



INSTALACIONES FRIGORÍFICAS

SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN,
MANTENIMIENTO DE PRODUCTOS
PERECEDEROS, BAJA POTENCIA





ÍNDICE

Introducción.....	301
Objetivos	303
1. Cámaras de mantenimiento	305
1.1. Justificación del sistema	305
1.2. Especificaciones de los productos.....	306
1.3. Condiciones de almacenaje	306
1.4. Características constructivas	306
2. Supuestos prácticos	323
2.1. Montaje de una cámara frigorífica de mantenimiento de productos perecederos o de temperatura positiva, con compresor monofásico, sistema de evaporación estático con expansión directa mediante tubo capilar y desescarche eléctrico	323
2.2. Montaje de una cámara frigorífica para temperatura positiva, con compresor monofásico, sistema de evaporación aire forzado con expansión directa válvula termostática y desescarche eléctrico	347
Resumen	361
Anexos	365
Glosario.....	369
Cuestionario de autoevaluación	375
Bibliografía	377





INTRODUCCIÓN

La necesidad de ampliar la vida de almacenamiento de los alimentos, después de su tratamiento o su recolección para su distribución a los consumidores, ha fomentado el desarrollo de la industria frigorífica. Aunque la refrigeración se aplica a fines distintos de la conservación de los alimentos, su mayor aplicación está en la prevención o retraso de los cambios microbianos, fisiológicos y químicos de los alimentos.

Incluso a temperaturas próximas al punto de congelación, los alimentos pueden deteriorarse por el crecimiento de microorganismos, por cambios ocasionados por la acción de enzimas o por reacciones químicas. El mantenimiento de los alimentos a bajas temperaturas reduce simplemente la velocidad a que se producen los cambios degenerativos.

Las frutas, las verduras, los alimentos cárnicos, los huevos y los productos lácteos están todos ellos sujetos a los cambios provocados por el deterioro microbiano cuando están refrigerados en estado no congelado. Sin embargo, la pérdida de calidad en las frutas y verduras mantenidas en estas condiciones se produce principalmente a causa de cambios fisiológicos.

Estos alimentos se echan a perder principalmente a causa del crecimiento de bacterias. En la siguiente tabla, vamos a relacionar las temperaturas mínimas de crecimiento de ciertas bacterias corruptoras y de ciertas bacterias causantes de enfermedades transmitidas por los alimentos.

Diversos factores determinan el lapso de tiempo durante el que los alimentos cárnicos o la leche pueden conservarse a temperaturas frigoríficas por encima de la congelación. Son de la mayor importancia el nivel de contaminación por bacterias psicrófilas, y el hecho de que las bacterias contaminantes estén en la fase logarítmica exponencial de su desarrollo a temperaturas comparativamente bajas.

Dos de los factores que determinan el tiempo de deterioro son la duración de la fase estacionaria y la velocidad de crecimiento exponencial de las bacterias contaminantes. A medida que la temperatura de conservación desciende de los 4° C hasta un punto próximo a los 0° C, la fase estacionaria de las bacterias psicrófilas aumenta marcadamente y la velocidad de crecimiento exponencial disminuye considerablemente.

La mayor parte de las industrias reconocen las ventajas que reportan las buenas condiciones sanitarias y el empleo de temperaturas próximas al punto de congelación para conservar los productos. Para la consecución de la máxima vida de almacenamiento de los alimentos refrigerados, el



Organismo o Tipo	Significado Posible	Temperatura Mínima Aproximada de Crecimiento °C
Stafilococcus Aureus	Enfermedad transmitida por los alimentos	7
Salmonela spp	Enfermedad transmitida por los alimentos	7
Clostridium botulinum tipos A y B	Enfermedad transmitida por los alimentos	7
Clostridium botulinum tipo E	Enfermedad transmitida por los alimentos	3
Clostridium botulinum tipo F	Enfermedad transmitida por los alimentos	3
Lactobacillus y Leuconostoc	Corrupción de embutidos cocidos	3
Pseudomonas Fluorescens	Corrupción del pescado	-1
Acinetobacter spp	Corrupción de los alimentos precocinados	-1
Pseudomonas spp	Carnes y productos lácteos	-1

empleo de temperaturas relativamente bajas durante el transporte y la conservación a nivel de tiendas de venta al público, es tan importante como en cualquier otro momento. Muchas de las ventajas obtenidas con unos buenos métodos de tratamiento pueden perderse por culpa de defectuosos procedimientos de manipulación durante el transporte y a nivel de venta al público.



OBJETIVOS

En esta unidad didáctica, el alumno deberá ser capaz de:

- Analizar el producto a conservar.
- Conocer los materiales a utilizar.
- Manejar los programas informáticos de cálculo.
- Montar una cámara frigorífica.
- Regular y poner a punto una cámara frigorífica.
- Estudiar los distintos reglamentos y normas de aplicación.

losmejorestecnicosjunior.blogspot.com





1. CÁMARAS DE MANTENIMIENTO

1.1. Justificación del sistema

Un almacén frigorífico es un edificio cualquiera o una parte del mismo, utilizado en condiciones controladas de almacenamiento, con refrigeración.

Dos tipos básicos de almacenamiento son:

1. Frigoríficos que protegen los productos a temperaturas generalmente por encima de los 0°C .
2. Cámaras de baja temperatura, funcionando por debajo de los 0°C para evitar su deterioro.

Los criterios desarrollados a la hora de realizar un proyecto de cámara frigorífica son prácticamente iguales para cualquier tipo de almacenamiento.

Las condiciones dentro de una cámara frigorífica cerrada deben mantenerse para conservar el producto almacenado. Esto se refiere en particular al almacenamiento estacional y al de larga duración.

Puntos especiales a considerar:

- Temperaturas uniformes.
- La longitud del chorro de aire, en caso que lo lleve, y su choque con los productos almacenados.
- El efecto de la humedad relativa.
- El efecto del movimiento del aire sobre los empleados.
- La ventilación controlada, si es necesaria.

El propietario de la cámara frigorífica, o su responsable técnico, determinará claramente todos los servicios necesarios para la misma, durante todo el año de funcionamiento, así como las condiciones ambientales en el lugar de la instalación. Esta información formará parte de las especificaciones técnicas del proyecto de construcción.

Para la construcción de una cámara frigorífica con aislamiento térmico, el responsable técnico informará de las condiciones de servicio más severas esperadas durante el funcionamiento, así como los requisitos de almacenaje tales como altura disponible, instalación de estanterías o utilización de ganchos para carnes, etc.



Con estas informaciones es posible efectuar un balance térmico adecuado, cuyo procedimiento fue estudiado en la UD 1, teniendo en cuenta los aspectos de cargas parciales para determinar la capacidad de refrigeración necesaria, en particular el número de compresores a utilizar para hacer una distribución racional del consumo de energía eléctrica.

1.2. Especificaciones de los productos

Las siguientes especificaciones deben constar en las especificaciones técnicas:

- Naturaleza del producto.
- Frecuencia de las entradas y salidas de producto durante una semana.
- Planning de producción o recolectado.
- La temperatura a la que los productos entran a las cámaras.
- Cantidad diaria Kg/día de productos que deben ser refrigerados o que deban ser refrigerados rápidamente.
- Características de los embalajes.

1.3. Condiciones de almacenaje

Las siguientes condiciones de almacenaje de los productos también deberán constar en las especificaciones técnicas:

- Temperaturas internas.
- Humedad relativa interna.
- Tiempo de almacenaje por producto.
- Métodos de apilado de las cargas (carretillas, elevadores, etc.).
- Métodos de almacenaje (palets, estanterías, etc.).

1.4. Características constructivas

Las características constructivas de las cámaras frigoríficas influyen directamente en la capacidad de refrigeración, o sea, tienen influencia directa en el aumento o reducción del consumo eléctrico de la instalación.

Los principales factores a considerar son:

- Eficacia del aislamiento térmico en suelo, paredes y techos.
- Existencia de barreras de vapor apropiadas.
- Infiltraciones de aire a niveles mínimos.



Antes de continuar, vamos a definir el sistema de barreras de vapor para una mejor comprensión de los métodos de construcción que a continuación vamos a detallar.

En cualquier espacio refrigerado se forma una fuente de vapor en virtud de la diferencia de presiones de vapor entre el aire externo y el aire interno de la cámara.

Si se proyecta una cámara frigorífica sin una barrera de vapor, la humedad que penetra en el aislamiento hace disminuir su eficiencia térmica, aumentando la pérdida de energía y dañando el propio aislamiento.

Sin una eficiente barrera de vapor, la vida útil de una cámara frigorífica queda considerablemente reducida.

Tipos de barreras:

- Aplicando una fina capa de fluido plástico en la superficie exterior del aislamiento, suelo, paredes y techos, antes de ser colocado. El material utilizado suele ser asfalto o una emulsión bituminosa de resinas polímeros.
- Películas de aislamiento formadas por finas capas de asfalto, hojas plásticas y películas de metal, aplicados sobre una superficie de soporte cuando el aislamiento es interno, o sin ningún tipo de soporte si el aislamiento es externo.
- Protección en forma de paneles prefabricados en forma de sándwich, u hojas de plástico. Debemos asegurarnos, a la hora del montaje, que la barrera no se vea interrumpida por las uniones de los paneles.

Generalmente, todas las penetraciones en el aislamiento deben ser tratadas cuidadosamente para mantener la humedad lejos del elemento. Se utilizarán elementos complementarios a las barreras de vapor para evitar las condensaciones o formación de hielo.

Los almacenes fríos, más que la mayoría de las construcciones, requieren un proyecto correcto, materiales de calidad, buena mano de obra y una supervisión detallada.

El proyecto debe asegurar que una correcta instalación puede conseguirse bajo varias condiciones adversas en el lugar de construcción. Los materiales deben ser compatibles unos con otros.

Los métodos de construcción pueden clasificarse como:

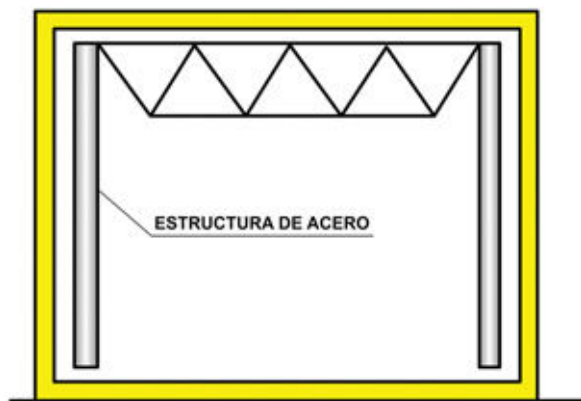
- De panel estructural aislado.
- De aislamiento aplicado mecánicamente.
- Sistemas de espuma adhesiva o aplicada por pulverización.



Estas técnicas constructivas sellan el aislamiento con una envolvente estanca al aire y a la humedad, la cual no debe ser interrumpida por componentes estructurales importantes.

Para conseguir una envolvente sin interrupción, se usan tres sistemas:

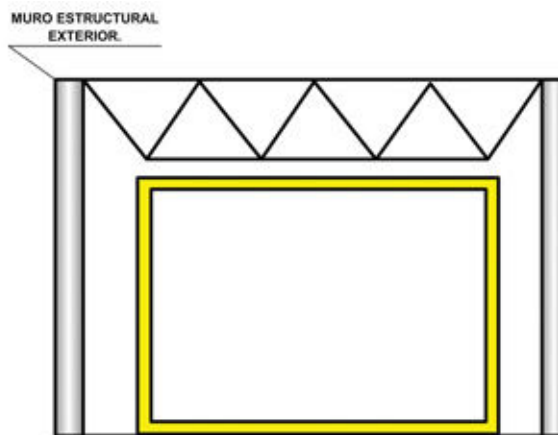
El primero y más simple es el de encapsulado total del sistema estructural con una barrera de vapor exterior bajo el suelo, por fuera de las paredes y por encima de la chapa de la cubierta.



Sistema de barrera de vapor totalmente exterior

Este método proporciona el menor número de penetraciones a través de la barrera de vapor, así como el menor coste.

El segundo método es un sistema completamente interior, en el que la barrera de vapor se coloca dentro de la sala y se aplica aislamiento a las paredes, suelo y falso techo.

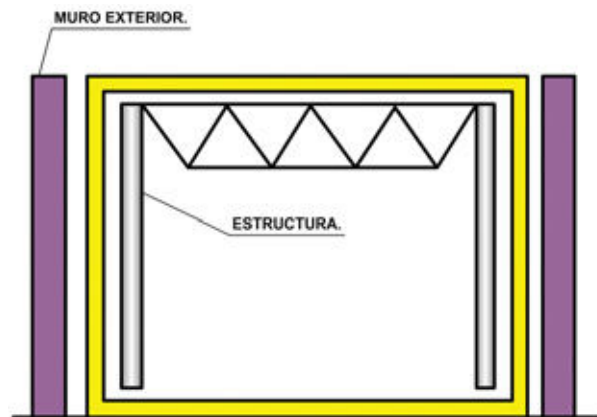


Sistema de barrera de vapor totalmente interior

Esta técnica se utiliza cuando las paredes y los techos deben lavarse, cuando una estructura existente se convierte en un local a baja temperatura o en el caso de pequeñas salas colocadas dentro de grandes frigoríficos o instalaciones sin refrigerar.



El tercer método es una construcción interior–exterior que comporta un muro cortina exterior en ladrillo o material similar, ligado al sistema estructural interior. Un espacio adecuado deja que el sistema de aislamiento de barrera de vapor pase por encima de la cubierta y se incorpore en el sistema de la misma, que sirve de barrera de vapor.



Sistema de barrera de vapor interior–exterior

Este método constructivo es una alternativa viable, aunque ofrece más interrupciones en la barrera de vapor que el sistema exterior.

1.4.1. Materiales utilizados

El espacio adyacente a la envolvente.

La condensación en la envolvente se produce generalmente por una humedad elevada y por una ventilación no adecuada. Muy a menudo, esto ocurre en un espacio de aire muerto, tal y como el plenum del techo o dentro de los ladrillos huecos, en la estructura que penetra o en el hueco de una viga.

Deben eliminarse todos los espacios cerrados con aire, excepto los que, siendo grandes, se pueden ventilar de modo adecuado. Los plenums del techo, por ejemplo, se ventilan muy bien con ventiladores mecánicos, que remueven el aire por encima de la envolvente.

A ser posible, la envolvente del aislamiento no debe traspasarse. Hay que aislar y sellar todas las vigas de acero, los pilares y las tuberías grandes que atraviesan el aislamiento, con unos 1200mm de aislamiento.

Los conductos eléctricos, tubos pequeños y las varillas deben aislarse con una distancia de cuatro veces el espesor normal del aislamiento de la pared. Los conductos eléctricos y los tubos pequeños deben ser herméticos al vapor por la parte interior para evitar el flujo de humedad.



En ambos casos, el espesor del aislamiento en la proyección debe ser la mitad de la pared o el techo normales.

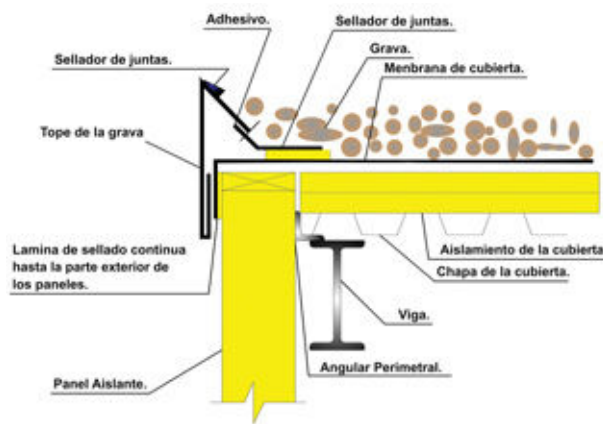
Tratamiento del Aire/Vapor en las uniones.

Las fugas de aire vapor en las uniones pared/techo constituyen probablemente el problema constructivo principal en las instalaciones de almacenaje de frío.

Cuando una cámara de diseño interior–exterior baja hasta la temperatura de funcionamiento, los elementos estructurales, techo y aislamientos, se contraen y pueden alejar el techo de las paredes. Debido a la presión negativa en la zona de la unión pared/techo, el aire caliente húmedo puede filtrarse en la sala y formar escarcha y hielo. Por tanto, es crítico un correcto diseño del cierre contra el vapor.

Lo mejor para evitar la infiltración es un sistema de chapa vierteaguas. Una buena chapa vierteaguas debe ser flexible, fuerte, hermética y estanca al vapor.

El uso adecuado de un aislamiento flexible en los solapos, una masilla adhesiva y un buen sellador de masilla, aseguran un funcionamiento sin fugas.



Para mantenerse hermética y estanca al vapor, correctamente construida, deberá:

1. Ser suficientemente flexible para soportar los movimientos del edificio, que pueden tener lugar a la temperatura de funcionamiento.
2. Estar construida con un mínimo de penetraciones que puedan provocar fugas.
3. Tener una chapa vierteaguas correctamente solapada sellada con un adhesivo y fijada mecánicamente a la barrera de vapor de la pared.
4. Sellar el vierteaguas a la cubierta sin dejar aberturas.



El diseño exterior–interior puede no ser el adecuado, debido a la extrema dificultad de mantener un ambiente hermético y estanco al vapor.

Ventilación del suelo.

Las instalaciones que funcionen por encima de las temperaturas de congelación no precisan de ningún tratamiento especial por debajo del suelo.

Preparación de la superficie.

Cuando se utiliza un adhesivo, la superficie contra la que se aplica el material aislante debe de ser lisa y estar limpia de polvo.

En el caso de un sistema mecánico de fijación, no necesita de ninguna preparación especial de la superficie, suponiendo que ésta esté razonablemente lisa y se encuentre en buen estado.

En el caso de utilizar una espuma pulverizada, la superficie debe estar caliente y seca. Deben prepararse las grietas o las juntas de la construcción para evitar la proyección a través de la envolvente del aislamiento proyectado. Todo el polvo y los desechos sueltos deben eliminarse, para asegurar una buena ligazón entre el aislamiento de espuma y la superficie. Las superficies muy lisas pueden necesitar agentes especiales de fijación.

En el caso de paneles utilizados como recubrimiento no se hace necesario emplear ninguna preparación especial de la superficie, suponiendo que las superficies están en buen estado y son razonablemente lisas.

Acabados.

Los paneles estructurales aislados con metal al exterior y metal o plástico reforzado por la cara interior son de corriente aplicación, tanto en los frigoríficos como en los congeladores.

Su empleo elimina la humedad del aislamiento y deja solo las uniones entre los paneles como zonas potenciales de penetración de la humedad.

En el caso de necesitar lavados sanitarios se precisa a veces un acabado lavable. Tales acabados suelen ser de baja permeabilidad, y cuando se aplican a la superficie interior del aislamiento, se precisa de un tratamiento de más baja permeabilidad en la parte exterior del mismo.

Todas las paredes y techos deben tener un acabado interior. El acabado debe ser permeable al vapor y no debe servir como barrera, excepto en el caso de la construcción con paneles. La permeabilidad del acabado interior, hecho in situ, debe ser mucho más elevada que la barrera de vapor realizada de igual forma.

Para seleccionar un acabado interior que cumpla con las condiciones de uso de la instalación deben considerarse los siguientes factores:



- La resistencia al fuego.
- Las exigencias del lavado.
- El daño mecánico.
- La permeabilidad a la humedad y al gas.

Todas las paredes interiores de los espacios aislados deben protegerse con parachoques y bordillos, siempre que exista la posibilidad de dañar el acabado.

Falsos techos.

Los falsos techos, baratos, funcionan bien cuando van recubiertos por la parte alta o lado caliente con una barrera de vapor, que enlaza con la barrera de aislamiento de la pared. El espacio por encima del falso techo debe estar ventilado con un mínimo de seis cambios de aire por hora, para hacer mínima la posibilidad de condensaciones. Pueden utilizarse ventiladores de extracción montados en la cubierta y unos orificios de ventilación a lo largo del perímetro del plenum. Los ventiladores mecánicos deben estar controlados por un termostato y/o un humidostato, para pararlos cuando:

- a. La temperatura esté por debajo de los 10° C.
- b. La humedad exterior esté por debajo del 60% HR.

En estas condiciones hay pocas posibilidades de condensación, y la ventilación reduce el efecto aislante del espacio muerto de aire. Los falsos techos deben proyectarse para soportar un tráfico ligero a pie, para su inspección y mantenimiento.

Sumideros en el suelo.

Siempre que sea posible, deben evitarse los sumideros en el suelo, en particular en los congeladores. Si es necesario, deben ser de pequeñas dimensiones y colocarse bien alto sobre el aislamiento del suelo, para dejar que el sumidero y la tubería se monten con la mínima debilitación posible del aislamiento.

Cableado eléctrico.

El cableado eléctrico debe conducirse a la cámara a través de un punto, perforando la barrera de vapor y el aislamiento solo una única vez. Para este servicio, y siempre que las normas lo permitan, debe recomendarse el cable recubierto de plástico. Si las normas o reglamentos exigen el uso de conductos, el último accesorio en el lado caliente debe ser del tipo a prueba de explosiones, sellado, para evitar que el vapor de agua entre en el conducto frío.

Las luminarias en la cámara no deben ser estancas al vapor, sino que deben permitir el libre paso de la humedad.



Debe tenerse cuidado en obtener un sello de vapor entre la parte exterior del servicio eléctrico y la barrera de vapor de la cámara.

Las vías.

Las vías para carne en una cámara, siempre que sea posible, deben montarse y soportarse dentro de la estructura aislada, con total independencia del propio edificio. Esto hace que todo el peso de las vías caiga sobre el suelo de la cámara, se eliminen las fijaciones en la estructura del techo en los elementos superiores y se facilite el mantenimiento.

Puertas y herrajes.

Las puertas deben ser fuertes y, al mismo tiempo, lo suficientemente ligeras para abrirlas y cerrarlas con facilidad. Los herrajes deben ser de buena calidad, de modo que compriman uniformemente la junta contra el marco.

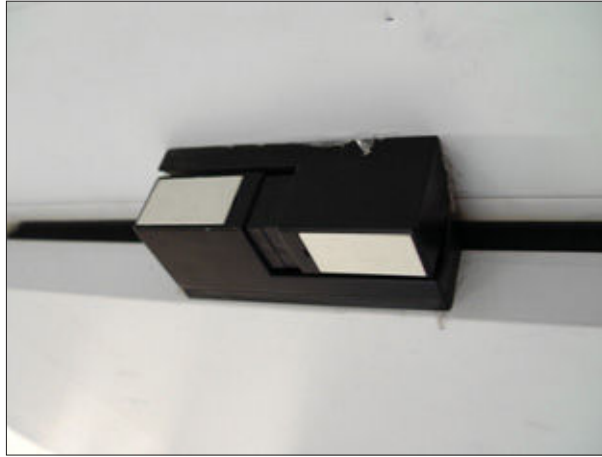
Podemos establecer una clasificación basada en el modo de instalación y el movimiento a la hora de abrir o cerrar la puerta. Considerando estos aspectos, se pueden clasificar en:

empotradas	pivotantes	solapadas con umbral saliente
		frotando el umbral
superpuestas	pivotantes	frotando el umbral
	correderas	

El marco o bastidor fijo tiene una gran importancia para la solidez y estanqueidad de la puerta. Debe ser indeformable, lo que implica la necesidad de poseer una gran resistencia, aunque no hace falta que tenga continuidad con el aislamiento de la pared en que está fijado.

Los herrajes de las puertas isotérmicas comprenden dos series de piezas diferentes, las primeras aseguran el giro y el levantamiento de la puerta, y las segundas, su cierre.

El pivotado o giro se obtiene por medio de bisagras de latón cromado en las puertas de dimensiones pequeñas, puertas de cámaras frías comerciales, de temperatura positiva.



Bisagras

El cierre se obtiene por medio de gatillos interiores de tres puntos en los casos de puertas de pequeñas dimensiones, y exteriores, de dos o tres puntos, en el caso de puertas de grandes dimensiones, los cuales se deslizan sobre pestillos con rampas inclinadas que facilitan el despegue eventual de las juntas de estanqueidad.

En las puertas superpuestas pivotantes, el cierre se obtiene por medio de bloques con resortes regulables que facilitan el cierre automático con un solo golpe dado a la puerta, efectuándose la apertura, tanto desde el interior como del exterior, por medio de una maneta o palanca.



Todos los herrajes de metal, bien sean de la construcción o estén expuestos a condiciones que puedan oxidar el metal de base, deben protegerse muy bien con un grueso galvanizado, metalizado u otro procedimiento.



1.4.2. Aislamientos

Aislamiento rígido.

Los materiales aislantes, como el poliestireno, el poliuretano y los materiales fenólicos, han dado buenos resultados cuando se instalan con la adecuada barrera de vapor y se acaban con materiales que proporcionan protección contra el fuego y forman una superficie higiénica. Para la selección del material adecuado, deben considerarse primordialmente los aspectos económicos sobre la base del material instalado, incluyendo el acabado, las condiciones higiénicas y el grado de protección contra el fuego.

Aislamiento con paneles.

Es ampliamente aceptado el empleo de paneles aislantes prefabricados para la construcción de paredes y techos aislados. Estos paneles se montan alrededor de la estructura del edificio o pueden montarse como paneles de recubrimiento en una instalación existente.

Instalación fácil, eficiente y rápida:

El diseño del tipo sándwich y de sus juntas, asegura una rápida y eficiente instalación puesto que los cierres de excéntrica, no sólo dan rigidez a los paneles y cierran sus juntas perfectamente sino que al accionar las levas excéntricas se asegura el perfecto alineamiento en el sentido de los tres ejes del panel. En paredes de cámaras interiores de hasta 9m de altura no es preciso fijarlos a la estructura metálica, lo que posee indudables ventajas pues elimina los puentes térmicos y la perforación de las juntas de los paneles. Para alturas mayores de 9m, los paneles se suministran con unas piezas especiales de refuerzo que permiten su fijación a la estructura. Estas piezas no producen puente térmico y permiten movimientos diferenciales de la estructura respecto a los paneles sin afectar a los mismos. Estas piezas especiales de refuerzo se colocan siempre en el caso de paredes exteriores. Los techos de las cámaras construidas con tipo sándwich se suspenden de la estructura del edificio con varillas de acero inoxidable con dispositivo para la nivelación.

Aislamiento de alto rendimiento:

En los laboratorios de fábrica se ha desarrollado un tipo de espuma de poliuretano con alto contenido de células cerradas, con las que se obtiene un mejor coeficiente de conductividad térmica y, por lo tanto, un mejor poder aislante.

Eliminación de puentes térmicos:

Con el sistema de paneles tipo sándwich se consigue la construcción de cámaras de gran robustez por los cierres de excéntrica de diseño especial,



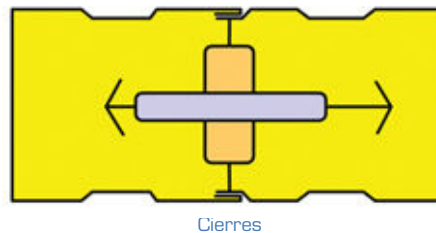
que unen los paneles firmemente entre sí y además se eliminan las fijaciones a la estructura que en otros sistemas se hacen mediante pernos que atraviesan la junta del panel. En el caso de que interese fijación a la estructura, se emplean unas piezas deslizantes y elásticas para absorber los movimientos diferenciales.

Barrera de vapor continua:

Al eliminar pernos de fijación a la estructura, se evitan no sólo los puentes térmicos antes citados, sino también las perforaciones de las chapas exteriores de los paneles o de las juntas y por tanto se asegura una barrera de vapor continua, eliminando así el riesgo de penetración de humedad y formación de hielo en el interior de los paneles o de la cámara frigorífica.

Juntas de alta eficiencia:

Los sistemas de paneles existentes en el mercado poseen diferentes soluciones para las juntas entre paneles, que tienen en cada caso ventajas e inconvenientes. En el tipo sándwich se ha diseñado una junta que incluye ventajas tales como:



1. Cierre de excéntrica.
2. Banda de sellado.
3. Inyección de poliuretano en obra.

Existe una única junta tanto en la cara interior como en la exterior de los paneles.

Lleva incorporados cierres de excéntrica que aseguran un rápido ensamblaje, una alta resistencia y el perfecto ajuste de las juntas.

No precisa la colocación de pernos en las juntas, eliminando los puentes térmicos y perforaciones de la barrera de vapor.

Las juntas poseen una cavidad en toda su longitud que se rellena “in situ” con espuma de poliuretano inyectado con máquina de alta presión que garantiza el total sellado de las mismas.

Los paneles llevan incorporadas unas juntas de neopreno que garantizan la total estanqueidad de las juntas.



Características técnicas:

Los paneles tipo sándwich se fabrican en cualquier longitud hasta 18 m, con un ancho de 1,20m. La gama de espesores es de 100, 150, 175, 200, 225 y 250mm y los acabados estándar de las chapas de revestimiento de ambas caras son de acero galvanizado o de acero galvanizado y lacado en fábrica, pero pueden fabricarse paneles con revestimiento en chapa de acero inoxidable, P.V.C., plastinol, etc.

ESPESOR DEL PANEL (mm)		100	150	175	200	225	250
COEF. DE	W. m C	0.21	0.14	0.12	0.11	0.10	0.09
	Kcal/h m ² °C	0.18	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07
PESO POR M ² CON CHAPA EN AMBAS CARAS (Kg)		15	17	18	19	20	21
PESO ESPECIFICO MEDIO ESPUMA P.U.(Kg/ m ³)		38 (+ -) 2					

Aislamiento formado in situ.

Este método de aplicación va ganando aceptación como resultado del desarrollo del aislamiento en poliuretano y del equipo para la instalación de este aislamiento.

Existen máquinas mezcladoras portátiles, con una tobera pulverizadora, conectada mediante una manguera a unas bombas y a los depósitos de material. La mezcla parcialmente expandida en el caso de la espuma se lleva con la tobera a los huecos de la pared, suelo o techo, para llenarlos, formando un aislamiento monolítico sin juntas. Las espumas fraguan en unos 2 minutos aproximadamente. Sin embargo, las espumas pulverizadas son normalmente a base de un sistema de uretano de reacción rápida, que sube y fragua en unos 10 a 15 segundos. Las presiones de expansión son considerablemente mayores en el uretano pulverizado que en el uretano simplemente expandido.

Espesor del aislamiento.

El valor del espesor del aislamiento (R) que se necesita, varía con la temperatura a mantener en el espacio refrigerado y con las condiciones existentes en el entorno de la cámara. Para distintos tipos de instalaciones, se recomiendan generalmente los valores de R que se indican en la tabla siguiente. La unidad de R es m² Kw.



Tipo de instalación	Margen de temperaturas °C	Suelos R	Muros/ falsos techos R	Cubiertas R
Frigorífico	4 a 10	Aislamiento perimetral solo	4,6	5,3 – 6,1
Frigorífico a baja temperatura	-4 a 2	3,5	4,2 – 5,6	6,1 – 7,0
Congelador de conservación	-23 a -29	4,7 - 5,6	6,1 – 7,0	7,9 – 8,8
Congelador de chorro	-40 a -16	5,3 – 7,0	7,9 – 8,8	8,8 – 10,5

1.4.3. Medidas de seguridad

En las cámaras frigoríficas, en especial aquellas de temperatura negativa, deben tenerse en cuenta las medidas de seguridad prescritas por el Reglamento de Seguridad de Plantas e Instalaciones Frigoríficas, como son la existencia de alarmas luminosas y sonoras en el exterior que se accionan desde el interior, y la existencia de un hacha de bombero junto a la puerta.



Asimismo conviene instalar alumbrado de emergencia sobre las puertas de las cámaras en previsión de accidentes, en caso de fallo del sistema de iluminación.

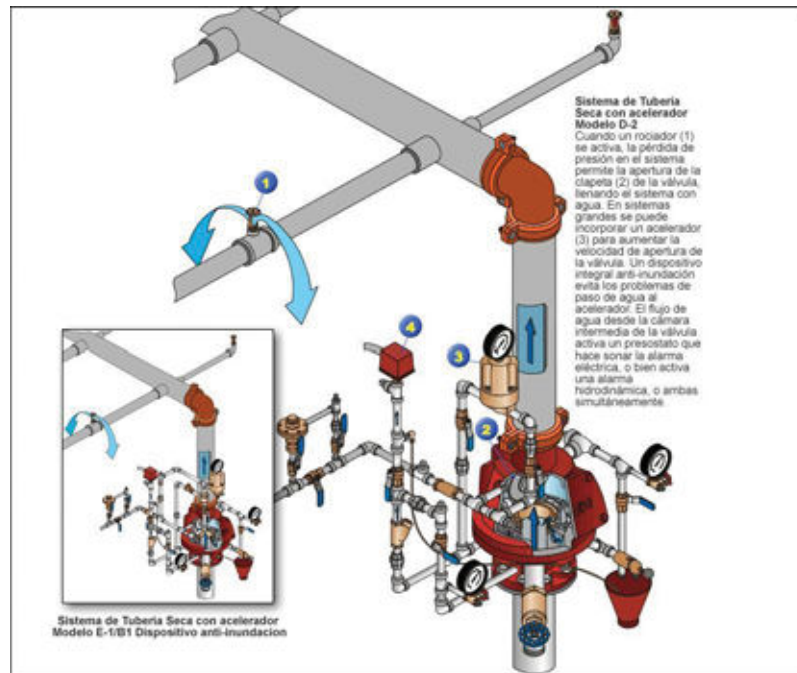


Emergencia



En la protección contra incendios de las cámaras frigoríficas por encima de la temperatura de congelación se utilizan los sistemas ordinarios de rociadores húmedos, pero, en lugares a más bajas temperaturas no pueden aplicarse sin unas modificaciones. Una de las modificaciones se denomina de tubería seca.

En el sistema de tubería seca, los tubos de los rociadores en los espacios refrigerados están llenos de aire seco comprimido. El agua está separada del aire comprimido por una válvula especial de la tubería seca. La presión del aire, que se controla, mantiene esta válvula cerrada en tanto que no tenga lugar el fallo de un rociador. Cuando se descarga la presión del aire, la presión del agua abre la válvula y el agua entra en el sistema de rociadores.



1.4.4. Puesta en servicio. Pruebas y medidas

1) Compresor.

Parado.

- Comprobar visualmente el estado del compresor.
- Verificar el estado de ajuste de las tuercas.
- Comprobar las conexiones eléctricas.



En marcha.

- Medir intensidad de consumo.
- Comprobar presiones de aspiración y descarga.
- Medir el nivel sonoro.

2) Válvulas de paso manuales.

En general, salvo excepciones expresamente descritas, todas las válvulas de paso de refrigerante que no dan paso al exterior, deben estar abiertas antes de arrancar cualquier máquina.

La excepción la constituyen aquellas válvulas de paso manuales que sirven para conectar un circuito con otro, una máquina con otra, una máquina a diferentes circuitos y en casos de emergencia o especiales.

En instalaciones automáticas las válvulas de paso manuales no se deben manipular nunca, ni cuando la instalación frigorífica está parada.

En caso de paradas prolongadas, por razones de reparación o en caso de paradas técnicas, se debe hacer un vacío de los evaporadores y demás equipos instalados en la parte baja del circuito en cuestión, almacenar el refrigerante en el recipiente de líquido o, en caso de no disponer de este recipiente, acumular el refrigerante en el condensador, antes de proceder a cerrar las válvulas de paso manuales del servicio que se quiere anular.

Evitar, en todo caso, que pueda quedar atrapado el refrigerante líquido en tramos de tubo, recipientes, etc., no provistos de válvulas de seguridad y sin cámara de gas.

No confundir las válvulas manuales, de las que hemos tratado con las válvulas de regulación manual, si las hubiese, que no han de ser manipuladas, a excepción de la primera puesta en marcha que se deben operar para conseguir el ajuste deseado en la misma.

3) Válvulas automáticas solenoides.

Verificar el estado de las válvulas solenoides según el esquema eléctrico de la instalación.

4) Arranque de la instalación general.

Comprobar, paso a paso, con el esquema eléctrico de la instalación, que se van accionando los distintos sistemas que intervengan en el montaje.

1.4.5. Ahorro energético

Además de los del propio diseño de la situación y de la propia instalación frigorífica, existen distintos aspectos tecnológicos que inciden en la eficacia energética de la planta y que deben ser tenidos en cuenta en la realización del proyecto. Una ubicación de la sala de máquinas lo más cerca posible de los puntos de demanda de frío minimiza los tramos de conductos, pérdidas de carga por fricción, pérdidas de rendimiento, etc. La situación de la sala de máquinas viene muy ligada al tipo de construcción escogido en la ejecución de la nave.

La situación de los servicios de frío es importante para la correcta distribución del aire tratado y su propagación con la máxima eficacia, cubriendo los puntos de entrada de aire caliente de la forma más eficaz posible. Con este criterio se deben ubicar los distintos evaporadores. Para minimizar las infiltraciones en el recinto de aire no tratado se deben tomar las medidas necesarias para evitarlas, como dotar a los espacios de elementos que impidan la entrada de aire caliente a los recintos.

Un sistema de refrigeración necesita estar siempre en las condiciones óptimas, requiriendo un trabajo de mantenimiento preventivo, de forma que se evite la pérdida de rendimiento por suciedad, por paradas inesperadas, o evitar la infiltración de aire exterior por puertas.

A continuación, describiremos distintas actuaciones que se deben efectuar en las instalaciones, para conseguir un óptimo funcionamiento y adecuación a través del cual alcanzar ahorros energéticos importantes.

Actuaciones generales para el ahorro energético:

- Establecer una gestión correcta.
- Tener un objetivo bien definido.
- Actuar mediante políticas adecuadas.
- Objetos bien especificados.
- Tener a mano los recursos necesarios a utilizar.

Ahorro en equipos eléctricos y térmicos: cámaras frigoríficas:

- Dimensionar la instalación a las necesidades.
- Adecuar la temperatura al producto y al tiempo de conservación.
- Elementos de control y regulación en buen estado.
- Buen aislamiento, mantener puertas cerradas. Cierre hermético, cortinillas flexibles, cortinas de aire.
- Evitar fuentes de calor.
- Independizar las cámaras frigoríficas de los locales calefactados.

- Adosar todas las cámaras, porque se disminuye superficie de contacto exterior.
- Proteger el recinto frigorífico de la radiación solar.
- Instalación de un interruptor temporizado para el alumbrado interior

Ahorro en procesos: compensación de energía reactiva:

- Instalación de un condensador o batería de condensadores.
- Aumento de la potencia (P) disponible en bornes del transformador.
- Disminución de pérdidas en la instalación.
- Reducción de la caída de tensión a lo largo de la instalación.
- Reducción de la facturación eléctrica.

Ahorro en procesos: accionamientos eléctricos:

- Variación rápida, robusta y fiable de la velocidad.
- Mayor rendimiento y mayor calidad del sistema productivo.
- Reducción de la potencia consumida y los costes de mantenimiento.
- Variador electrónico de frecuencia, aumento del rendimiento de la instalación un 54%.

2. SUPUESTOS PRÁCTICOS

2.1. Montaje de una cámara frigorífica de mantenimiento de productos perecederos o de temperatura positiva, con compresor monofásico, sistema de evaporación estático con expansión directa mediante tubo capilar y desescarche eléctrico

2.1.1. Especificaciones de montaje

Necesidades frigoríficas.

Necesitamos conocer las necesidades que nos presenta el cliente, para ello comenzamos desarrollando el cuestionario de preguntas y anotando en la hoja de cálculo, preguntando o tomando nosotros in situ los datos necesarios para el desarrollo de los cálculos, diseño del sistema y poder darle la respuesta adecuada.

Anotar en la hoja de cálculo del Anexo I, los datos de referencia como ejemplo práctico del supuesto práctico:

Razón social de la empresa contratada “Alumno”:

Razón social de la empresa contratante “Cliente”.

Ciudad donde se va a realizar el montaje “Ubicación”: Córdoba.

Destino de la cámara: conservación de productos perecederos (uso mixto).

Temperatura media máxima anual exterior (comprobar la tabla de temperaturas): 37° C.

Humedad media relativa: 36%.

Temperatura de consigna, media interior servicio: 1° C.

Uso servicio: conservación.

Producto: fruta.

Cantidad del producto en Kg/h (para operar, dividimos la carga total al día que nos dará el fabricante y la dividimos por horas de trabajo, con el fin de calcular Kcal/h o W/h): 500 Kg/día (8 horas) o 62,5 Kg/h.

Cámara seleccionada en función de la carga o servicio: 8 m³.

Otros datos necesarios para seleccionar el sistema:

Tipo de local o industria.

Tipo de evaporación y condensación.

Tensión de suministro.

Con cuarto de máquinas o no.

Ventilación de la sala de máquinas: forzada o estática.

La ficha de cálculo contiene datos de los que el cliente puede que no tenga información; la tendremos que completar nosotros.

Cálculo de las necesidades térmicas.

Calcular según el criterio de utilizar uno u otro programa de cálculo (en la unidad didáctica 5 está expuesto el procedimiento y ejemplos de cálculo, sin menoscabo de los módulos teóricos o prácticos ya cursados).

Es conveniente, comprobar con la tabla de cálculo directa y calcular por otro medio; si hay diferencias, anotarlas en la ficha de campo y realizar un pequeño análisis.

Ejemplo: cálculo por medios informáticos: Programa Pecocam de Pecomark.

Conservación.

Hoja Especificaciones de Diseño.

Dimensiones del servicio:

Largo: 2 m. Ancho: 2 m. Alto: 2 m. Volumen: 8,00 m³.

Los datos de largo, ancho y alto han sido deducidos en función del volumen y pueden no coincidir con la realidad.

Ubicación: Córdoba.

Producto: fruta.

T^a exterior de cálculo: 33,2° C.

T^a media exterior: 27,6° C.

Valor medio T^a medias mensuales: 26,0° C.

Valor medio T^a máximas mensuales: 37,5° C.

Humedad media relativa: 36%

Condiciones ambientales interior servicio:

T^a media interior servicio: 0 a 3° C.

Humedad relativa media interior servicio: 85%.

Aislante:

Material Poliuretano	Kcal / h m ° C
Pared	7,50
Techo	6,89
Suelo	7,16

Condiciones de carga del producto:

Temperatura entrada del producto:	22,0°C
Temperatura final del producto:	8,0°C
Capacidad enfriamiento:	62 Kg/h
Calor específico sobre congelación:	3,5 Kj/Kg K
Calor latente de congelación:	280 Kj/Kg
Calor específico bajo congelación:	1,80 Kj/Kg k

Hoja Necesidades Térmicas:

Apartado "A": ganancias térmicas por paredes, techo y suelo: 177.14 Kcal/h

Apartado "B": ganancias térmicas por aportación aire exterior: 89. Kcal/h

Apartado "C": ganancias térmicas por ventilación forzada: 0 Kcal/h

Apartado "D": Ganancias térmicas por fenómenos exteriores: 240 Kcal/h

- Respiración de personas e Iluminación: 239. Kcal/h.
- Objetos introducidos a Tª superior: 1 Kcal/h.
- Motores eléctricos propia instalación: 0 Kcal/h.
- Otros motores: 0 Kcal/h.

Apartado "E": ganancias térmicas por enfriamiento del producto: 319 Kcal/h.

Resultado final

Potencia total teórica: 830 Kcal/h.

Factor de seguridad: 10%.

83. Kcal/h

Factor de funcionamiento: 80%.

228. Kcal/h.

Potencia total a instalar: 1.141. Kcal/h.

Hoja Especificaciones Selección de Materiales:

Especificaciones generales:

- Potencia frigorífica de selección: 1.141. Kcal/h.
1326,983 W
- Temperatura de evaporación de funcionamiento: -2°C .
- Temperatura de evaporación de selección: -7°C .
(Potencia compresor a seleccionar)
- Temperatura ambiente de diseño: 3°C .
- Temperatura de condensación de diseño: $43,4^{\circ}\text{C}$.

Selección compresor:

- Potencia frigorífica: 1.141 Kcal / h.
1326,983 W
- Temperatura de evaporación de selección: $-33,0^{\circ}\text{C}$.
- Temperatura de condensación de diseño: $43,4^{\circ}\text{C}$.

Selección unidad condensadora:

- Potencia frigorífica: 1.141 Kcal / h.
1326,983 W
- Temperatura de evaporación de selección: $-33,0^{\circ}\text{C}$.
- Temperatura ambiente del aire: $33,2^{\circ}\text{C}$.

Selección evaporador:

Seleccionar evaporador de acuerdo con las especificaciones:

Potencia frigorífica REAL dada por el compresor o unidad condensadora en especificaciones de selección.

- Temperatura de evaporación de funcionamiento: -2°C .
- Temperatura de evaporación de selección: -7°C .
- Temperatura de consigna o ambiente de diseño: 3°C .
- Salto de temperatura total real: $5,0^{\circ}\text{C}$
(Temperatura de aire entrada al evaporador – Temperatura del aire salida del evaporador)
- Desescarche: Total
- Separación aleta aconsejada aproximadamente: 7 mm (Mín.)

Selección condensador: seleccionar condensador de acuerdo con las especificaciones:

Potencia frigorífica REAL dada por el compresor en especificaciones de selección.

- Temperatura de evaporación de selección: -2°C .
- Temperatura de consigna o ambiente de diseño: -7°C .
- Temperatura de condensación de diseño: $43,4^{\circ}\text{C}$.

Multiplicar la anterior potencia por factor:

Compresor hermético o semi-hermético: 1,73.

2.1.2. Aplicación de los reglamentos y normas

Una vez conocido el tipo de local o industria, aplicaremos la normativa que rige el Reglamento de Seguridad de Plantas Frigoríficas:

Si puede ir dentro del mismo local el equipo frigorífico.

Si tiene que ir el equipo frigorífico en sala de máquinas.

Si la carga de gas refrigerante, en función del tipo que adoptemos (grupo primero), puede o no introducirse en el local.

Si el circuito de gas refrigerante puede ser directo o tiene que ser indirecto.

Ventilación de la maquinaria en la sala de máquinas o local.

Presiones de prueba del circuito de gas refrigerante.

Tara de válvulas o presiones de seguridad.

Carga de gas refrigerante en el sistema.

Nivel acústico máximo permitido.

Válvulas de seguridad de los depósitos de líquido, presión relacionada con los gases refrigerantes.

Otras:

Reglamento de Aparatos a presión:

Verificar las presiones límite para cada gas refrigerante de los depósitos en general.

Verificar Reglamento de Zapatos a Presión (RAP) ITC-MIE-AP9.

La aplicación del Reglamento de Baja Tensión en cuanto :

Tipo de seguridad en Diferencial Magnetotérmico.

Tipo de aislamiento en conductores.

Tipo de canalización exterior de la cámara frigorífica.

Tipo de material y aislamiento en el interior de la cámara.

Otras.

2.1.3. En función de las temperaturas de trabajo, cómo están clasificadas las instalaciones

- Si pueden ir a las tensiones de suministro, o hay que reducirlas.
- Qué tipo de protección o aislamiento tienen que llevar los conductores.
- Qué tipo de tubos y cajas de conexión.
- Otros aparatos, motores, elemento de seguridad, resistencias, etc.
- Si el arranque de los motores puede ser directo o indirecto o por etapas.
- Y cuantas sugerencias tengamos que tener en cuenta.

2.1.4. Cálculo de tuberías

Calcular según el criterio de utilizar uno u otro programa de cálculo; en la unidad didáctica 5, está redactada una fórmula de cálculo y ejemplos; en la ficha de gases refrigerantes se contiene la tabla de tuberías calculadas.

Nota:

Para realizar el cálculo de tuberías se tiene que conocer el gas refrigerante que se va a utilizar, las presiones o las temperaturas de trabajo (condensación, evaporación, distribución de las tuberías, codos, llaves, longitud, altura, etc), anotar los resultados en la ficha de campo, las operaciones, en el apartado del informe de los cálculos.

- Cálculo de tuberías de descarga.
- Cálculo de tuberías de aspiración.
- Cálculo de tuberías de líquidos.

Selección de la cámara frigorífica: utilizar catálogos; hay componentes, como los ventiladores para la refrigeración del lugar, donde va ubicada la maquinaria, que sólo facilitaremos según nuestras necesidades en m³/h.

Seleccionar el tipo de material para el techo, suelo y paredes.

2.1.5. Planos de montaje

(Ver anexos supuesto 1)

Plano del circuito de gas refrigerante.

Plano del circuito eléctrico total o práctico o de principio multifilar.

2.1.6. Selección de los componentes del sistema

Tener a mano los datos bases y los resultados de los cálculos, ya que son necesarios para seleccionar cualquier componente del sistema.

Anotar en la ficha de campo todos los datos de la selección:

- Selección de compresor hermético, o en su lugar, unidad condensadora y completar los elementos que faltan. Se tendrá en cuenta, para su selección, la potencia más un 15% , gas refrigerante, temperatura de aspiración del gas recalentado o temperatura de descarga, temperatura de trabajo por consigna.
- Para la elección del condensador se tendrá en cuenta la temperatura media máxima anual, más $14'5^{\circ}\text{C}$, y la potencia frigorífica calculada, y el gas refrigerante que se va a utilizar.
- El depósito de líquidos debe tener válvula de seguridad, válvula de servicio; el cálculo de capacidad se hará multiplicando la capacidad del evaporador por 1'25; el resultado será en litros. En el caso de haber en el sistema varios evaporadores, sólo se tomará el volumen del evaporador mayor.
- Depósito separador de partículas; en el caso de no tener depósito de separador de aceite, debe tener retorno de aceite al compresor.
- Filtro deshidratador, según capacidad y tipo de gas refrigerante que se utilizará en el sistema y diámetro de la línea de líquidos, en el caso de colocarlo en la línea que se recomienda.
- Intercambiador térmico; su selección, según diámetro \varnothing de la tubería de aspiración y diámetro \varnothing de la tubería de líquidos.
- Válvula solenoide, según potencia frigorífica y diámetro \varnothing línea de líquidos.
- Visor, según diámetro de la línea de líquidos.
- Obuses; se recomienda colocar uno en la línea de descarga, otro a la salida del evaporador dentro de la cámara frigorífica y uno antes del compresor (evitamos tener que manipular la válvula de servicio).
- Evaporador estático, con la separación de aletas que se recomienda para la temperatura de trabajo del evaporador: temperatura de consigna, menos Δt en $^{\circ}\text{C}$ o separación de aletas 4,5 mm (temperaturas conservación) en $^{\circ}\text{C}$.

Ejemplo:

Un evaporador con una separación de aletas 7, para una temperatura de consigna 25°C , sería $25 + 7 = 32^{\circ}\text{C}$. La selección sería como mínimo de 32°C .

- Con desescarche eléctrico por resistencias.
- Sistema de expansión por capilar; se tiene que tener en cuenta la temperatura de consigna, diámetro y longitud.
- Presostatos de alta y baja presión, bien por separado o bloque; comprobar el tipo de gas refrigerante.
- Termostato ambiente, comprobar la temperatura de consigna, con bulbo.
- Caja de maniobras, para el sistema que queremos emplear, A, corriente //, tensión 240 V, intensidad del compresor en A, frecuencia 50 Hz, reloj de desescarche, etc.
- Detector de gas refrigerante (para el gas refrigerante que hemos seleccionado) con aviso acústico y luminoso.
- Sistema de seguridad de la cámara, con avisador acústico y luminoso.
- Sistema de iluminación interior.
- Cortina de la puerta, en el caso de seleccionar cortina de aire, tendremos que colocar un final de carrera en la puerta.

2.1.7. Montaje de la cámara frigorífica



Es conveniente montar la cámara sobre soportes de 8 a 12 centímetros de altura; las instrucciones del fabricante son la base del seguimiento del montaje.

La cámara debe quedar nivelada.

Previamente, tenemos que preparar el desagüe de la cámara.

2.1.8. Montar el piso de la cámara

Situar el suelo encima de los soportes.

2.1.9. Montaje de las paredes

Tendremos en cuenta la orientación que queremos darle

Se colocarán encima de la plataforma o soporte para su apoyo, hasta que estén fijados al suelo.

2.1.10. Montaje del techo

Si son varios paneles de techo, es conveniente, montarlos de forma independiente a las paredes de la cámara.

2.1.11. Montaje de la puerta

Tendremos en cuenta hacia donde queremos la apertura.

Una vez fijada la puerta, montaremos la cerradura, o maneta de apertura.

2.1.12. Montar la cortina (turbina), y final de carrera

Se coloca en el exterior o en el interior de la cámara, encima de la puerta; en el caso de colocarla en el interior, tener en cuenta la aportación calorífica, como otros motores.

Fijar con tornillos de rosca de chapa los soportes de la misma.



Cortina de aire

2.1.13. Montar el detector de fugas de gas refrigerante

Se situará en la parte superior, si tiene sonda; en el caso contrario, a 1'5 m del suelo y por el lado de apertura de la puerta.

La sonda, se introducirá por el orificio, que realizaremos para este fin, en la cámara frigorífica, dejando la misma a una altura inferior de 1'5 m.



Detector de fugas

2.1.14. Montar compuertas de presión en la cámara

Se montará una en la parte inferior y superior de la cámara.

Se realizará un taladro del diámetro interno de la compuerta, a continuación se fijará con tornillos de rosca de chapa.



Compuertas de presión

2.1.15. Montar sistema de emergencia

El equipo de emergencia consta de dos elementos, el avisador (acústico y luminoso) y el elemento que lo acciona.

El primero se colocará en la parte superior externa de la cámara y el segundo en la parte interna y a una altura de unos cincuenta metros aproximadamente, en el lado donde se encuentra la apertura de la puerta.

Se fijarán con tornillos de rosca chapa.



Sistema de emergencia externo



Sistema de emergencia interno

2.1.16. Montar aparatos de iluminación en el interior y en el exterior

Montaremos un punto de iluminación, con el fin de que nos avise que están conectadas; el interruptor se montará en el exterior de la cámara, a la entrada (lado de apertura).

Se fijarán con tornillos de rosca chapa.



Sistema de iluminación

2.1.17. Montaje de la unidad condensadora

La unidad condensadora debemos montarla en el lugar donde menos le afecte el calor que produce la cámara frigorífica, al mismo nivel; cuanto más cerca de la cámara menos longitud de tubería. A ser posible, aislada por medio de un tabique y con ventilación exterior, no necesariamente forzada.

La bancada soporte de la condensadora, a ser posible será de obra, con una altura mínima de 50 centímetros; en la misma tienen que incrustarse los tornillos de sujeción.

Se tiene que montar sobre antivibratorios o amortiguadores.



Unidad condensadora

Tiene que estar nivelada.

2.1.18. Montar el intercambiador térmico

El intercambiador térmico se monta en la línea de aspiración, antes del depósito separador de partículas, en caso de que lo hubiere.

Es conveniente montarlo fijo en un soporte, con la dirección de trabajo adecuada o que marque la flecha, en la dirección del sentido de circulación del fluido.

La unión se recomienda hacerla por soldadura rígida; el intercambiador viene preparado para introducir los tubos y poder soldarlos.



Intercambiador térmico

2.1.19. Montar el filtro deshidratador

Los filtros deshidratadores son unidireccionales, en el sentido de circulación del gas refrigerante, desde la unidad condensadora o depósito de líquidos, hacia el evaporador.

Previamente, se monta la tubería, desde la válvula de servicio del depósito de líquidos hasta el filtro deshidratador; por ello sólo lo situaremos provisionalmente.



Filtro deshidratador

La unión con las tuberías se realiza fijando el tubo con una tuerca; previamente hemos introducido el tubo por la tuerca y lo hemos abocardado con el abocardador; esta acción la realizamos una vez terminamos de hacerles las curvas (por medio de muelles o doblatubos) a la tuberías, desde el depósito de líquidos al filtro y desde el intercambiador al filtro.

Conviene que no esté montado el filtro antes de soldar la línea que lo une con el intercambiador térmico.

2.1.20. Montar la válvula solenoide y termostato

Las válvulas solenoides son unidireccionales, siendo el sentido que nos marca en la dirección de circulación del gas refrigerante o evaporador.

Se fijará al soporte, después del intercambiador térmico, en el sentido del sistema de expansión capilar.

2.1.21. Montar el presostato de alta y baja presión

Se montará sobre el soporte y la condensadora (lo más cerca del compresor).

El presostato de alta presión se conectará al compresor por medio de un tubo de cobre recocido (se recomienda que tenga una longitud de 1 m., y un diámetro de 1/4") a la descarga del compresor; la unión se realiza con tuerca, tanto al compresor como al presostato.

Es conveniente que antes de hacerle el abocardado a los dos extremos, realicemos las operaciones de curvado en los tubos; después introducimos cada extremo por la tuerca y realicemos el abocardado.

El presostato de baja presión lo uniremos al compresor, a ser posible, a la aspiración (si tiene montado el racor de unión en la tapa de válvulas) o en el cárter.

2.1.22. Montaje del evaporador

El evaporador debe, quedar nivelado.

Todas las operaciones que puedan ser realizadas antes de fijar el evaporador, las haremos con el evaporador sin fijar, y fuera de la cámara (no conviene realizar soldaduras de oxígeno-acetileno en el interior).

Se fijará al techo de la cámara o bien a la pared, a ser posible no enfrente de la puerta de la cámara.

Se fija con pernos o tornillos pasantes al exterior.

Antes de fijar el evaporador, marcaremos la altura de la salida de la línea de aspiración y realizaremos el taladrado con el fin de pasar el tubo de aspiración, los líquidos y la línea eléctrica.

Montar el capilar a la tubería de entrada en el evaporador, posteriormente, cuando tenemos montada la línea de aspiración, a la misma salida del evaporador y a 20 cm., se realiza la unión a la válvula con tuerca y abocardado el tubo (1/4") y la línea de aspiración queda soldada.

Cuando realicemos soldaduras, tendremos que llevar las gafas protectoras y guantes de cuero.

En el caso de que no lleve obús el evaporador, conectar uno a la línea de aspiración, con el fin de poder hacer lecturas del manómetro de baja presión.

Las resistencias de desescarche estarán montadas en el evaporador.

2.1.23. Montaje del circuito de gas refrigerante

Las tuberías, a ser posible, serán de un solo tramo entre elementos; en el caso de tener que utilizar varios tramos, por unión, la uniremos con soldadura rígida, ensanchado la tubería (según figura) del tramo que complementemos en la dirección de circulación del gas refrigerante. La unión a los elementos la realizaremos según la predisposición de los mismos, por soldadura o fijación con tuerca y abocardado el tubo.



Ensanchado tubería

En el caso de fijar las tuberías por medio de grapas o abrazaderas, entre el tubo y la abrazadera colocaremos material aislante, con el fin de que a consecuencia de las vibraciones, no se desgaste el tubo, y porque se suele emplear como grapa o abrazadera distinto tipo de metal, lo que conllevaría, reacciones químicas y oxidación del metal de la tubería.

2.1.24. Montaje de la línea de aspiración

Conectando los elementos que la componen desde el compresor al evaporador (compresor, depósito separador de partículas, intercambiador térmico, evaporador).

2.1.25. Montaje de la línea de líquidos

Desde el condensador al evaporador (condensador, depósito de líquidos, filtro deshidratador, intercambiador térmico, válvula solenoide, visor, válvula de expansión termostática).

2.1.26. Montaje de la línea de descarga

Del compresor al condensador.

Montar un obús a la salida del compresor de 1/4".

Montar el presostato de alta presión; si es de la marca "Danfoss", colocar 1 metro de tubería de 1/4" (si nos sobrara, roscar el tubo, aprovechando el diámetro del filtro deshidratador) y lo podemos conectar directamente a la descarga del compresor.

La unión al compresor se realiza por abocardado a la válvula de servicio, y al condensador por la parte superior, por soldadura rígida.

La línea de descarga del compresor, se monta previamente desde la válvula de servicio de descarga, un antivibrador o latiguillo flexible, y a continuación la línea de cobre, el punto de unión se hace con racor (abocardado), que hay que fijar al chasis o bancada.

2.1.27. Verificación de la estanqueidad del circuito refrigerante

Se aplicarán las presiones de prueba, que nos recomienda el Reglamento de Seguridad de Plantas Frigoríficas, con nitrógeno; el tiempo de verificación mínimo 30'; todas las válvulas de servicio, tienen que estar abiertas.

Ajustar el manorreductor de la botella de nitrógeno a la presión de alta de prueba.

Línea de descarga, presión de ____ psig.

Línea de aspiración, presión de ____ psig.

Para realizar la prueba de presión, utilizaremos la botella de nitrógeno (gaseoso) y el manómetro de alta presión.

En el caso de tener pérdidas, se verificará en presión por medio de la técnicas de aplicar jabón a los puntos de unión de la tubería; se realizará a todos los puntos del circuito, se irán marcando cuando encontremos una fuga y una vez revisados todos, procederemos a su reparación; si es posible, cerraremos todas las válvulas de servicio antes de proceder a la verificación, llamando a este procedimiento sectorizar el circuito.

En esta operación, es conveniente que todo el circuito esté a la misma presión, ya que las válvulas pueden hacer que o no circule el gas (válvula solenoide) o no en la cantidad suficiente, dando una medición aparentemente falsa y, por lo tanto, creer que tenemos fugas.

2.1.28. Realizar el vacío del circuito de gas refrigerante

Utilizaremos el vacuómetro para realizar el vacío o, en su caso, el manómetro de baja presión, y la bomba de vacío.

En un principio, realizarlo con todas las válvulas de servicio y solenoides abiertas hasta alcanzar de 12 a 15 psig de vacuómetro, a continuación cerrar las válvulas de servicio del compresor (aspiración y descarga), y seguir vaciando el circuito durante 30' (tiempo de verificación mínimo 30').

Nos puede suceder lo mismo que cuando hacemos la prueba de presión, las válvulas pueden impedirnos hacer la extracción de inmediato y consecuentemente hacer un vacío parcial del circuito.

En cuanto a la extracción de la humedad que contiene el circuito, es conveniente realizar un vacío al compresor antes de ponerle el aceite, con el fin de que no se deposite bajo el aceite la posible humedad e imposibilitarnos evaporarlo para su extracción, al someter el circuito a presión de vacuómetro.



Vacuómetro

2.1.29. Montaje del cuadro de automatismos del sistema

Lo habitual es situarla en el frontal de la cámara frigorífica, a la altura mínima que nos recomienda el RBT.

En el caso de situarla fuera del frontal, es conveniente colocarla en el entorno de la condensadora, en un chasis.

Se fijará con tornillos al chasis; en el caso de situarla en el frontal de la cámara, se fijará con tornillos de rosca chapa.

Una vez montada la caja de automatismos, montamos las canalizaciones y cajas de conexiones del sistema eléctrico y las fijaremos. Tienen que ser estancas.



Cuadro automatismos

2.1.30. Montaje del sistema de control, seguridad, iluminación, resistencias, cortina de aire

Todos los conductores, estarán aislados y protegidos mecánicamente, según nos recomienda el RBT.

No se utilizarán empalmes o fichas de conexionado entre cajas de conexión.

Se utilizarán terminales soldados o apretados mecánicamente.

Montaje línea de alimentación del circuito de iluminación de la cámara y conectar.

Montaje del circuito de las resistencias de desescarche y conectar.

Montaje del circuito del sistema de emergencia en la puerta de la cámara y conectar.

Montaje del circuito del detector de gas refrigerante y conectar.

Montaje del circuito de la turbina (cortina) de la puerta y conectar.

Montar el circuito de potencia del compresor, ventilador de la condensadora, ventilador de refrigeración del compresor y térmicos de control del compresor.

Montar circuito del termostato/s y válvula solenoide.

Montar el circuito de los presostatos de baja y alta presión.

2.1.31. Carga de gas refrigerante por el lado de baja presión

Tener preparado antes de comenzar, la temperatura presión de carga y evaporación.

La carga del gas refrigerante en el sistema, se realizará según el RSPF., por el lado de baja presión y en estado de vapor.

Los fabricantes recomiendan los gases refrigerantes del grupo R-134A, la carga de gas refrigerante se realizará indistintamente por la línea de aspiración o por la de descarga, indistintamente, en estado líquido o gaseoso.

Pesar la carga del gas refrigerante con la báscula o tomar nota de la pesada que marque el dosificador.



Báscula

Cuando se termine de realizar la carga de gas refrigerante, si se ha utilizado el dosificador, comprobar la diferencia y anotar la pesada en la ficha de campo.

Los dosificadores, tienen varias escalas de gas refrigerante, ajustar el diagrama, al gas refrigerante que estamos utilizando.

Comprobar con la pinza amperimétrica la intensidad de trabajo del motor eléctrico del compresor.



Dosificadores



Pinzas amperimétricas

Con el manómetro de alta presión verificaremos en principio la presión y temperatura de carga. Cuando nos dé la presión de carga o temperatura, pararemos refrigerante al sistema ($14,5^{\circ}\text{C}$ por encima de la temperatura media máxima anual o su equivalente en el caso de que la temperatura ambiente no se corresponda con la media).



Puente manométrico

Verificaremos la temperatura de evaporación (con el termómetro) en el evaporador; se tiene que corresponder con la temperatura de consigna, menos el Δt del evaporador (Ejemplo: temperatura de consigna -20°C , Δt del evaporador 8°C = -28°C).

No se dará por terminada la carga, hasta que no coincidan todos los datos que hemos determinado y después de haber verificado la escarcha en el evaporador.



Termómetro

2.1.32. Regulación del presostato de alta presión

Elevar la presión, hasta que pare el sistema; una vez comprobado su funcionamiento, regular el presostato hasta el equivalente en presión de la temperatura de consigna.

2.1.33. Regulación del presostato de baja presión

Bajar la presión, manipulando una de las válvulas del lado de baja presión, con el compresor en marcha y cargando gas refrigerante, hasta que pare el sistema; una vez comprobado que está bien conectado, tanto al circuito de gas refrigerante como el eléctrico, tarar el mismo, elevando la presión en un 20% por encima de la presión de carga.

2.1.34. Regulación de la temperatura de consigna del termostato

Elevar la temperatura del termostato hasta que desconecte la válvula solenoide; en el caso de rebasar la temperatura ambiente, cambiar la conexión del contacto eléctrico, y repetir la operación.

Ajustar el termómetro a la temperatura de consigna.

El bulbo del termostato tiene que colocarse a la entrada del aire al evaporador.

2.1.35. Regulación del escarche en el evaporador

Lo primero que hacemos es comprobar la estabilidad del evaporador y si está bien escarchado o no, dicho de otra manera, si es estable o inestable el funcionamiento del evaporador.

Conectaremos el manómetro de baja presión al obús que se encuentra a la salida del evaporador (línea de aspiración).

Verificaremos la estabilidad de la aguja del manómetro.

En el caso de que oscile, nos está indicando que el capilar no funciona correctamente, y tendremos que variar el diámetro o la longitud del mismo.

Generalmente, este problema se puede presentar a lo largo del proceso de trabajo de la cámara, desde el inicio a temperatura ambiente, hasta alcanzar la temperatura de consigna.

Por ello, tendremos que realizar varias comprobaciones a lo largo del proceso, sin desmontar el manómetro de baja presión.

Desde la puesta en servicio del sistema, tendremos que esperar un mínimo de 60 a 90 minutos para hacer la verificación de escarche.

En el caso de haber inestabilidad en el evaporador, comprobaremos que el manómetro no entre en vacío; si esto fuera así podemos tener un tapón en el tubo capilar.

2.1.36. Cubrir las tuberías con material aislante

Los orificios de la cámara para el paso de cables, bulbos, tuberías, etc.

La coquilla, para aislar los tubos de cobre, puede estar partida en toda su longitud y con material adhesivo que sólo hay que quitarle el precinto, para que quede totalmente pegado, hermético y ajustado; esta operación se realiza cuando ya hemos terminado, previamente a dejar en servicio la cámara.

2.1.37. Verificar el funcionamiento de la instalación a través del visor

El visor es el elemento que nos informa:

Si pasa gas refrigerante o si no pasa; si está el gas refrigerante, pasa en estado líquido y limpio o transparente, o si pasa mezclado o parte gaseoso y líquido.

Si hay humedad en el mismo.

Color del anillo no amarillo: es que el gas refrigerante está seco.

Si el color es amarillo, es que hay humedad en el circuito; si el filtro deshidratador está saturado, no hemos secado el sistema.

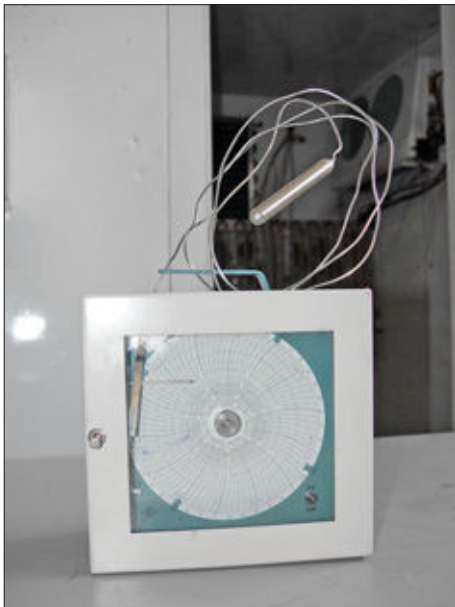
Si aparecen burbujas, con otro tipo de gas refrigerante, en la puesta en funcionamiento:

- No hemos extraído totalmente el nitrógeno.
- El condensador no funciona adecuadamente, el ventilador no hace las funciones previstas o está parado; el condensador está sucio; las aletas están cerradas (peinarlas); no hay suficiente aire de ventilación y la temperatura ambiente está por encima de la temperatura media máxima anual, calculada; el calor emitido por el compresor está entrando en el condensador, etc.
- La temperatura de descarga no es la adecuada, bien por el salto térmico entre la temperatura de aspiración al compresor y la descarga al condensador; posible mal asiento de la válvula de descarga del compresor (se contracta verificando que el manómetro de alta presión, mimbrea la aguja).
- Existe evaporación en alguno de los elementos montados, desde el condensador al visor.
- Hay un posible estrangulamiento en la línea de líquidos.

2.1.38. Verificación del sistema

Colocaremos el termógrafo y tendremos la cámara funcionando como mínimo 8 horas. La lectura de la gráfica nos dará las temperaturas de trabajo; normalmente, se realiza estimando temperaturas cada dos horas, por ejemplo, (informe de la prueba, anotarse una tabla de las comprobaciones).

Verificaremos con el sistema en funcionamiento del nivel acústico.



Termógrafo



Sonómetro

2.1.39. Regulación del reloj de desescarche

Previamente, tendremos la cámara en funcionamiento y cada hora, comprobaremos la cantidad de hielo que hay en el evaporador; cuando comprobemos que se cubre de hielo entre las aletas, tendremos el tiempo máximo que hay que desescarchar; descontar un cuarto de hora al tiempo total (2 horas menos 1/4 total 1 hora y 3 cuartos o 105'; por lo que regularemos por periodos iguales el desescarche).



Reloj dedesescarche

2.1.40. Aplicación de las normas de seguridad e higiene

Cuando estemos manipulando gases refrigerantes, llevaremos gafas protectoras y guantes (adaptados a las manos).

No realizaremos manipulación de gases refrigerantes cuando estén soldando con llama en el entorno (los gases refrigerantes con componentes de flúor o clorados, al contacto con la llama, se transforman en muy tóxicos).

Para soldar, llevaremos gafas protectoras y guantes.

Cuando estemos trabajando con corrientes eléctricas, todas las herramientas serán del tipo electricista o aisladas y en buen estado.

Al utilizar herramientas de corte, llevaremos gafas protectoras y guantes.

Utilizaremos guantes de cuero y gafas protectoras cuando soldemos.

El equipo de soldadura oxiacetilénica estará a una distancia que no dificulte el movimiento del operario (en el caso de tener que realizar soldaduras dentro de la cámara, estará la puerta abierta y en la misma otro operario, vigilando la operación, sólo estará dentro de la cámara el operario soldando).

En el caso de tener que utilizar escaleras portátiles, el operario al subir o bajar por la misma, siempre estará de frente a la misma y ésta estará sujeta por otro operario.

El lugar de trabajo no estará con resto de aceites, o cualquier elemento que pueda suponer para las personas, deslizamientos y caídas.

2.2. Montaje de una cámara frigorífica para temperatura positiva, con compresor monofásico, sistema de evaporación aire forzado con expansión directa válvula termostática y desescarche eléctrico

2.2.1. Especificaciones de montaje

Necesidades frigoríficas.

Necesitamos conocer las necesidades que nos presenta el cliente, para ello comenzamos desarrollando el cuestionario de preguntas y anotando en la hoja de cálculo, preguntando o tomando nosotros in situ los datos necesarios para el desarrollo de los cálculos, diseño del sistema y poder darle la respuesta adecuada.

Anotar en la hoja de cálculo del Anexo 1, los datos de referencia como ejemplo práctico del supuesto práctico:

Razón social de la empresa contratada “Alumno”:

Razón social de la empresa contratante “Cliente”.

Ciudad donde se va a realizar el montaje “Ubicación”: Córdoba.

Destino de la cámara: conservación de productos perecederos (uso mixto).

Temperatura media máxima anual exterior (comprobar la tabla de temperaturas): 37° C.

Humedad media relativa: 36%.

Temperatura de consigna, media interior servicio: 1° C.

Uso servicio: conservación.

Producto: fruta.

Cantidad del producto en Kg/h (para operar, dividimos la carga total al día que nos dará el fabricante y la dividimos por horas de trabajo, con el fin de calcular Kcal/h o W/h): 500 Kg/día (8 horas) o 62,5 Kg/h.

Cámara seleccionada en función de la carga o servicio: 8 m³.

Otros datos necesarios para seleccionar el sistema:

Tipo de local o industria.

Tipo de evaporación y condensación.

Tensión de suministro.

Con cuarto de máquinas o no.

Ventilación de la sala de máquinas: forzada o estática.

La ficha de cálculo contiene datos de los que el cliente puede que no tenga información; la tendremos que completar nosotros.

Cálculo de las necesidades térmicas.

Calcular según el criterio de utilizar uno u otro programa de cálculo (en la unidad didáctica 5 está expuesto el procedimiento y ejemplos de cálculo, sin menoscabo de los módulos teóricos o prácticos ya cursados).

Es conveniente, comprobar con la tabla de cálculo directa y calcular por otro medio; si hay diferencias, anotarla en la ficha de campo y realizar un pequeño análisis.

Ejemplo: cálculo por medios informáticos: Programa Pecocam de Pecomark.

Conservación.

Hoja Especificaciones de Diseño.

Dimensiones del servicio:

Largo: 5 m. Ancho: 8 m. Alto: 5 m. Volumen: 200 m³.

Los datos de largo, ancho y alto han sido deducidos en función del volumen y pueden no coincidir con la realidad.

Ubicación: Córdoba.

Producto: Fruta.

T^a exterior de cálculo: 22° C.

T^a media exterior: 30° C.

Valor medio T^a medias mensuales: 26,0° C.

Valor medio T^a máximas mensuales: 37,5° C.

Humedad media relativa: 70%

Condiciones ambientales interior servicio:

T^a media interior servicio: 0° C.

Humedad relativa media interior servicio: 85%.

Aislante:

Material Poliuretano	Kcal/h m ° C
Pared	7,50
Techo	6,89
Suelo	7,16

Condiciones de carga del producto:

Temperatura entrada del producto: 8,0° C

Temperatura final del producto: 0,0° C

Capacidad enfriamiento: 31,2 Kg/h

Calor específico sobre congelación: 3,08 Kj/Kg K

Calor latente de congelación: 223 Kj/Kg

Calor específico bajo congelación: 1,67 Kj/Kg k

Hoja Necesidades Térmicas:

Apartado “A”: ganancias térmicas por paredes, techo y suelo: 744 Kcal/h.

Apartado “B”: ganancias térmicas por aportación aire exterior: 186 Kcal/h.

Apartado “C”: ganancias térmicas por ventilación forzada: 932 Kcal/h.

Apartado “D”: Ganancias térmicas por fenómenos exteriores: 153 Kcal/h.

- Respiración de personas e Iluminación: 239 Kcal/h.
- Objetos introducidos a Tª superior: 1 Kcal/h.
- Motores eléctricos propia instalación: 100 Kcal/h.
- Otros motores: 0 Kcal/h.

Apartado “E”:

Ganancias térmicas por enfriamiento del producto: 419 Kcal/h.

Resultado final

Potencia total teórica: 2.434 Kcal/h

Factor de seguridad: 10%

243,4 Kcal/h

Factor de funcionamiento: 80%

1947,2 Kcal/h

Potencia total a instalar:

4.624,6 Kcal/h

Hoja Especificaciones Selección de Materiales.

Especificaciones generales:

- Potencia frigorífica de selección: 4.624,6 Kcal/h.
5.157,4 W
- Temperatura de evaporación de funcionamiento: -10° C.
- Temperatura de evaporación de selección: -13° C.

- Temperatura ambiente de diseño: 0°C .
- Temperatura de condensación de diseño: 35°C .

Selección compresor:

- Potencia frigorífica: 4.624,6 Kcal/h.
5.157,4 W
- Temperatura de evaporación de selección: $-33,0^{\circ}\text{C}$.
- Temperatura de condensación de diseño: 35°C .

Selección unidad condensadora:

- Potencia frigorífica: 4.624,6 Kcal/h.
5.157,4 W
- Temperatura de evaporación de selección: $-33,0^{\circ}\text{C}$.
- Temperatura ambiente del aire: 22°C .

Selección evaporador:

Seleccionar evaporador de acuerdo con las especificaciones:

Potencia frigorífica REAL dada por el compresor o unidad condensadora en especificaciones de selección.

- Temperatura de evaporación de funcionamiento: -10°C .
- Temperatura de evaporación de selección: -13°C .
- Temperatura de consigna o ambiente de diseño: 0°C .
- Salto de temperatura total real: $10,0^{\circ}\text{C}$.
(Temperatura de aire entrada al evaporador – Temperatura del aire salida del evaporador)
- Desescarche: Total
- Separación aleta aconsejada aproximadamente: 7 mm (Mín.)

Selección condensador: Seleccionar condensador de acuerdo con las especificaciones:

Potencia frigorífica REAL dada por el compresor en especificaciones de selección.

- Temperatura de evaporación de selección: -10°C
- Temperatura de consigna o ambiente de diseño: -13°C
- Temperatura de condensación de diseño: 35°C

Multiplicar la anterior potencia por factor:

Compresor hermético o semi-hermético: 1,73

2.2.2. Aplicación de los reglamentos y normas

(Ver apartado 2.1.2)

2.2.3. En función de las temperaturas de trabajo, cómo están clasificadas las instalaciones

(Ver apartado 2.1.3)

2.2.4. Cálculo de tuberías

(Ver apartado 2.1.4)

2.2.4. Selección de la cámara frigorífica

(Ver apartado 2.1.4)

2.2.5. Planos de montaje

(Ver anexos supuesto 2)

Plano del circuito de gas refrigerante.

Plano del circuito eléctrico total o práctico o de principio multifilar.

2.2.6. Selección de los componentes del sistema

Tener a mano los datos base y los resultados de los cálculos, ya que son los necesarios para seleccionar cualquier componente del sistema.

Anotar en la ficha de campo todos los datos de la selección:

- Selección de compresor hermético, o en su lugar unidad condensadora y completar los elementos que faltan. Se tendrá en cuenta, para su selección, la potencia más un 15% , gas refrigerante, temperatura de aspiración del gas recalentado o temperatura de descarga, temperatura de o trabajo por consigna.
- Para la elección del condensador, se tendrá en cuenta la temperatura media máxima anual, más 14'5° C, y la potencia frigorífica calculada, y el gas refrigerante que se va a utilizar.
- El depósito de líquidos, debe de tener válvula de seguridad y válvula de servicio; el cálculo de capacidad será multiplicando la capacidad del evaporador por 1'25; el resultado será en litros. En el caso de haber en el sistema varios evaporadores, sólo se tomará el volumen del evaporador mayor.

- Depósito separador de partículas; en el caso de no tener depósito de separador de aceite, debe tener retorno de aceite al compresor.
- Filtro deshidratador, según capacidad y tipo de gas refrigerante que se utilizará en el sistema y diámetro de la línea de líquidos, en el caso de colocarlo en la línea que se recomienda.
- Intercambiador térmico; su selección: según diámetro \varnothing de la tubería de aspiración y diámetro \varnothing de la tubería de líquidos.
- Válvula solenoide, según potencia frigorífica y diámetro \varnothing línea de líquidos.
- Visor, según diámetro de la línea de líquidos.
- Obuses: se recomienda colocar uno en la línea de descarga, otro a la salida del evaporador dentro de la cámara frigorífica y uno antes del compresor (evitamos tener que manipular la válvula de servicio).
- Evaporador aire forzado, con la separación de aletas que se recomienda para la temperatura de trabajo del evaporador: temperatura de consigna, menos Δt en $^{\circ}\text{C}$ o separación de aletas 4,5 mm (temperaturas conservación) en $^{\circ}\text{C}$.

Ejemplo:

Un evaporador con una separación de aletas 7, para una temperatura de consigna 25°C , sería $25 + 7 = 32^{\circ}\text{C}$. La selección sería como mínimo de 32°C .

- Con desescarche eléctrico por resistencias.
- Válvula de expansión termostática; se tiene que tener en cuenta, la temperatura de consigna, gas refrigerante y potencia frigorífica.
- Tobera de la válvula de expansión termostática; su número o diámetro depende de la marca de la válvula, tipo de gas refrigerante, potencia frigorífica, temperatura de trabajo y temperatura de condensación.
En el propio catálogo están las tablas de selección; en el caso de querer calcular la misma, se tendrá que utilizar la fórmula de cada fabricante.
- Presostatos de alta y baja presión, bien por separado o bloque; comprobar el tipo de gas refrigerante.
- Termostato ambiente; comprobar la temperatura de consigna, con bulbo.
- Caja de maniobras, para el sistema que queremos emplear, A, corriente //, tensión 240 V, intensidad del compresor en A, frecuencia 50 Hz, reloj de desescarche, etc.

- Detector de gas refrigerante (para el gas refrigerante que hemos seleccionado) con aviso acústico y luminoso.
- Sistema de seguridad de la cámara, con avisador acústico y luminoso.
- Resistencia de la puerta, en el caso de no llevarlas incorporada en la cámara.
- Termostato ambiente, control resistencia de la puerta.
- Sistema de iluminación interior.
- Cortina de la puerta; en el caso de seleccionar cortina de aire, tendremos que colocar un final de carrera en la puerta.

2.2.7. Montaje de la cámara frigorífica

(Ver apartado 2.1.7)

2.2.8. Montar el piso de la cámara

(Ver apartado 2.1.8)

2.2.9. Montaje de las paredes

Tendremos en cuenta la orientación que queremos darle

(Ver apartado 2.1.9)

2.2.10. Montaje del techo

(Ver apartado 2.1.10)

2.2.11. Montaje de la puerta

Tendremos en cuenta hacia donde queremos la apertura

(Ver apartado 2.1.11)

2.2.12. Montar la cortina (turbina), y final de carrera

(Ver apartado 2.1.12)

2.1.13. Montar el detector de fugas de gas refrigerante

(Ver apartado 2.1.13)

2.2.14. Montar resistencia en puerta y termostato

Tiene que situarse en el punto de contacto del panel y la puerta; tiene que estar controlada por un termostato ambiente, activando la resistencia en cuanto la temperatura de la cámara alcance los 0 ° C.

Se colocará en la parte superior y exterior del marco de la puerta la caja de conexión de la resistencia.

Las resistencias, tienen que estar revestidas por una junta de plástico o metal.



Montar termostato de las resistencias.

Fijaremos el termostato con tornillos de rosca chapa en la parte exterior a una altura entre 1'60 / 1'80 m.; realizaremos un taladro en la pared de un diámetro Ø 1 mm mayor que el diámetro del bulbo del termostato, si es posible detrás del termostato o lo más próximo.



Termostato

2.2.15. Montar compuertas de presión en la cámara

(Ver apartado 2.1.14)

2.2.16. Montar sistema de emergencia

(Ver apartado 2.1.15)

2.2.17. Montar aparatos de iluminación en el interior y en el exterior

(Ver apartado 2.1.16)

2.2.18. Montaje de la unidad condensadora

(Ver apartado 2.1.17)

2.2.19. Montar el intercambiador térmico

(Ver apartado 2.1.18)

2.2.20. Montar el filtro deshidratador

(Ver apartado 2.1.19)

2.2.21. Montar la válvula solenoide y termostato

(Ver apartado 2.1.20)

2.2.22. Montar el presostato de alta y baja presión

(Ver apartado 2.1.21)

2.2.23. Montaje del evaporador

El evaporador debe quedar nivelado.

Todas las operaciones que puedan ser realizadas antes de fijar el evaporador, las haremos con el evaporador sin fijar, y fuera de la cámara (no conviene realizar soldaduras de oxígeno-acetileno en el interior).

Se fijará al techo de la cámara o bien a la pared, a ser posible no enfrente la puerta de la cámara.

Se fija con pernos o tornillos pasantes al exterior.

Antes de fijar el evaporador, marcaremos la altura de la salida de la línea de aspiración y realizaremos el taladrado con el fin de pasar el tubo de aspiración, líquidos y la línea eléctrica.

Montar la válvula de expansión termostática a la tubería de entrada en el evaporador; si tiene equilibrador de presión, conectarlo a 12/15 cm.; posteriormente, cuando tenemos montada la línea de aspiración, a la misma salida del evaporador y a 20 cm., se realiza la unión a la válvula con tuerca y abocardado el tubo (1/4") y a la línea de aspiración soldada.

El sentido de circulación del aire forzado irá de arriba hacia abajo, o de la pared hacia en centro de la cámara; por lo tanto, dejaremos una separación de 5 centímetros a la pared o techo.

Cuando realicemos soldaduras, tendremos que llevar las gafas protectoras y guantes de cuero.

En el caso de que no lleve obús el evaporador, conectar uno a la línea de aspiración, con el fin de poder hacer lecturas del manómetro de baja presión.

Las resistencias de desescarche, estarán montadas en el evaporador.

2.2.24. Montaje del circuito de gas refrigerante

(Ver apartado 2.1.23)

2.2.25. Montaje de la línea de aspiración

Conectando los elementos que la componen, desde el compresor al evaporador (compresor al depósito separador de partículas, intercambiador térmico, evaporador).

En el caso de tener que unir la línea de aspiración a la válvula de expansión, por soldadura. Envolveremos la válvula con un trapo, lo mojaremos, y controlaremos por medio de un termómetro (de bulbo), que la temperatura de la válvula, no sobrepase en el procedimiento de unión, los 120 ° C.

2.2.26. Montaje de la línea de líquidos

Desde el condensador al evaporador (condensador, depósito de líquidos, filtro deshidratador, intercambiador térmico, válvula solenoide, visor, válvula de expansión termostática).

En el caso de tener que unir la línea de aspiración a la válvula de expansión, por soldadura. Envolveremos la válvula con un trapo, lo

mojaremos, y controlaremos por medio de un termómetro (de bulbo), que la temperatura de la válvula, no sobrepase en el procedimiento de unión, los 120° C.

2.2.27. Montaje de la línea de descarga

(Ver apartado 2.1.26)

2.2.28. Verificación de la estanqueidad del circuito refrigerante

(Ver apartado 2.1.27)

2.2.29. Realizar el vacío del circuito de gas refrigerante

(Ver apartado 2.1.28)

2.2.30. Montaje del cuadro de automatismos del sistema

(Ver apartado 2.1.29)

2.2.31. Montaje del sistema de control, seguridad, iluminación, resistencias, cortina de aire

Todos los conductores, estarán aislados y protegidos mecánicamente, según nos recomienda el RBT.

No se utilizarán empalmes o fichas de conexionado entre cajas de conexión.

Se utilizarán terminales soldados o apretados mecánicamente.

Montaje línea de alimentación del circuito de iluminación de la cámara y conectar.

Montaje del circuito de la resistencia y termostato en puerta de la cámara y conectar.

Montaje del circuito de las resistencias de desescarche y conectar.

Montaje del circuito del sistema de emergencia en la puerta de la cámara y conectar.

Montaje del circuito del detector de gas refrigerante y conectar.

Montaje del circuito de la turbina de la puerta y conectar.

Montar el circuito de potencia del compresor, ventilador de la condensadora, ventilador de refrigeración del compresor y térmicos de control del compresor.

Montar la línea de potencia del/los ventilador/es del evaporador y resistencia de desescarche.

Montar circuito del termostato/s y válvula solenoide.

Montar el circuito de los presostatos de baja y alta presión.

2.2.32. Carga de gas refrigerante por el lado de baja presión

(Ver apartado 2.1.31)

2.2.33. Regulación del presostato de alta presión

(Ver apartado 2.1.32)

2.2.34. Regulación del presostato de baja presión

(Ver apartado 2.1.33)

2.2.35. Regulación de la temperatura de consigna del termostato

(Ver apartado 2.1.34)

2.2.36. Regulación del escarche en el evaporador

Lo primero que realizamos, es comprobar la estabilidad del evaporador y si está bien escarchado o no; dicho de otra manera: si su funcionamiento es estable o inestable.

Conectaremos el manómetro de baja presión al obús que se encuentra a la salida del evaporador (línea de aspiración).

Verificaremos la estabilidad de la aguja del manómetro.

En el caso de que oscile nos está indicando que la válvula de expansión no funciona correctamente, y tendremos que ajustar la aguja de la tobera.

Generalmente, este problema se puede presentar a lo largo del proceso de trabajo de la cámara, desde el inicio a temperatura ambiente, hasta alcanzar la temperatura de consigna.

Por ello, tendremos que realizar varias comprobaciones a lo largo del proceso, sin desmontar el manómetro de baja presión.

Desde la puesta en servicio del sistema, tendremos que esperar un mínimo de 60 a 90 minutos, para hacer la verificación de escarche.

En el caso de haber inestabilidad en el evaporador, comprobaremos:

Que el bulbo esté en contacto, todo él, con el tubo de la línea de aspiración a la salida del evaporador; en el caso de tener conectado el tubo equilibrador de la válvula de expansión, tiene que estar a 10 centímetros del mismo, situado entre el evaporador y el equilibrador.

Se pondrá en contacto, en la parte superior del mismo (entre las 8 h esfera reloj y las 4), horizontalmente si es posible, nunca por la parte de dentro de la curva.

Si está correctamente montado el bulbo, procederemos a desmontar la tapa del tornillo de regulación y procederemos a regular la separación de la aguja de la tobera y el punzón.

Giramos el tornillo en el sentido de las agujas del reloj, de izquierda a derecha (cerramos) de derecha a izquierda (abrimos): si no escarcha suficientemente, tendremos que regular su apertura (hacemos que pase más gas refrigerante; puede suceder lo contrario, que esté inundado de líquido y evapore fuera del mismo) si por el contrario, no es así.

Giraremos hacia la izquierda y comprobaremos en el manómetro el aumento de presión (la aguja no tiene que oscilar), comprobaremos que se va escarchando; cuando tengamos todo el evaporador escarchado, y que sólo sale gas recalentado del evaporador, daremos por concluida la operación.



Válvula de regulación termostática y evaporador

2.2.37. Cubrir las tuberías con material aislante

La válvula de expansión: una vez terminadas las operaciones de reglaje.

Los orificios de la cámara: para el paso de cables, bulbos, tuberías, etc.

La coquilla: para aislar los tubos de cobre, puede estar partida en toda su longitud y con material adhesivo que sólo hay que quitarles el precinto,

para que quede totalmente pegado, hermético y ajustado; esta operación, se realiza cuando ya hemos terminado, previamente a dejar en servicio la cámara.

2.2.38. Verificar el funcionamiento de la instalación a través del visor

(Ver apartado 2.1.37)

2.2.39. Verificación del sistema

(Ver apartado 2.1.38)

2.2.40. Regulación del reloj de desescarche

(Ver apartado 2.1.39)

2.2.41. Aplicación de las normas de seguridad e higiene

(Ver apartado 2.1.40)

RESUMEN

Las frutas, las verduras, los alimentos cárnicos, los huevos y los productos lácteos están todos ellos sujetos a los cambios provocados por el deterioro microbiano cuando están refrigerados en estado no congelado. Sin embargo, la pérdida de calidad en las frutas y verduras mantenidas en estas condiciones se produce principalmente a causa de cambios fisiológicos.

Un almacén frigorífico es un edificio cualquiera o una parte del mismo, utilizado en condiciones controladas de almacenamiento, con refrigeración.

Los criterios desarrollados a la hora de realizar un proyecto de cámara frigorífica son prácticamente iguales para cualquier tipo de almacenamiento.

Las condiciones dentro de una cámara frigorífica cerrada deben mantenerse para conservar el producto almacenado. Esto se refiere en particular al almacenamiento estacional y al de larga duración.

En las especificaciones técnicas deben constar los siguientes detalles:

Especificaciones de los productos.

Condiciones de almacenaje.

Características Constructivas.

Materiales utilizados.

- El espacio adyacente a la envolvente.

La condensación en la envolvente se produce generalmente por una humedad elevada y por una ventilación no adecuada. Muy a menudo, esto ocurre en un espacio de aire muerto, tal y como el plenum del techo o dentro de los ladrillos huecos, en la estructura que penetra o en el hueco de una viga.

- Tratamiento del aire / vapor en las uniones.

Las fugas de aire vapor en las uniones pared / techo constituyen probablemente el problema constructivo principal en las instalaciones de almacenaje de frío.

- Ventilación del suelo.

Las instalaciones que funcionen por encima de las temperaturas de congelación no precisan de ningún tratamiento especial por debajo del suelo.

- Preparación de la superficie.

Cuando se utiliza un adhesivo, la superficie contra la que se aplica el material aislante debe de ser lisa y estar limpia de polvo.

- Acabados.

Los paneles estructurales aislados con metal al exterior y metal o plástico reforzado por la cara interior, son de corriente aplicación, tanto en los frigoríficos como en los congeladores.

- Falsos techos.

Los falsos techos, baratos, funcionan bien cuando van recubiertos por la parte alta o lado caliente con una barrera de vapor, que enlaza con la barrera de aislamiento de la pared.

- Sumideros en el suelo.

Siempre que sea posible, deben evitarse los sumideros en el suelo.

- Cableado eléctrico.

El cableado eléctrico debe conducirse a la cámara a través de un punto.

- Las vías.

Las vías para carne en una cámara, siempre que sea posible, debe montarse y soportarse dentro de la estructura aislada, con total independencia del propio edificio.

- Puertas y herrajes.

Las puertas deben ser fuertes y, al mismo tiempo, lo suficientemente ligeras para abrirlas y cerrarlas con facilidad. Los herrajes deben ser de buena calidad, de modo que compriman uniformemente la junta contra el marco.

- Aislamiento rígido.

Los materiales aislantes, como el poliestireno, el poliuretano y los materiales fenólicos, han dado buenos resultados cuando se instalan con la adecuada barrera de vapor y se acaban con materiales que proporcionan protección contra el fuego y forman una superficie higiénica.

- Aislamiento con paneles.

Es ampliamente aceptado el empleo de paneles aislantes prefabricados para la construcción de paredes y techos aislados.

Medidas de seguridad.

En las cámaras frigoríficas, en especial aquellas de temperatura negativa, deben tenerse en cuenta las medidas de seguridad prescritas por el Reglamento de Seguridad de Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

Puesta en servicio. Pruebas y medidas

Compresor.

Parado.

- Comprobar visualmente el estado del compresor.
- Verificar el estado de ajuste de las tuercas.
- Comprobar las conexiones eléctricas.

En marcha.

- Medir intensidad de consumo.
- Comprobar presiones de aspiración y descarga.
- Medir el nivel sonoro.

Válvulas de paso manuales.

En general, salvo excepciones expresamente descritas, todas las válvulas de paso de refrigerante, que no dan paso al exterior, deben estar abiertas antes de arrancar cualquier máquina.

Válvulas automáticas solenoides.

Verificar el estado de las válvulas solenoides según el esquema eléctrico de la instalación.

Arranque de la instalación general.

Comprobar, paso a paso, con el esquema eléctrico de la instalación, que se van accionando los distintos sistemas que intervengan en el montaje.

Ahorro energético

Además de los del propio diseño de la situación y de la propia instalación frigorífica, existen distintos aspectos tecnológicos que inciden en la eficacia energética de la planta y que deben ser tenidos en cuenta en la realización del proyecto.

ANEXOS

Hoja de cálculo del Anexo 1

HOJA DE CARGAS PARA REFRIGERACIÓN

Cliente _____ Fecha _____

_____ Calculado _____

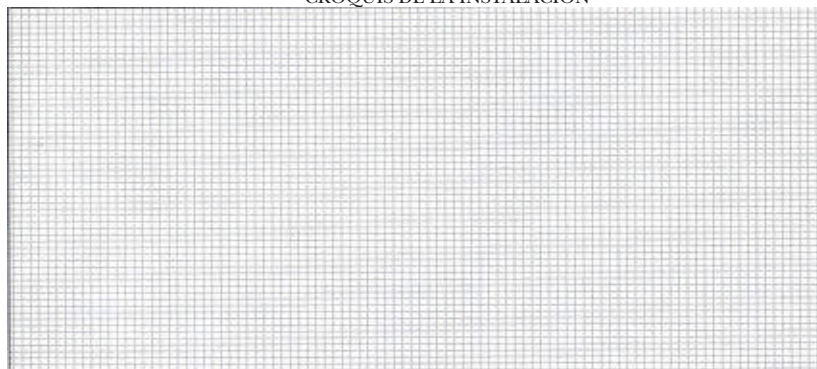
Emplazamiento de la Instalación _____

DATOS

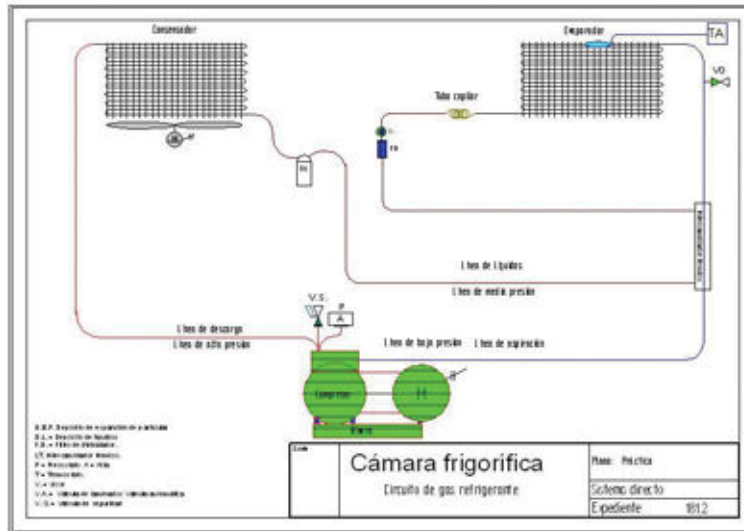
1. Aplicación _____
2. Dimensiones ext. (metros): Longitud _____ Ancho _____ Alto _____
3. Aislamiento: Tipo _____ Espesor _____ mm
4. Espesor total de los paramentos _____ mm.
5. Temperatura ambiente en el exterior de la cámara _____ °C
6. Temperatura de almacenamiento _____ °C
7. Diferencia de temperatura (Δt °) (6) – (5) _____ °C
8. Constitución del suelo: Material _____ Espesor _____ mm.
9. Temperatura del suelo _____ °C
10. Temperatura de la cámara _____ °C
11. Diferencia de temperatura (Δt °) (9) – (10) _____ °C
12. Carga eléctrica interior _____ W.
13. Número de ocupantes _____
14. Carga, producto e información adicional. _____

15. Horas / día de funcionamiento de la instalación _____

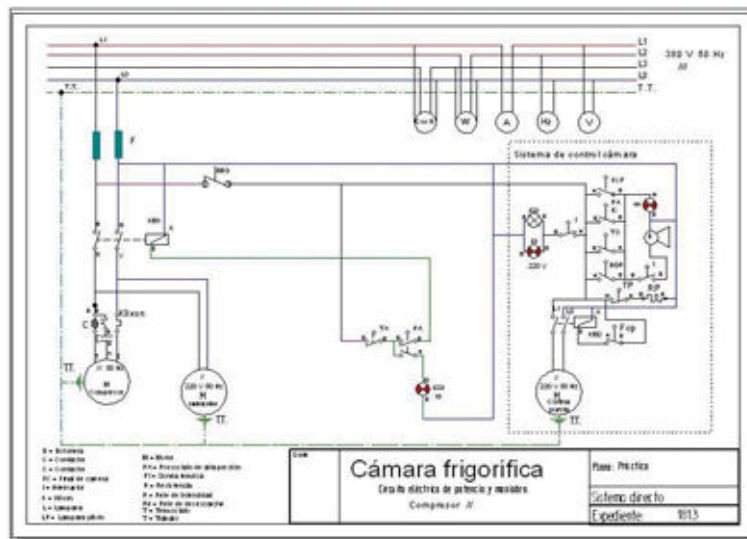
CROQUIS DE LA INSTALACIÓN



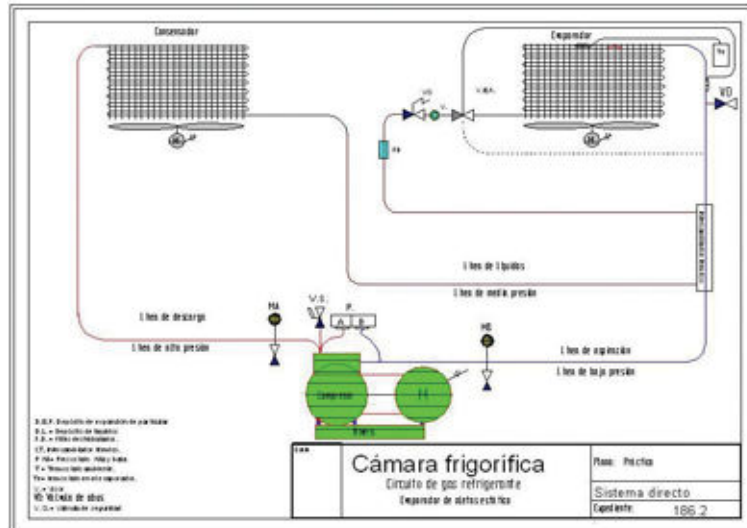
Plano del circuito de gas refrigerante. Supuesto 1



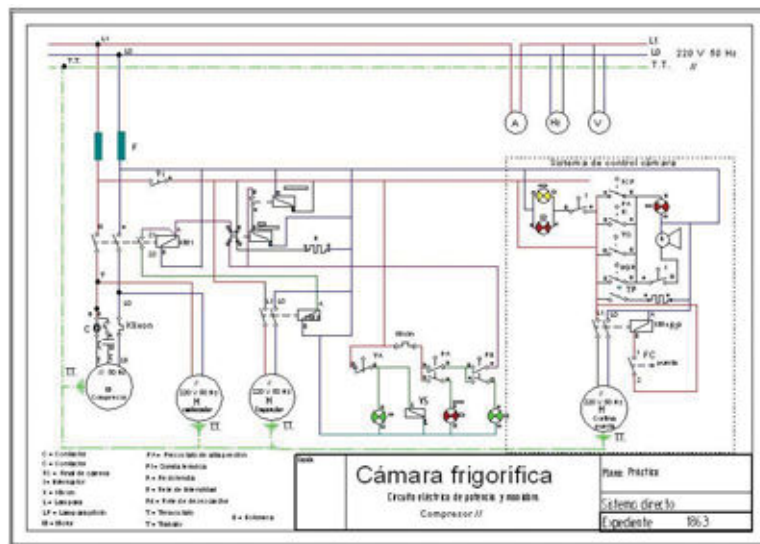
Plano del circuito eléctrico total o práctico o de principio multifilar. Supuesto 1



Plano del circuito de gas refrigerante. Supuesto 2



Plano del circuito eléctrico total o práctico o de principio multifilar. Supuesto 2



GLOSARIO

Aire: mezcla de gases que rodea a la tierra, compuesto mayoritariamente por nitrógeno (N_2) y oxígeno (O_2).

Aislamiento (eléctrico): sustancia que casi no tiene electrones libres; lo que hace que sea pobre en la conducción de la corriente eléctrica.

Aislamiento (térmico): material que es pobre conductor de calor; por lo que se usa para retardar o disminuir el flujo de calor. Algunos materiales aislantes son: corcho, fibra de vidrio, elásticos espumados (poliuretano y poliestireno), etc.

Amperaje: flujo de electrones (corriente) de un Coulomb por segundo, que pasa por un punto dado de un circuito.

Aspiración: movimiento producido en un fluido por succión.

Bimetal: dispositivo para regular o indicar temperatura. Funciona sobre el principio de que dos metales disímiles, con proporciones de expansión diferentes, al soldarlos juntos, se doblan con los cambios de temperatura.

Bomba de vacío: dispositivo especial de alta eficiencia, utilizado para crear alto vacío para fines de deshidratación o de pruebas.

Bulbo sensor: parte de un dispositivo con un fluido sellado, que reacciona a los cambios de temperatura. Se usa para medir temperaturas o para controlar mecanismos.

Bulbo sensor de temperatura: bulbo que contiene un fluido volátil y un diafragma. El aumento de temperatura en el bulbo causa que el diafragma se expanda.

Caja de conexiones: caja o contenedor que cubre un grupo de terminales eléctricas.

Cajetín: lugar de un plano reservado para la identificación del mismo, de la instalación y proyecto del que forma parte, de su autor, de la escala de representación, de la fecha de creación y modificaciones posteriores.

Calibrar: posicionar indicadores por comparación con un estándar o por otros medios, para asegurar mediciones precisas.

Calor: forma de energía que actúa sobre las sustancias para elevar su temperatura; energía asociada con el movimiento al azar de las moléculas.

Caloría: unidad para medir el calor en el sistema métrico. Equivale a la cantidad de calor que se requiere, para elevar la temperatura de un gramo de agua en un grado centígrado. $1000 \text{ calorías} = 1 \text{ kcal}$.

Calorímetro: dispositivo utilizado para medir cantidades de calor o para determinar calores específicos.

Calor, intensidad del: concentración de calor en una sustancia, indicada por la temperatura de la misma, mediante el uso de un termómetro.

Cámara de refrigeración: espacio refrigerado comercial, que se mantiene a temperaturas por debajo de la ambiental.

Carga de refrigerante: cantidad de refrigerante colocada en un sistema de refrigeración.

Centígrada, escala: escala de temperatura usada en el sistema métrico.

Cilindro para refrigerante: cilindro en el que se almacena y distribuye el refrigerante. El código de colores pintado en el cilindro indica la clase de refrigerante (ver código de colores, capítulo Refrigerantes).

Cilindro portátil: recipiente utilizado para almacenar refrigerante. Hay dos tipos comunes: recargables y desechables.

Circuito: instalación de tubería o de cable eléctrico que permite el flujo desde y hacia la fuente de energía.

Compresor: máquina en sistemas de refrigeración, hecha para succionar vapor del lado de baja presión en el ciclo de refrigeración, y comprimirlo y descargarlo hacia el lado de alta presión del ciclo.

Compresor hermético: unidad motocompresora en la que el motor eléctrico y el compresor están montados en una flecha común, dentro de un casco de acero soldado. El motor eléctrico opera en la atmósfera de refrigerante.

Condensador: componente del mecanismo de refrigeración que recibe del compresor vapor caliente a alta presión, enfriándolo y regresándolo luego a su estado líquido. El enfriamiento puede ser con aire o con agua.

Condensador enfriado por aire: intercambiador de calor que transfiere calor al aire circundante. En estos condensadores, el vapor caliente de la descarga del compresor entra en los tubos, y el aire atmosférico circula por fuera de los tubos, los cuales, generalmente, son del tipo aletado.

Conductividad: habilidad de una sustancia para conducir o transmitir calor y/o electricidad.

Conductor: sustancia o cuerpo capaz de transmitir electricidad o calor.

Control de alta presión: dispositivo utilizado para evitar que la presión de evaporación del lado de alta exceda cierta presión.

Control de baja presión: dispositivo utilizado para evitar que la presión de evaporación del lado de baja caiga por debajo de cierta presión.

Control termostático: dispositivo que opera un sistema o parte de él, basado en un cambio de temperatura.

Corriente: transferencia de energía eléctrica en un conductor, por medio del cambio de posición de los electrones.

Corriente alterna: corriente eléctrica en la cual se invierte o se alterna el sentido del flujo. En una corriente de 60 ciclos (Hertz), el sentido del flujo se invierte cada 1/120 de segundo.

Cuarto de máquinas: área donde se instala la maquinaria de refrigeración industrial y comercial, excepto los evaporadores.

Desescarche: proceso de eliminar la acumulación de hielo o escarcha de los evaporadores.

Desescarche eléctrico: uso de resistencia eléctrica, para fundir el hielo y la escarcha de los evaporadores, durante el ciclo de deshielo.

Detector de fugas: dispositivo o instrumento que se utiliza para detectar fugas, tal como lámpara de haluro, sensor electrónico o jabón.

Detector de fugas de espuma: sistema de líquido espumante especial, que se aplica con una brocha sobre uniones y conexiones, para localizar fugas de manera similar a la espuma de jabón.

Detector de fugas electrónico: instrumento electrónico que mide el flujo electrónico a través de una rejilla de gas. Los cambios en el flujo electrónico indican la presencia de moléculas de gas refrigerante.

Evaporador: componente del mecanismo de un sistema de refrigeración, en el cual el refrigerante se evapora y absorbe calor.

Filtro: dispositivo para remover partículas extrañas de un fluido.

Filtro–deshidratador: dispositivo empleado para la limpieza del refrigerante y del aceite en los sistemas de refrigeración. Remueve toda clase de contaminantes, tales como: suciedad, rebabas, ceras, humedad, ácidos, óxidos, etc.

Indicador de líquido y humedad: dispositivo que revela la presencia de exceso de humedad y permite comprobar la circulación de refrigerante líquido a través del visor.

Infiltración: paso del aire exterior hacia el edificio, a través de ventanas.

Intensidad del calor: concentración de calor en una sustancia, como se indica por la temperatura de esa sustancia, mediante el uso de un termómetro.

Intercambiador de calor: dispositivo utilizado para transferir calor de una superficie caliente a una superficie menos caliente (los evaporadores y condensadores son intercambiadores de calor).

Instrumento: dispositivo que tiene habilidades para registrar, indicar, medir y/o controlar.

Higrómetro: instrumento utilizado para medir el grado de humedad en la atmósfera.

Joule (J): unidad de energía del Sistema Internacional (SI). Un Joule equivale al trabajo realizado por la fuerza de un Newton, cuando el punto de aplicación se desplaza una distancia de un metro, en dirección de la fuerza.

Kilocaloría: unidad de energía y trabajo, equivalente a mil calorías.

Lado de alta: partes de un sistema de refrigeración, que se encuentran bajo la presión de condensación o alta presión.

Lado de baja: partes de un sistema de refrigeración, que se encuentran por debajo de la presión de evaporación o baja presión.

Línea de líquido: tubería que acarrea refrigerante líquido, desde el condensador o recibidor, hasta el mecanismo de control de refrigerante.

Manómetro: instrumento para medir presiones de gases y vapores. Es un tubo de vidrio (o plástico) en forma de “U”, con una cantidad de líquido (agua o mercurio) y los extremos abiertos.

Pascal (PA): unidad de presión absoluta en el sistema internacional (SI); es igual a la fuerza de un Newton ejercida sobre una superficie de un m²; Pa = N/m². Para algunos fines científicos o prácticos, el Pascal puede resultar una unidad muy pequeña, por lo que entonces se utiliza el kilo Pascal (kPa) o el bar. 1 kPa = 1,000 Pa y 1 bar = 100 kPa.

Presión: energía impactada sobre una unidad de área. Fuerza o empuje sobre una superficie.

Presión absoluta: es la suma de la presión manométrica más la presión atmosférica.

Presión atmosférica: presión que ejerce el aire atmosférico sobre la tierra. Se mide en kPa, mm de Hg, kg/cm², lb/pulg², etc. Al nivel del mar, tiene un valor de 101.325 kPa (14.696 lb/pulg²).

Presión de alta: término empleado para referirse a la presión, a la cual se lleva a cabo la condensación, en un sistema de refrigeración.

Presión de baja: presión del lado de baja del ciclo de refrigeración, a la cual se lleva a cabo la evaporación.

Psicrómetro: Instrumento para medir la humedad relativa del aire.

Recalentamiento: 1– Temperatura del vapor por encima de su temperatura de ebullición (saturación) a la misma presión. 2– La diferencia entre la temperatura a la salida del evaporador y la temperatura más baja del refrigerante que se está evaporando en el evaporador.

Recipiente de líquido: cilindro o contenedor conectado a la salida del condensador, para almacenar refrigerante líquido en un sistema.

Reciclado de refrigerante: limpiar el refrigerante para volverlo a usar, reduciendo su humedad, acidez y materia en suspensión. Generalmente, se aplica a procedimientos en el sitio de trabajo, o en talleres de servicio locales.

Recuperación de refrigerante: recoger refrigerante y colocarlo en un cilindro, sin necesariamente efectuarle pruebas.

Refrigeración: proceso de reducción y mantenimiento de la temperatura de un espacio o materia por debajo de la temperatura del entorno.

Refrigerador libre de escarcha: gabinete de refrigeración que opera con deshielo automático durante cada ciclo.

Refrigerante: sustancia utilizada en los mecanismos de refrigeración. Absorbe calor en el evaporador, cambiando de estado de líquido a vapor, liberando su calor en un condensador, al regresar de nuevo del estado gaseoso al estado líquido.

Refrigerantes halogenados: grupo de refrigerantes sintéticos, que en su estructura química contienen uno o varios átomos de elementos halogenados, tales como flúor, cloro o bromo.

Sensor: material o dispositivo que sufre cambio en sus características físicas o electrónicas, al cambiar las condiciones circundantes.

Separador de aceite: dispositivo utilizado para remover aceite del gas refrigerante.

Sistema de unidades SI: sistema de mediciones derivado del sistema métrico decimal.

Sistema Métrico Decimal: sistema decimal de mediciones.

Soldar: unión de dos metales con material de aporte no ferroso, cuyo punto de fusión es menor al del metal base.

Temperatura: 1– Intensidad de calor o frío, tal como se mide con un termómetro. 2– Medición de la velocidad del movimiento de las moléculas.

Termómetro: Instrumento para medir temperaturas.

Termostato: dispositivo que detecta las condiciones de la temperatura ambiente, y a su vez, acciona para controlar un circuito.

Trifásico: que opera por medio de la combinación de tres circuitos de corriente alterna, los cuales difieren en fase por un tercio de ciclo.

Tubo capilar: tubo de diámetro interior pequeño, que se utiliza para controlar el flujo de refrigerante hacia el evaporador. Se utiliza,

generalmente, en sistemas de refrigeración pequeños, tales como refrigeradores domésticos, unidades de aire acondicionado de ventana, etc.

Unión: punto de conexión (como entre dos tubos).

Vacío: presión menor que la atmosférica.

Vacuómetro: instrumento para medir vacío muy cercano al vacío perfecto.

Válvula: accesorio utilizado para controlar el paso de un fluido.

Válvula de expansión: tipo de control de refrigerante, que mantiene presión constante en el lado de baja del sistema de refrigeración. La válvula es operada por la presión en el lado de baja o de succión. Con frecuencia, se le conoce como válvula de expansión automática.

Válvula de seguridad: válvula auto-operable de acción rápida, que se usa para un alivio rápido del exceso de presión.

Válvula de servicio de descarga: válvula de dos vías operada manualmente, ubicada en la entrada del compresor. Controla el flujo de gas de la descarga; se usa para dar servicio a la unidad.

Válvula de servicio de succión: válvula de dos vías operada manualmente, ubicada en la entrada del compresor. Controla el flujo de gas de la succión; se usa para dar servicio a la unidad.

Válvula de succión: válvula dentro del compresor de refrigeración, que permite el ingreso del vapor de refrigerante, proveniente de la línea de succión, al cilindro, evitando que se devuelva.

Válvula solenoide: válvula diseñada para funcionar por acción magnética, a través de una bobina energizada eléctricamente. Esta bobina acciona un núcleo móvil, el cual abre o cierra la válvula.

Válvula termostática: válvula controlada por elementos que responden a cambios de temperatura.

Ventilador del evaporador: ventilador que incrementa el flujo de aire sobre la superficie de intercambio de calor de los evaporadores.

Voltaje: 1– Término empleado para indicar el potencial eléctrico o Fem. en un circuito eléctrico. 2– Presión eléctrica que causa que fluya una corriente. 3– Fuerza electromotriz. (Fem.)

Voltímetro: Instrumento para medir voltaje en un circuito eléctrico.

Volumen específico: volumen por unidad de masa de una sustancia (m^3/kg).

Watt (W)/ Vatio: unidad de potencia, equivale a la potencia producida al realizar un trabajo de 1 Joule por segundo ($1 \text{ Watt} = 1 \text{ J/s}$).

CUESTIONARIO DE AUTOEVALUACIÓN

1. ¿Cuál es la causa principal por la que los alimentos almacenados se echan a perder?
2. ¿Cuáles son los métodos de transmisión de ciertas bacterias?
3. Define los tipos básicos de almacenamiento.
4. Enumera los factores a tener en cuenta a la hora de definir las condiciones interiores de una cámara frigorífica.
5. El envoltorio de los productos, ¿se debe tener en cuenta a la hora de definir las especificaciones técnicas?
6. ¿Qué son las barreras de vapor?
7. Describe un sistema de barrera de vapor.
8. ¿Qué es un sistema de barrera de vapor interior?
9. ¿Por qué se puede producir condensación en la envolvente?
10. ¿A qué es debido que los conductos eléctricos sean herméticos?
11. ¿Qué es un sistema de chapa vierteaguas?
12. Enumera los factores que debe cumplir un buen acabado interior.
13. Si la temperatura interior de la cámara es de 8° C, ¿puedo utilizar ventiladores de extracción en el falso techo?
14. ¿Qué condiciones debe cumplir el cableado eléctrico de una cámara?
15. Desde el punto de vista de situación, ¿cuántos modelos de puertas conoces? Cítalos.
16. ¿Qué es un aislamiento de alto rendimiento?
17. ¿Cuál es el factor de elección para elegir el espesor del aislamiento?
18. Cita dos elementos de seguridad de las cámaras frigoríficas.
19. Si falla el sistema de iluminación, ¿qué debemos instalar y dónde se sitúa?
20. Para la extinción de incendios, ¿a qué llamamos tubería seca?
21. Cita dos puntos de revisión en un compresor en marcha.
22. ¿Cuándo no se deben manipular nunca las válvulas de paso manuales?
23. Una solenoide, ¿es una válvula manual o automática?
24. ¿Qué tipo de mantenimiento, facilita el ahorro energético en las instalaciones?
25. Cita tres actuaciones en una cámara frigorífica para ahorrar energía.

26. Si debo montar cuatro cámaras frigoríficas, ¿cómo las debo montar para obtener un ahorro energético?
27. ¿Cómo evito que los empleados que acceden al interior de una cámara frigorífica, se dejen la luz encendida?
28. ¿Cómo se puede reducir el consumo eléctrico en una cámara frigorífica?
29. La variación de velocidad en los compresores, ¿es un ahorro energético?
30. ¿En qué porcentaje podemos aumentar el rendimiento de una instalación con un variador de frecuencia y, este para que sirve?

SUPUESTOS PRÁCTICOS

Montaje de una cámara frigorífica de mantenimiento de productos perecederos o de temperatura positiva, con compresor monofásico, sistema de evaporación estático con expansión directa mediante tubo capilar y desescarche eléctrico.

Montaje de una cámara frigorífica para temperatura positiva, con compresor monofásico, sistema de evaporación aire forzado con expansión directa válvula termostática y desescarche eléctrico.

BIBLIOGRAFÍA

Balboa, Joan: *Manual de Instalaciones Frigoríficas 2ª edición*, Barcelona: Ediciones CEYSA, 2003.

Bernier, Jacques: *Itinerario del frigorista*, Madrid: Vicente, Ediciones, 1998.

Conan, Jean-Georges: *Refrigeración industrial*, Madrid: Paraninfo, 1990.

Muñoz Delgado, José A: *Aplicaciones del frío a los productos perecederos*, Madrid: CEF Ciudad Universitaria, 1972.

Ramírez Miralles, Juan Antonio: *Nueva enciclopedia de la climatización, refrigeración*, Barcelona: Grupo editorial CEAC S.A., 2000.

Rodríguez Sánchez, J. M.: *Sistemas de Refrigeración*, Alicante: J.M.R.S, 2006.

Manual ASHRAE: *Refrigeration Systems and applications*, Atlanta USA: Ashrae handbook, 1990.

Adjuntamos relación de reglamentación que se debe tener en cuenta al realizar el proyecto:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo Real Decreto 486/1997 de 14 de abril.
- Norma básica NBE-CA-88, sobre condiciones acústicas en los edificios RD.2115/82.
- Normas de la Empresa Suministradora de energía eléctrica sobre la construcción y montaje de acometidas, líneas repartidoras, instalaciones de contadores y derivaciones individuales, señalando en ellas las condiciones técnicas de carácter concreto que sean precisas para conseguir mayor homogeneidad en las redes de distribución y las instalaciones de los abonados (REBT).
- Normas sanitarias de comercialización de productos pesqueros (RD. 1437/1992).
- Normas UNE de obligado cumplimiento publicadas por el Instituto de Racionalización y Normalización (IRANOR) Ordenes MINER 30-9-80 (B.O.E. 17-10-80); 5-6-82 (B.O.E. 12-6-82); 11-7-83 (B.O.E. 22-7-83); 5-4-84 (B.O.E. 40-6-84).
- Real Decreto 2177/1996 de 4 de octubre de la “NBE-CPI/96”, Norma Básica de la Edificación que establece las condiciones de protección contra incendios en los edificios.
- Reglamentación Técnico-Sanitarias sobre “Condiciones Generales de Almacenamiento Frigorífico” (RD. 168/1985).

- Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas aprobado por el Real Decreto 3099/1977 de 8 de septiembre (Industria y Energía), B.O.E. de 6 de diciembre de 1977. Y sus modificaciones, Orden 24-1-78 (B.O.E. 27-2-78), Orden 4-4-79 (B.O.E. 10-5-79) Modificando MI-IF-007 y MI-IF-014, Orden 30- 9-80 (B.O.E. 18-10-80) Modificando MI-IF-013 y MI-IF-014, Real Decreto 754/1981 (B.O.E. 28-4-81) Modificando art. 28, 29 y 30, Orden 21-7-83 (B.O.E. 29-7-83) Modificando MI-IF-004 y MI-IF-016, Orden 19-11-87 (B.O.E. 5-12-87) Modificando MI-IF-005, Orden 4-11-92 (B.O.E. 17-11-92) Modificando MI-IF-005, Orden 23-11-94 (B.O.E. 2-12-94) Modificando MI-IF-002, MI-IF-004, MI-IF-009 y MI-IF-010, Orden 24-4-96 (B.O.E. 10-5-96) Modificando MI-IF-002, MI-IF-004, MI-IF-008, MI-IF-009 y MI-IF-010, Orden 26-2-97 (B.O.E. 10-3-97), Rectificando la orden 24-4-96.
- Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas, aprobado por Decreto 2414/1961 y posterior modificación o adaptación según Decreto 840/1966.
- Reglamento de Aparatos a Presión aprobado por el Real Decreto 1244/1979 de 4 de abril de 1979 (B.O.E. 128, 29-5-1979) y su modificación Real Decreto 769/1999 del 7 de mayo de 1999.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo según Decreto 432/1971 de 11. de marzo y Orden de 9 de marzo de 1971 por la cual se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Reglamento de verificaciones eléctricas y regularidad en el suministro de energía eléctrica, según Decreto de 12 de marzo de 1984, B.O.E. de 28 de mayo de 1984 e Instrucciones Complementarias según Real Decreto 724/1979 de 2 de febrero, B.O.E. de 7 de abril de 1979.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarios (ITC) BT01 a BT51, aprobado por Real Decreto n- 842/2002 de 2 de agosto de 2002. Reglamento e Instrucciones técnicas Complementarias publicados en el BOE n° 224 de 18 de septiembre de 2002.