ m}^3/\text{s}$  y margen de error máximo admisible del 1 %.
- ✓ **Anemómetro rotativo** de precisión mínima de  $0,5\text{ m}^3/\text{s}$  y margen de error máximo admisible del 1 %.
- ✓ **Termoanemómetro de hilo caliente** de precisión mínima de  $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  y de  $0,01\text{ m/s}$  y margen de error máximo admisible del 2%.
- ✓ **Higrómetro o termohigrómetro** de precisión mínima de  $0,5^{\circ}\text{C}$  y error máximo admisible del 2%.
- ✓ **Tubo de Pitot y manómetro de columna** para aire, con tomas de presión total y presión estática de precisión mínima de  $5\text{ Pa}$  y margen de error máximo admisible del 5 %.



### Autoevaluación

¿Se deben realizar las medidas sobre un equipo de generación de frío cuando está funcionando al 25 % de carga?

- No.  
 Sí.

Debe estar funcionando con la mayor carga posible.

No es correcta porque el porcentaje de carga debe ser lo mayor posible y este es demasiado pequeño.

### Solución

1. Opción correcta
2. Incorrecto

## 6.- Exigencias reglamentarias. RITE. (I).

### Caso práctico



**Estrella** tiene en cuenta en todo momento lo que indican las normativas aplicables a las instalaciones de generación de frío para hacer cumplir las exigencias reglamentarias.

Como tiene una duda acerca del tipo de inspección que debe realizar a un equipo de los instalados en la **Neverita** le hace una consulta a **Marisol** para estar segura de que está haciendo lo correcto.

Dentro del **Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios (RITE)** debes fijarte de forma especial en los siguientes apartados:

- ✓ **Capítulo II.** Exigencias técnicas.
  - ✦ **Artículo 12.** Eficiencia energética.
- ✓ **Capítulo VII.** Inspección.
  - ✦ **Artículo 29.** Generalidades.
  - ✦ **Artículo 30.** Inspecciones iniciales.
  - ✦ **Artículo 31.** Inspecciones periódicas de eficiencia energética.



### Debes conocer

En los siguientes enlaces puedes encontrar dos documentos relativos al **RD 1027/2007** por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, no es necesario memorizarlos, basta con que sepas manejarlos:

[RITE: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.](#) (340,50 KB)

[Guía de Comentarios al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.](#) (1,58 MB)

### Para saber más

En los siguientes enlaces puedes encontrar el **RD 1826/2009** por el que modifica el RITE y el **RD 47/2007** sobre Certificación de Eficiencia Energética de Edificios:

[RITE: Modificación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.](#) (213,09 KB)

[Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.](#) (328,34 KB)

En el siguiente enlace puedes encontrar un borrador de modificación del RITE de 2007:

[Propuesta de R.D. que modifica el RITE \(R.D. 1027/2007\)](#) (0,20 MB)

## 6.1.- Exigencias reglamentarias. RITE. (II).

Ya has visto algunos de los apartados del RITE más importantes. ¿Sabes como se concreta el RITE en sus aspectos más prácticos? Efectivamente, las Instrucciones Técnicas detallan de un modo práctico muchos de esos aspectos. Vamos a ver las más relacionadas con esta unidad:



### I.T. 2.4 EFICIENCIA ENERGÉTICA.

Se deben realizar y documentar las siguientes pruebas de eficiencia energética de la instalación:

1. Comprobación del funcionamiento de la instalación en las condiciones de régimen.
2. Comprobación de la eficiencia energética de los equipos de generación de frío en las condiciones de trabajo.
3. Comprobación de las temperaturas y saltos térmicos de todos los circuitos de generación en las condiciones de régimen.
4. Comprobación de que los consumos energéticos se hallan dentro de los márgenes previstos en el proyecto o memoria técnica.

### I.T. 3.4.2 Evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de frío.

Se realizará un análisis y evaluación periódica del rendimiento de los equipos generadores de frío en función de su potencia térmica nominal instalada, midiendo y registrando los valores, de acuerdo con las operaciones y periodicidades indicadas en la tabla siguiente.

#### Periodicidad de las medidas a realizar a los generadores de frío según su potencia

Medidas de generadores de frío	Periodicidad	
	70 kW < P ≤ 1.000 kW	P > 1.000 kW
1. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del evaporador.	Cada 3 meses Una vez al principio de la temporada.	Cada mes Una vez al principio de la temporada.
2. Temperatura del fluido exterior en entrada y salida del condensador.		
3. Pérdida de presión en el evaporador en plantas enfriadas por agua.		
4. Pérdida de presión en el condensador en plantas enfriadas por agua.		
5. Temperatura y presión de evaporación.		
6. Temperatura y presión de condensación.		
7. Potencia eléctrica absorbida.		
8. Potencia térmica instantánea del generador, como porcentaje de la carga máxima.		
9. CEE o COP instantáneo.		
10. Caudal de agua en el evaporador.		
11. Caudal de agua en el condensador .		

### I.T. 4.2.2 Inspección de los generadores de frío.

Deben inspeccionarse los de potencia térmica nominal instalada mayor que **12 kW**.

### I.T. 4.3.2 Periodicidad de las inspecciones de los generadores de frío.

La periodicidad será la que indique el Órgano competente de la Comunidad Autónoma, en función de que su potencia sea inferior o superior a **70 kW**.

Todos los generadores de frío utilizados deberán poseer el **marcado CE** y **Declaración de Conformidad**.

## 7.- Riesgos asociados a los equipos generadores de frío.

### Caso práctico



**Marisol** siempre le sugiere a **Estrella** que durante la visita a las instalaciones determine los riesgos asociados y en función de estos riesgos use los elementos de protección adecuados.

También le insiste en que la planificación de todas las acciones a realizar puede ayudar a evitar el sufrir un accidente laboral.

**Estrella** piensa que es un poco pesada con el tema de la seguridad, pero en el fondo le agradece su interés.

Es importante que antes de realizar ningún tipo de actividad primero examines los riesgos que pueden existir para luego tomar las medidas de seguridad oportunas para evitar los posibles efectos de dichos riesgos.

Riesgos asociados:

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



Elementos de protección individual (**EPI**):

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

Elementos de protección colectiva:

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

### Debes conocer

En el siguiente enlace puedes encontrar el **Real Decreto 552/2019**, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias, no es necesario memorizarlo pero debes consultarlo y saber manejarlo:

[Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas.](#) (2,38 MB)

### 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
Megger.	<input type="checkbox"/>	1. Temperatura.
Manómetro.	<input type="checkbox"/>	2. Velocidad.

Anemómetro.	<input type="checkbox"/>	3. Resistencia.
Higrómetro.	<input type="checkbox"/>	4. Presión.

Enviar

Megger mide Resistencia, Manómetro mide Presión, Anemómetro mide Velocidad e Higrómetro mide Temperatura.

## 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)
	Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataformas públicas de FpaD. Procedencia: Latinstock.		Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataformas públicas de FpaD. Procedencia: Latinstock.
	Autoría: Latinstock. Licencia: Uso educativo para plataformas públicas de FpaD. Procedencia: Latinstock.		Autoría: José Cruz/ABr. Licencia: CC BY. Procedencia: <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Arc">http://es.wikipedia.org/wiki/Arc</a>
	Autoría: Echoray. Licencia: CC BY SA. Procedencia: <a href="http://commons.wikimedia.org/wiki/File:HygroAnalog.jpg">http://commons.wikimedia.org/wiki/File:HygroAnalog.jpg</a>		Autoría: BigAlTaz. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/20654508@N0">http://www.flickr.com/photos/20654508@N0</a>
	Autoría: Roger Blackwell. Licencia: CC BY 2.0. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/rogerblackwell/4199543381/">http://www.flickr.com/photos/rogerblackwell/4199543381/</a>		Autoría: Neurotronix. Licencia: CC BY SA. Procedencia: <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Arc">http://es.wikipedia.org/wiki/Arc</a>
	Autoría: DemonDeLuxe. Licencia: CC BY SA. Procedencia: <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Newtons_cradle_animation_book.gif">http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Newtons_cradle_animation_book.gif</a>		Autoría: Neurotronix. Licencia: CC BY SA. Procedencia: <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Diagrama">http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Diagrama</a>
	Autoría: Ppntori. Licencia: Dominio público. Procedencia: <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Outunit_of_heat_pump.jpg">http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Outunit_of_heat_pump.jpg</a>		Autoría: Bobbie4. Licencia: Dominio público. Procedencia: <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Joy_Axia">http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Joy_Axia</a>
	Autoría: Neurotronix. Licencia: CC BY SA. Procedencia: <a href="http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Compresor_alternativo_R22.jpg">http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Compresor_alternativo_R22.jpg</a>		Autoría: derekkeats. Licencia: CC BY-SA 2.0. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/dl">http://www.flickr.com/photos/dl</a>
	Autoría: GE Sensing & Inspection Technologies. Licencia: CC BY-NC-ND 2.0. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/36760597@N08/4437627081/in/photostream">http://www.flickr.com/photos/36760597@N08/4437627081/in/photostream</a>		Autoría: aucadenas. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/44021012@N0">http://www.flickr.com/photos/44021012@N0</a>
	Autoría: shioshvili. Licencia: CC BY-SA 2.0. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/vshioshvili/388221237/in/photostream/">http://www.flickr.com/photos/vshioshvili/388221237/in/photostream/</a>		Autoría: Ben McLeod. Licencia: CC BY-NC-SA 2.0. Procedencia: <a href="http://www.flickr.com/photos/bc">http://www.flickr.com/photos/bc</a>