

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

INGENIERÍA MARINA

ENERGÍA Y PROPULSIÓN



“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE”

TRABAJO FIN DE GRADO

TFG/GEM/E-36-14

SEPTIEMBRE - 2014

AUTOR: Amable García Castiñeira

TUTOR: Javier Romero Gómez

TRABAJO FIN DE GRADO

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

INGENIERÍA MARINA

ENERGÍA Y PROPULSIÓN

631G02410 - TRABAJO FIN DE GRADO

D. Javier Romero Gómez, en calidad de tutor principal, autorizo al alumno D. Amable García Castiñeira, con DNI nº 79339028-E a la presentación del presente Trabajo de Fin de Grado titulado:

“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE”

CONVOCATORIA: SEPTIEMBRE- 2014

Fdo. El Tutor

Fdo. El Alumno

Javier Romero Gómez

Amable García Castiñeira



Universidade da Coruña



“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE”

ÍNDICE GENERAL



Universidade da Coruña

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **SEPTIEMBRE 2014**

AUTOR: **Amable García Castiñeira**

Fdo.:

ÍNDICE GENERAL

Memoria	1
Anexos	35
Anexo I: Selección del refrigerante	35
Anexo II: Cálculo del diámetro de las tuberías.....	60
Anexo III: Selección de los componentes	70
Anexo IV: Instalación eléctrica existente.....	123
Planos	150
Pliego de condiciones	151
Estado de mediciones	189
Presupuesto	194
Estudios con entidad propia	206
Estudio básico de seguridad y salud.....	206



Universidade da Coruña



“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE”

MEMORIA



Universidade da Coruña

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **SEPTIEMBRE 2014**

AUTOR: Amable García Castiñeira

Fdo.:

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1.OBJETO	3
2. ALCANCE.....	3
3. ANTECEDENTES	3
3.1. Instalación existente	4
4. NORMAS Y REFERENCIAS	9
4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	9
4.2. Bibliografía.....	12
4.2.1. Libros.....	12
4.2.2. Páginas web	12
4.3. Programas de cálculo.....	13
5. DEFINICIONES, UNIDADES Y ABREVIATURAS	14
5.1. Definiciones	14
5.2. Unidades	19
5.3. Abreviaturas	20
6. REQUISITOS DE DISEÑO	21
6.1. Dimensiones principales.....	21
6.2. Requisitos de seguridad y mantenimiento para los equipos.....	24
6.2.1. Protección de la instalación contra sobrepresiones.....	24
6.2.1.1. Dispositivo de alivio de presión.....	24
6.2.1.2. Presostatos.....	25
6.2.1.3. Elementos de control y mantenimiento de la instalación ...	25
6.2.2. Requisitos del circuito eléctrico.....	26
6.2.3. Requisitos de equipos de seguridad.....	26
7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES	27

8. RESULTADOS FINALES	28
9. CONCLUSIÓN	32

1. OBJETO

Este proyecto tiene por objeto definir y justificar todos los elementos constructivos y técnicos necesarios para la reconversión de una la instalación de aire acondicionado para acomodación de un buque mercante. Dicha reconversión consiste en sustituir la instalación existente de gas refrigerante R-22 por otra que cumpla la normativa vigente.

No son objeto de este proyecto la definición y cálculos de las cargas térmicas de acomodación y demás recintos climatizados a bordo, así como tampoco de las demás instalaciones que afecten a la instalación de aire acondicionado, como son: instalación contra incendios, electricidad, fontanería y/o calderería de agua de mar para la alimentación de los condensadores, etc... dichas instalaciones serían objeto de proyecto general del buque.

2. ALCANCE

Quedan dentro del alcance del presente proyecto el diseño, cálculo y definición de los diferentes elementos que componen la instalación frigorífica del aire acondicionado, así como analizar el COP de la instalación en función del tipo de refrigerante elegido, la especificación de materiales, componentes y equipos necesarios.

3. ANTECEDENTES

En fecha 1 de Julio de 2002 entró en vigor la prohibición de uso contenida en el artículo 5 del Reglamento de la Comunidad Europea 2037/2000 por la que se prohíbe el uso del R-22 en aparatos de aire acondicionado con unos plazos definidos para su total eliminación prevista para el 1 de Enero de 2015.

A partir de 1 de Enero de 2010 y hasta el 31 de Diciembre de 2014 sólo se puede cargar gas refrigerante R-22 si es de origen reciclado, está prohibido poseer gas refrigerante en stock en estado puro.

3.1. Instalación existente

En vistas del precario mantenimiento de la instalación frigorífica del aire acondicionado durante los 25 años de operación, se decide cambiar la unidad completa, estudiando el cambio de refrigerante por uno que cumpla la normativa actual y además que sea el más adecuado.

La instalación de aire acondicionado del buque es de **todo aire**. Es un equipo donde la unidad de tratamiento de aire está alejada del espacio que se acondiciona. Lo único que llega al espacio acondicionado es el aire, que circula por un sistema de conductos, rejillas y difusores. En este caso es un sistema con una unidad de tratamiento de aire (UTA).

Esta unidad climatizadora sirve tanto para refrigerar en verano como en invierno, permitiendo un control de:

- Temperatura: mediante calefacción o refrigeración.
- Humedad: mediante humectación o deshumidificación.
- Calidad del aire: mediante la instalación de filtros.

La UTA se encarga de procesar el aire del ambiente de forma continua para devolverlo con las condiciones de temperatura y humedad adecuadas.

El funcionamiento de la UTA consiste en el paso sucesivo de una corriente de aire a través de sus distintas secciones, que son:

- **Toma de aire exterior**, la cual se divide en:
 - parte aire de recirculación y conductos de retorno: Lleva rejillas y filtros para evitar que la contaminación del aire de un local afecte a los otros.

-Parte aire exterior o de renovación: La toma de aire exterior está colocada en un lugar donde el aire está limpio, y tiene rejillas y lleva instalados filtros.

-Zona de free-cooling: es un espacio de mezcla del aire de recirculación y del aire exterior.

- **Sección de entrada:**

Que consta de filtros, ventilador, para aspirar el aire e impulsarlo a través del climatizador, y batería de precalentamiento para evitar que la humedad condense.

- **Sección de acondicionamiento:**

Dos baterías de calentamiento, deshumidificador, batería de frío, y humidificador y filtro anti gotas.

- **Salida:** Incluye ventilador y filtros.

El aire es impulsado mediante ventiladores a través de la red de conductos y rejillas en difusores en techo, a los recintos a climatizar.

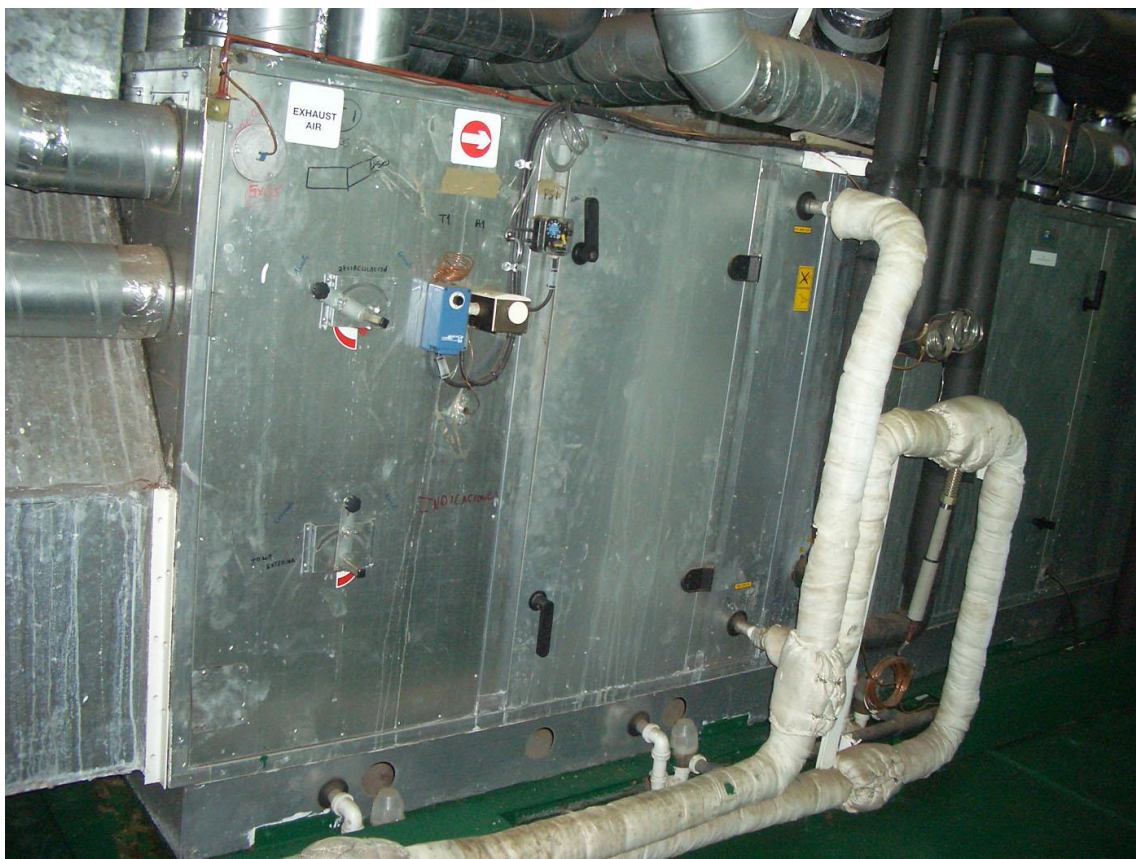


Figura 3.1.1- UTA diferenciando la impulsión, extracción, renovación, expulsión y cámara de mezcla.



Figura 3.1.2- UTA, zona de impulsión.



Figura 3.1.3 - UTA con entradas de vapor a baterías.

El sistema de calentamiento es con:

- Vapor saturado

El sistema de enfriamiento es:

- Expansión directa en la batería de enfriamiento

Esta climatizadora permite:

- Mezclar el aire exterior con aire de recirculación
- Enfriar aire
- Deshumidificar el aire
- Calentar aire
- Humidificar el aire
- Freecooling

El *free-cooling* es un sistema de refrigeración de locales que aprovecha la baja entalpía del aire exterior, cuando las condiciones son favorables, para disminuir el uso de los equipos de aire acondicionado.

Pueden darse tres condiciones de operación de *free-cooling*:

1. *La temperatura del aire exterior es menor que la del aire de impulsión*: el sistema modula las compuertas hasta lograr que la mezcla del aire exterior con el aire recirculado alcance la temperatura deseada, siendo innecesaria la producción de frío, por lo que, el enfriamiento es gratuito.

2. *La temperatura del aire exterior es mayor que la temperatura del aire de impulsión, pero menor que la del aire de retorno del local*: el sistema frigorífico debe operar parcialmente para bajar la temperatura del aire exterior que se introduce en un 100% hasta alcanzar la temperatura de impulsión requerida por el local. Cuando la temperatura del aire exterior alcanza a la del local se alcanza el límite del enfriamiento gratuito.

3. *La temperatura del aire exterior es mayor que la temperatura del aire de retorno del local*: la instalación funciona en forma convencional, para satisfacer las necesidades de ventilación del local

- es un sistema de volumen constante y temperatura variable con control de la capacidad de refrigeración

La instalación de refrigeración es del tipo expansión directa, el control aplicado es con dos válvulas solenoides de líquido de todo o nada, con sendas válvulas termostáticas para un funcionamiento escalonado de los compresores. La capacidad se puede regular al 100% o al 50%. Es decir o trabaja un solo compresor o los dos.

El ciclo de la instalación de refrigeración del aire es un ciclo simple y hay que tener en cuenta que la instalación anterior de R-22 suministraba una potencia de refrigeración de 103 kW por cada unidad. Además tendremos en cuenta que la temperatura de diseño de evaporación es de 5°C, También partimos de una temperatura de diseño de condensación de 35 °C.

Para los condensadores del refrigerante mediante el agua de mar el salto térmico total estará comprendido entre $DT =$

$5 - 10 \text{ }^\circ\text{C}$.

Una vez averiguado DT y con el dato de T^a exterior del agua de mar de diseño podemos determinar la temperatura de condensación (T_k) de la instalación:

$T_{amar}=30$

$$T_k = T_{am} + DT \quad (3.1)$$

Dónde:

T_k : T^a de condensación.

DT : salto térmico en el condensador.

Siguiendo estas consideraciones seleccionaremos:

- $DT = 5^\circ\text{C}$

$$- T_k = 30 + 5 = 35^\circ\text{C} \quad (3.2)$$

También hay que tener en cuenta las pérdidas de presión en el condensador y en la batería de enfriamiento. En el condensador hay una caída del 2% y en el evaporador del 3%.

4. NORMAS Y REFERENCIAS

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

Este proyecto se rige por la norma española UNE-EN ISO 7547:2005/AC "embarcaciones y tecnología marina Aire acondicionado y ventilación de los alojamientos condiciones de diseño y bases de cálculo"; "ships and marine technology. Air-conditioning and ventilation of accommodation spaces. Design conditions and basis of calculations" (ISO 7547:2002/Cor 1:2008).

Además se tendrá en cuenta el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en la Mar (SOLAS).

También se tienen en cuenta:

-Real Decreto 865/2003, del 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénicos sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

-Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad del suministro de Energía Eléctrica. (Decreto 12 de Marzo 1.954, B.O.E. 15.04.54 y Real Decreto 1725/84 de 18 de julio).

-Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, B.O.E. nº 2224 de Miércoles 18 septiembre de 2.002).

-Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI). (Real Decreto 1942/1.993 de 5 de Noviembre).

NORMAS:

- UNE 157001 2002. Criterios generales para la elaboración de proyectos.

- UNE 82100. Magnitudes y unidades.

- UNE 100001:2001. Condiciones climáticas para proyectos.

- UNE 1027. Dibujo Técnico. Plegado de planos.

- UNE 1032. Dibujos Técnicos. Principios generales de representación. UNE 1035. Dibujos Técnicos. Cuadro de rotulación.

- UNE 1039. Dibujos Técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.

- UNE 1089-1. Principios generales para la creación de símbolos gráficos. Parte 1: Símbolos gráficos colocados sobre equipos.

- UNE 1089-2. Principios generales para la creación de símbolos gráficos. Parte 2: Símbolos gráficos para utilizar en la documentación técnica de productos.

- UNE 1135. Dibujos Técnicos. Lista de elementos.

- UNE 1166-1. Documentación técnica de productos. Vocabulario Parte 1: Términos relativos a los dibujos técnicos: generalidades y tipos de dibujo.
- UNE-EN-ISO 3098-0. Documentación técnica de productos. Escritura. Requisitos generales. (ISO 3098-0:1997).
- UNE-EN-ISO 3098-3. Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 3: Alfabeto griego. (ISO 3098-3:2000).
- UNE-EN-ISO 3098-4. Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 4: Signos diacríticos y particulares del alfabeto latino. (ISO 3098-4:2000).
- UNE-EN-ISO 3098-5. Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 5: Escritura en diseño asistido por ordenador (DAO), del alfabeto latino, las cifras y los signos. (ISO 3098-5:1997).
- UNE-EN-ISO 3098-6. Documentación técnica de producto. Escritura. Parte 6: Alfabeto cirílico. (ISO 3098-6:2000).
- UNE-EN-ISO 5455. Dibujos Técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).
- UNE-EN-ISO 5457. Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. (ISO 5457:1999).
- UNE-EN ISO 6433. Dibujos técnicos. Referencia de los elementos. (ISO 6433:1981).
- UNE-EN-ISO 10209-2. Documentación técnica de producto. Vocabulario. Parte 2: Términos relacionados con los métodos de proyección. (ISO10209-2:1993).

- UNE-EN-ISO 11442-1. Documentación técnica de productos. Gestión de la información técnica asistida por ordenador. Parte 1: Requisitos de seguridad. (ISO 11442-1:1993).
- UNE-EN-ISO 11442-2. Documentación técnica de productos. Gestión de la información técnica asistida por ordenador. Parte 2: Documentación original. (ISO 11442-2:1993).
- UNE-EN-ISO 11442-3. Documentación técnica de productos. Gestión de la información técnica asistida por ordenador. Parte 3: Fases del proceso de diseño de productos. (ISO 11442-3:1993).
- UNE-EN-ISO 11442-4. Documentación técnica de productos. Gestión de la información técnica asistida por ordenador. Parte 4: Gestión de documentos y sistemas de búsqueda documental. (ISO 11442-4:1993).

4.2. BIBLIOGRAFÍA

4.2.1. Libros

-CARRIER AIR CONDITIONING COMPANY. (1987). Manual de aire acondicionado = Handbook of air conditioning system design. Marcombo.

-Aire acondicionado. Ángel Luis Miranda.

4.2.2. Páginas web

Entre algunas de las páginas web utilizadas están:

http://www.aulacinter.es/cursos/curso_pasarela/descargas/ing/jc.herranz/documentacion/ING_JVazquez_Manual_practico_sistemas_climatizacion.pdf

<http://personales.unican.es/renedoc/Traspereancias%20WEB/Trasp%20AA/009%20Instal%20AA%20OK.pdf>

http://www.elaireacondicionado.com/tipos_aire_acondicionado/

<http://www.danfoss.com/spain>

<http://s344941351.mialojamiento.es/Catalogos/Sp/CalculoDisenoLineas.pdf>

<http://www.bock.de/es/resumen-de-productos.html?GroupID=38>

<http://renkulde.no/renkulde/app/produsent/id/20977/wicket:pageMapName/wicket-2>

<http://www.carly-sa.es/fam-es30-turboil-separadores-de-aceite-no-desmontables.html>

http://www.hansatmp.it/pdf/flippingbook/manufacturing/products_guides/HT-01-X-107-0210-S/show.en?contr=home

<http://www.forofrio.com/>

http://www.acerosotero.cl/pdf/catalogo_aceros_otero.pdf

Todas estas páginas han sido consultadas con anterioridad al 31 de Junio de 2014.

4.3. PROGRAMAS DE CÁLCULO

-**EES**: EES, acrónimo de Engineering Equation Solver. La función básica de este programa es la solución simultánea de un sistema de ecuaciones. También puede resolver ecuaciones diferenciales, ecuaciones con variables complejas, problemas de optimización, tablas paramétricas, lineal y regresiones no lineales y gráficos.

Dispone de librerías con las propiedades termodinámicas de los fluidos utilizados en refrigeración.

- **AutoCAD 2007**; para desarrollo de planos y esquemas.

- **Presto 8.8**; para la realización del presupuesto.

-**Dircalc**, para el cálculo de los diámetros de las tuberías en los diferentes tramos.

-**Solkane 8**, para la comprobación de los cálculos.

5. DEFINICIONES, UNIDADES Y ABREVIATURAS

5.1. Definiciones

Para realizar el cálculo térmico es necesario definir ciertos conceptos básicos que nos permiten entender el comportamiento de las variables involucradas en el proceso. Producir las condiciones de confort significa extraer el calor que el espacio ha ganado durante la jornada de trabajo, mediante el funcionamiento de un equipo acondicionador seleccionado apropiadamente.

Ganancia de Calor: La Ganancia de Calor es la razón a la cual el calor entra o es generado en el espacio en un momento determinado. Se clasifica por el modo en el cual entra al espacio y se expresa en Btu/hr.

Carga Térmica: También llamada Carga de Enfriamiento, es la razón a la cual el calor tiene que ser removido de un espacio para mantener determinadas condiciones de temperatura y humedad que dan lugar al confort humano; se expresa en Btu/hr.

Calor Sensible y Latente: Cuando aplicamos calor a una sustancia y esta responde aumentando su temperatura, estamos aplicando Calor Sensible; cuando aplicamos calor a una sustancia y esta no aumenta su temperatura pero si cambia de estado, estamos aplicando Calor Latente.

Bienestar térmico: Condiciones interiores de temperatura, humedad y velocidad del aire establecidas reglamentariamente que se considera que producen una sensación de bienestar adecuada y suficiente a sus ocupantes.

Aire de expulsión (EHA) (Exhaust air): es el aire extraído de uno o más locales y expulsado al exterior.

Aire de extracción (AE) (Extract air): aire tratado que sale de un local.

Aire exterior (ODA) (Outdoor air): aire que entra en el sistema procedente del exterior antes de cualquier tratamiento.

Aire de impulsión (SUP) (Supply air): aire que entra tratado en el local o en el sistema después de cualquier tipo de tratamiento.

Aire interior (IDA) (Indoor air): aire tratado en el local o en la zona.

Calefacción: proceso por el que se controla solamente la temperatura del aire de los espacios con carga negativa.

Climatización: acción y efecto de climatizar, es decir de dar a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa, calidad del aire y, a veces, también de presión, necesarias para el bienestar de las personas y/o la conservación de las cosas.

Coefficiente de eficiencia energética de una máquina frigorífica:

En la modalidad de calefacción; COP (acrónimo del inglés "Coefficient of Performance") es la relación entre la capacidad calorífica y la potencia efectivamente absorbida por la unidad.

Director de la instalación: técnico titulado competente bajo cuya dirección se realiza la ejecución de las instalaciones térmicas que requiera la realización de un proyecto.

Empresa suministradora: aquella empresa legalmente capacitada para proveer energía y productos energéticos (gas, electricidad, productos petrolíferos, agua, etc.).

Instalaciones centralizadas: aquellas en las que la producción de calor es única para todo el edificio, en este caso buque, realizándose su distribución desde la central generadora a las correspondientes viviendas y/o locales por medio de fluidos térmicos.

Instalador autorizado: toda persona física acreditada mediante el correspondiente carné profesional expedido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Marcado "CE": marcado que deben llevar los productos de construcción para su libre circulación en el territorio de los Estados miembros de la Unión Europea y países parte del Espacio Económico Europeo, conforme a las condiciones establecidas en la Directiva 89/10S/CEE u otras Directivas que les sean de aplicación.

Organismos de Control: son entidades públicas o privadas, con personalidad jurídica, que se constituyen con la finalidad de verificar el cumplimiento de carácter obligatorio de las condiciones de seguridad de productos e instalaciones industriales, establecidas por los Reglamentos de Seguridad Industrial, mediante actividades de certificación, ensayo, inspección o auditoria, de acuerdo con el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre.

Unidad de tratamiento de aire (UTA): aparato en el que se realizan uno o más tratamientos térmicos del aire y de variación del contenido del vapor de agua, así como de filtratación y/o lavado, sin producción propia de frío o calor.

Componentes frigoríficos: Elementos que forman parte del sistema de refrigeración, por ejemplo, compresor, condensador, generador, depósito de líquido, evaporador, separador de partículas de líquido, etc.

Compresor: Máquina que incrementa mecánicamente la presión de un vapor o de un gas.

Compresor semihermético: Combinación compuesta por un compresor y un motor eléctrico, ambos encerrados en una misma carcasa, con tapas desmontables para permitir el acceso, pero sin eje ni sello mecánico externos, con el motor eléctrico funcionando en presencia de una mezcla de aceite y vapor refrigerante.

Compresor hermético: Combinación compuesta por un compresor y un motor eléctrico, ambos encerrados en la misma carcasa, sin eje ni sello mecánico

externos, con el motor eléctrico funcionando en presencia de una mezcla de aceite y vapor refrigerante.

Compresor abierto: Compresor con el eje de transmisión que atraviesa la carcasa estanca que contiene al refrigerante. En este tipo, motor y compresor van separados.

Evaporador: Intercambiador de calor en el cual el refrigerante líquido se vaporiza por absorción de calor procedente del medio a enfriar.

Condensador: Intercambiador de calor en el que refrigerante en fase de vapor se licua por cesión de calor.

Refrigerante: Fluido utilizado en la transmisión de calor que, en un sistema de refrigeración, absorbe calor a bajas temperatura y presión, cediéndolo a temperatura y presión más elevadas. Este proceso tiene lugar, generalmente, con cambios de fase del fluido.

Filtro deshidratador: dispositivo que contiene desecante y material filtrante para retener la humedad y otros contaminantes de un sistema de refrigeración.

Válvula solenoide o electroválvula: es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto. Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

Dispositivo de expansión: Elemento que permite y regula el paso del refrigerante líquido desde un estado de presión más alto a otro más bajo. Se consideran como tales las válvulas de expansión (manuales, termostáticas y electrónicas), los tuboscapires, los flotadores de alta, etc.

Válvula de expansión: son reguladores de máquinas de compresión de vapor para aplicaciones de refrigeración. La válvula de expansión asegura el suministro regular de refrigerante al evaporador.

Dispositivo de seccionamiento (válvula de corte): Dispositivo para abrir o cerrar el flujo de fluido; por ejemplo, refrigerante, salmuera.

Dispositivo de alivio de presión: Elemento diseñado para liberar o evacuar automáticamente el exceso de presión de un sistema frigorífico al exterior o a otro sector de presión más baja.

Válvula de alivio de presión: Válvula accionada por presión que se mantiene cerrada mediante un resorte u otros medios y que está diseñada para liberar o evacuar el exceso de presión de forma automática, al abrir a una presión no superior a la máxima admisible y cerrar de nuevo una vez que la presión haya descendido por debajo del valor admisible.

Carga de refrigerante: La especificada en la placa o etiquetado del equipo o en su defecto la máxima cantidad de refrigerante que admita el equipo para su correcto funcionamiento.

Presostato: El presostato también es conocido como interruptor de presión. Es un aparato que cierra o abre un circuito eléctrico dependiendo de la lectura de presión de un fluido.

Halocarbonos / hidrocarburos: Estos son:

- CFC: halocarbono completamente halogenado (exento de hidrógeno) que contiene cloro, flúor y carbono.
- HCFC: halocarbono parcialmente halogenado que contiene hidrógeno, cloro, flúor y carbono.
- HFC: halocarbono parcialmente halogenado que contiene hidrógeno, flúor y carbono.
- PFC: halocarbono que contiene únicamente flúor y carbono.

- HC: hidrocarburo que contiene únicamente hidrógeno y carbono.

Sector de alta presión: Parte de un sistema de refrigeración que trabaja, aproximadamente, a la presión de condensación.

Sector de baja presión: Parte del sistema de refrigeración que trabaja, aproximadamente, a la presión de evaporación.

Sala de máquinas específica: Local o recinto, especialmente previsto para contener, por razones asociadas con la seguridad y protección del medio ambiente, componentes del sistema de refrigeración, exceptuándose como tal cuando solo contiene evaporadores, condensadores o tuberías. No tendrá consideración de espacio, local o recinto habitado a los efectos de establecer la carga máxima de refrigerante en la instalación frigorífica.

Batería: Parte del sistema de refrigeración construido con varios serpentines convenientemente conectados, que sirve como intercambiador de calor (evaporador, condensador, etc.). Una batería puede estar compuesta por uno o varios serpentines.

Dispositivo de expansión: Elemento que permite y regula el paso del refrigerante líquido desde un estado de presión más alto a otro más bajo. Se consideran como tales las válvulas de expansión (manuales, termostáticas y electrónicas), los tubos capilares, los flotadores de alta, etc.

5.2. Unidades

UNIDADES	
W	Vatios. Unidad de potencia.
kW	Kilovatios (1.000 Vatios).
J	Julios. Unidad de energía.
kJ	Kilojulios (1.000 Julios).

m	Metros.
m²	Metros cuadrados.
m³	Metros cúbicos
mm	Milímetros.
cm	Centímetros.
dm³	Decímetros.
K	Grados Kelvin.
° C	Grados Centígrados.
kg	Kilogramos.
in	Pulgadas
h	horas
s	segundos
Pa	Pascales.
kPa	Kilopascales (1.000 pascales).
C.V.	Caballos.
V	Voltios
A	Amperios
Hz	Hercios
psi	Libras por pulgada cuadrada. Unidad de presión del sistema anglosajón
kW/h	Kilovatios por hora. Unidad de consumo de potencia eléctrica.

Tabla 5.2.1- Unidades

5.3. Abreviaturas

ABREVIATURAS	
ISO	International Organization for Standardization (Organización Internacional de Normalización)
EN	Norma europea
UNE	Una Norma Española
CE	Comunidad Europea

CEE	Comunidad Económica Europea
Pulg.	Pulgadas
T	Temperatura.
nº	Número.
r. p. m.	Revoluciones por minuto
Mº	Ministerio.
B. O. E.	Boletín Oficial del Estado
€	Euros.
PCA	Potencial de calentamiento atmosférico.
HCFC	Hidroclorofluorocarbonos.
CFC	Clorofluorocarburos.
HFC	Hidrofluorocarbonado.
S. L.	Sociedad limitada
Glide	Deslizamiento de T ^a
ODP	Potencial de destrucción de la capa de ozono
AEL	Allowable Exposure Limit (Límite de exposición permisible)
Tk o Tc	T ^a Condensación

Tabla 5.3.1- Abreviaturas

6. REQUISITOS DE DISEÑO

6.1. Dimensiones principales

El barco es un petroquímico con estas características:

Eslora (l): 182,14 metros.

Manga (B): 25 metros

Puntal (P): 18 metros.

Calado (C): 12.15 metros.

Registro, tonelaje bruto (G.T.): 21.605

Arqueo bruto (DWT): 29.950 tn.

Velocidad: 14.50 nudos.



Figura 6.1.1 - Buque petroquímico de 29600 toneladas de arqueo bruto.

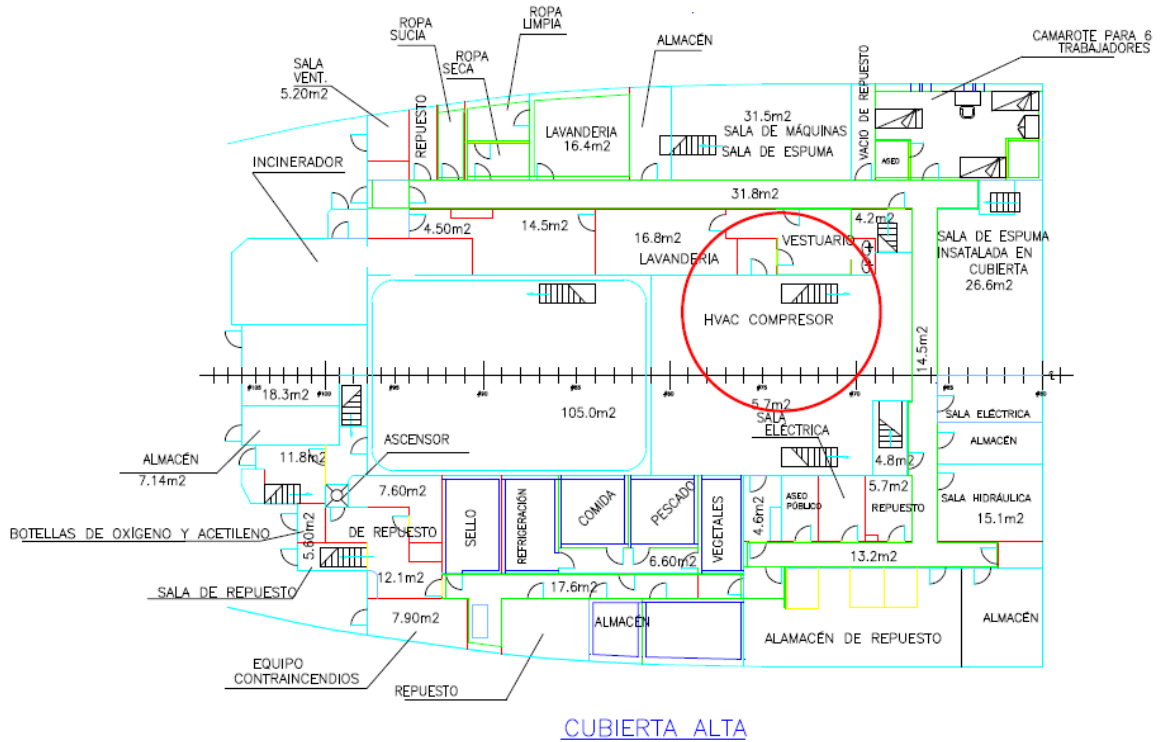


Figura 6.1.2 - Sala de los compresores en la upper deck

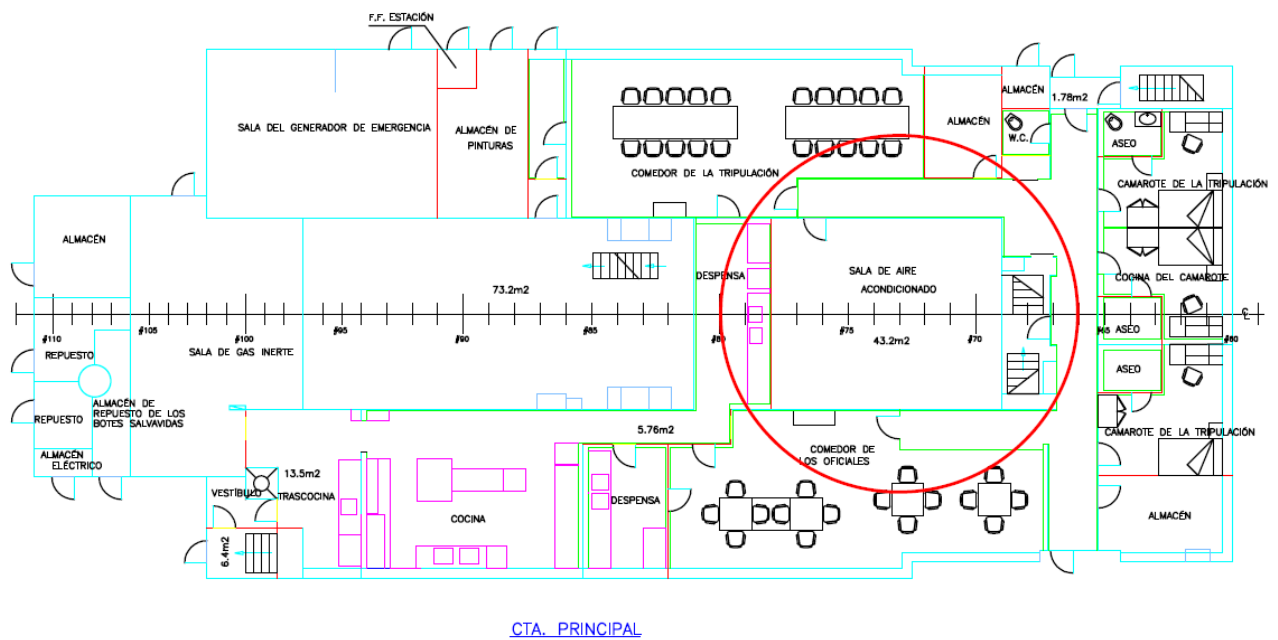


Figura 6.1.3 - Sala de aire acondicionado en la cubierta principal

6.2. Requisitos de seguridad y mantenimiento para los equipos que forman el sistema.

Se exponen, a continuación, lo dispuesto en el Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas en lo referente a, seguridad (sobrepresiones) y elementos a instalar para el control y mantenimiento de la instalación (visores de líquido, manómetros, etc.).

6.2.1. Protección de la instalación contra sobrepresiones

6.2.1.1. Dispositivo de alivio de presión

Dispone el Reglamento que: *“Los compresores de desplazamiento positivo con un caudal volumétrico de más de 25 l / s deberán estar protegidos con un dispositivo de alivio de presión montado entre la descarga y la aspiración según las Normas EN 12693 o UNE EN 60335-2-34.*

En caso de que no se monte una válvula de corte en la descarga será suficiente con instalar un dispositivo de alivio de presión en el sector de alta, siempre que no existan válvulas de corte intercaladas”.

El dispositivo de alivio de presión (válvula de seguridad) se colocará en el depósito de líquido refrigerante, porque el Reglamento dicta que:

“Los recipientes que puedan contener refrigerante líquido en condiciones normales de funcionamiento y puedan ser independizados de otras partes del sistema de refrigeración, excepto aquellos cuyo diámetro interior sea inferior a 152 mm, deberán estar protegidos mediante un dispositivo de alivio (por ejemplo, válvula de seguridad)” de acuerdo con el siguiente punto:

- *“Los equipos a presión con un volumen interior bruto inferior a 100 dm³ deberán tener, como mínimo, un dispositivo de alivio, bien descargando al sector de baja, o a un recipiente receptor independiente o a la atmósfera”.*

Por lo tanto se instalará una válvula de seguridad en la descarga, que descargará a la atmósfera.

6.2.1.2. Presostatos

Se instalarán limitadores de presión que en forma automática paren el o los compresores en todos los equipos con más de 10 kg de carga de refrigerante, que trabajen por encima de la presión atmosférica.

Por ello, se instalan 4 presostatos, 2 de baja presión y otros 2 de alta, es decir uno de cada para cada compresor.

Los presostatos de baja presión, controlan la presión en la aspiración del compresor, parándolo en caso de que ésta sea demasiado baja.

Los presostatos de alta presión, controlan la presión en la descarga del compresor, parándolo en caso de que ésta sea excesivamente alta.

6.2.1.3. Elementos de control y mantenimiento de la instalación frigorífica

Las válvulas utilizadas en los sistemas de refrigeración deberán cumplir los requisitos de la Norma UNE EN 12284.

Los sistemas de refrigeración se deberán equipar con suficientes válvulas de corte afin de minimizar riesgos y pérdidas de refrigerante, particularmente durante la reparación y/o mantenimiento.

Es por ello, por lo que se instalará válvula de corte, de cierre manual, en:

- En las líneas de aspiración de cada compresor, para su cierre en caso de reparación de alguno de ellos. No será necesaria su instalación en las líneas de descarga, ya que, en ellas ya están las válvulas anti-retorno.
- Antes de los manómetros de alta y baja de cada compresor, para su cierre en caso de sacarlos para calibración o sustitución.
- En la línea de líquido, antes y después del filtro secador y de la mirilla, para las labores de sustitución de estos.
- En las líneas de retorno del aceite de cada compresor, para su cierre en caso de reparación de alguno de ellos.

Dicta el Reglamento de Seguridad para Instalaciones Frigoríficas que: *“Los sistemas de refrigeración deberán estar equipados con los instrumentos de indicación y medida necesarios para los ensayos, funcionamiento y mantenimiento”*.

Por ello, se deberán instalar manómetros, para la medición de presión de la descarga y aspiración en los compresores.

Se deberá instalar, también, un visor de líquido en la línea de líquido, después del filtro secador.

6.2.2. Requisitos del circuito eléctrico

El proyecto de la instalación eléctrica, está ajustado a lo dispuesto en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y sus instrucciones técnicas complementarias.

El circuito eléctrico de alimentación del sistema frigorífico, es completamente independiente de la alimentación de otras partes de la instalación, en especial de la red de alumbrado, dispositivos de ventilación y señales de alarma.

Incorporar protección diferencial y magnetotérmica por cada elemento principal (compresores, baterías, etc.) y por circuito de maniobra.

Con independencia de lo prescrito en el vigente REBT y las instrucciones técnicas complementarias correspondientes, las instalaciones frigoríficas deberán estar protegidas contra contactos indirectos de la siguiente manera:

- En caso de instalaciones centralizadas, cada elemento principal deberá estar debidamente protegido: compresor, condensador, evaporador y bomba de circulación de fluido.
- En caso de circuitos independientes constituidos por un único conjunto compresor, condensador y evaporador, será suficiente una única protección para el conjunto.

Con estas disposiciones se pretende, además de la protección de las personas, añadir otras medidas que reduzcan al mínimo el deterioro de los productos almacenados y aseguren el funcionamiento permanente de una parte razonable de la instalación.

6.3. Requisitos de equipos de seguridad

Se instalarán un sensor de gas refrigerante en la sala de máquinas, para el aviso en caso de fuga de éste.

7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

- Dado que hay que cambiar el fluido refrigerante por motivos de la normativa analizaremos los tipos de refrigerante más utilizados.

Existen diferentes tipos de refrigerantes que a la vez tienen varios subtipos.

En el anexo correspondiente (anexo I) analizaremos las diferencias que nos motivan para escoger el refrigerante.

A la hora de seleccionar el refrigerante se ha tenido en cuenta los costes económicos, tanto del refrigerante como de mantenimiento de instalación con cada uno de ellos.

Además también se han tenido en cuenta otros factores de seguridad: toxicidad, inflamabilidad y explosividad y efectos medioambientales.

Una vez valorados estos factores, se tuvo en cuenta el COP obtenido para cada refrigerante, así como el volumen en la aspiración.

Finalmente, se opta por el refrigerante R407C.

Para la selección del diámetro de tuberías se ha utilizado el programa **Dircalc** de Danfoss.

Este programa utiliza los requisitos en cuanto a velocidad y pérdidas de carga para seleccionar el diámetro de tubería correcto en cada tramo.

En el anexo correspondiente (anexo II) analizaremos los requisitos en cada tramo de tubería así como los resultados obtenidos con el programa Dircalc.

Los componentes han sido seleccionados con catálogos de diferentes casas comerciales y en acorde al software Dircalc de Danfoss para las características de la nueva instalación. También se han tenido en cuenta componentes de instalaciones similares.

En el anexo correspondiente (anexo III) seleccionamos los diferentes equipos que componen la instalación.

Se conserva la instalación eléctrica existente, con la única modificación de modificar el sistema de arranque de arranque directo a arranque en estrella-triángulo para evitar sobreintensidades en el arranque.

En el anexo correspondiente (anexo IV) describimos la instalación eléctrica existente, así como algunos de los componentes que la componen y mostramos los esquemas eléctricos de la instalación.

8. RESULTADOS FINALES

Ciclo frigorífico: La instalación antigua de R-22 es un ciclo simple de compresión Rankine con estas características:

$T_{\text{condensación}} \text{ (}^\circ\text{C)}$	35
$T_{\text{evaporación}} \text{ (}^\circ\text{C)}$	5
$P_{\text{condensación}} \text{ (bar)}$	13,28
$P_{\text{evaporación}} \text{ (bar)}$	5,843
Subenfriamiento (C°)	5
Recalentamiento (C°)	6
Carga térmica por compresor (kW)	103
$\dot{W}_{\text{comp}} \text{ (kW)}$	17,73
$\dot{W}_{\text{motor}} \text{ (kW)}$	22,9
$\dot{Q}_{\text{cond}} \text{ (kW)}$	123,9
$\dot{Q}_{\text{evap}} \text{ (kW)}$	103
$V_{\text{asp}} \text{ (m}^3\text{/h)}$	82,85
$\dot{m} \text{ (kg/s)}$	0,607
COP	5,81

Tabla 8.1- Características instalación antigua de R-22.

La instalación antigua de R-22 es un ciclo simple de compresión Rankine.

Para satisfacer sus necesidades térmicas, que son de 103 kW, se instalan dos unidades compresoras con sus correspondientes condensadores marinos.

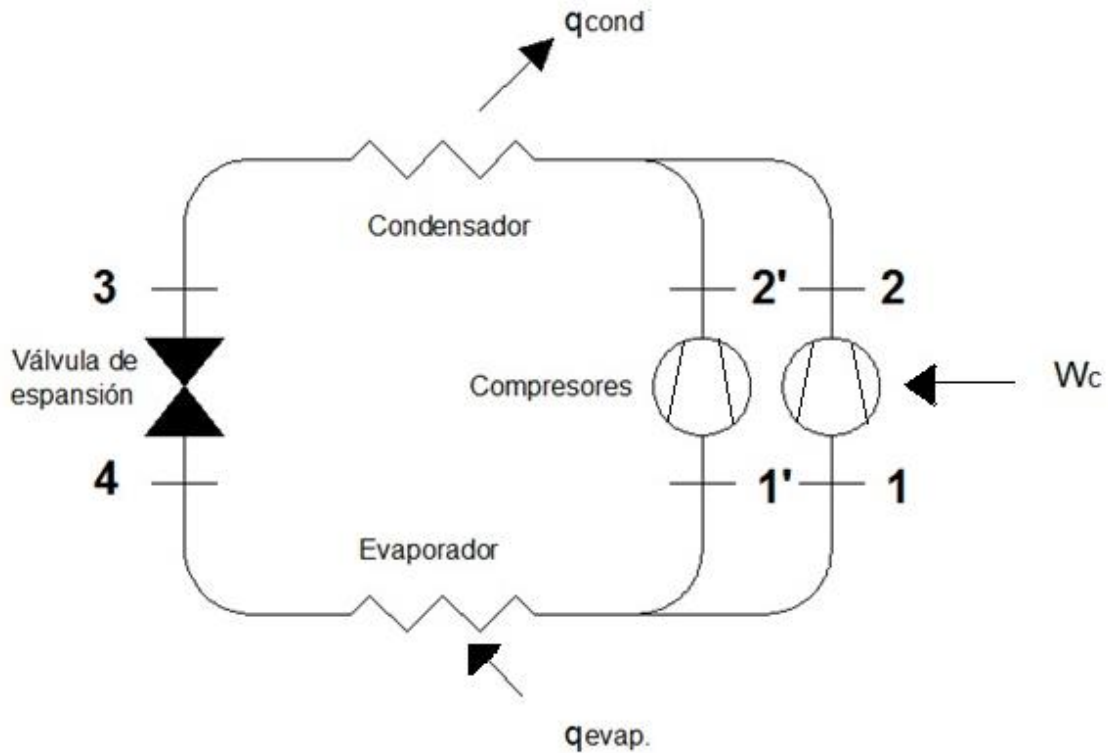


Figura 8.1- Esquema del ciclo frigorífico de la instalación

Características nueva instalación:

Es un ciclo simple de compresión Rankine.

$T_{\text{condensación}} (^{\circ}\text{C})$	35
$T_{\text{evaporación}} (^{\circ}\text{C})$	5
Subenfriamiento ($^{\circ}\text{C}$)	5
Recalentamiento ($^{\circ}\text{C}$)	6
Carga térmica por compresor (kW)	103
\dot{W}_{comp} (kW)	17,92
\dot{W}_{motor} (kW)	23,14

\dot{Q}_{cond} (kW)	124,7
\dot{Q}_{evap} (kW)	103
V_{asp} (m ³ /h)	85,1
\dot{m} (kg/s)	0,584
COP	5,749

Tabla 8.2- Características nueva instalación R407C.

Ciclo del R407C:

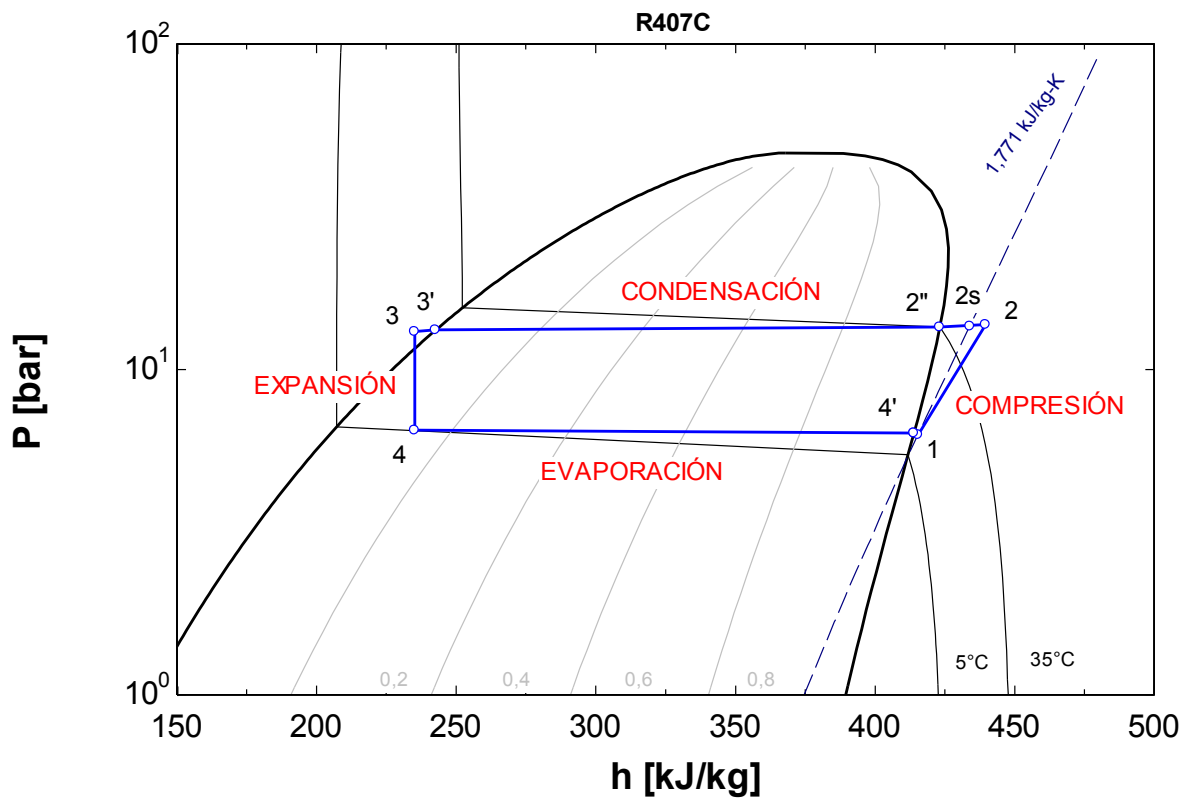


Figura 8.2- Diagrama p-h del ciclo de la instalación de R407C

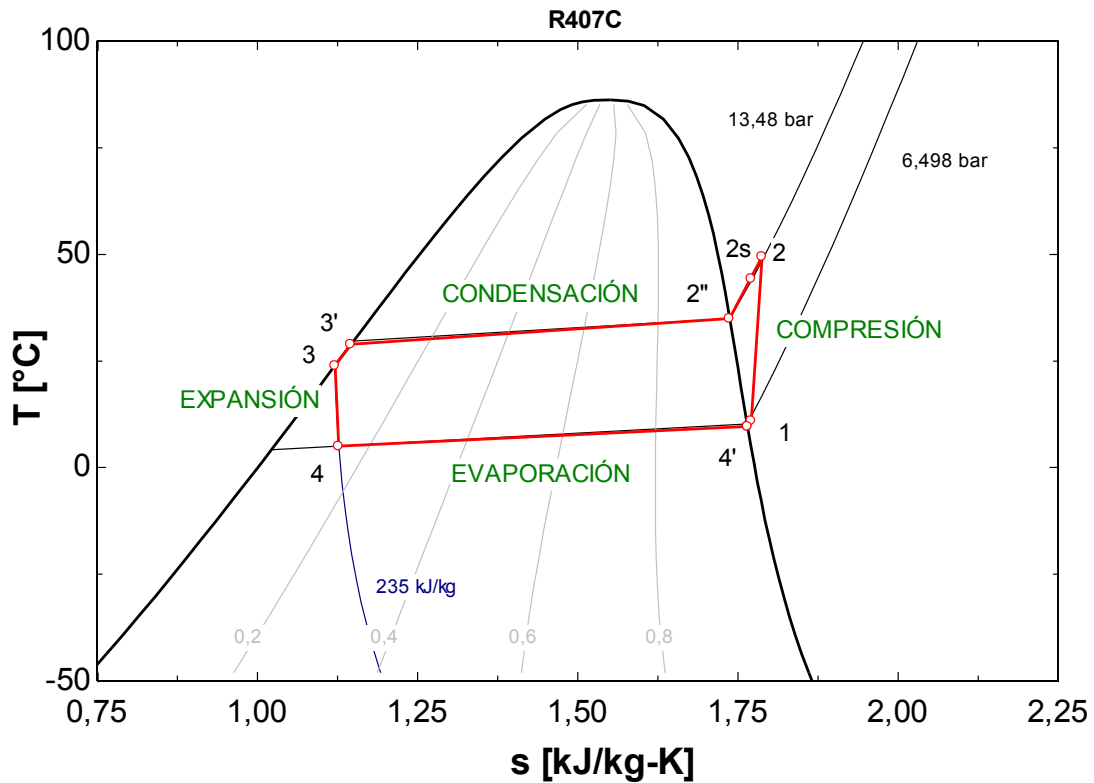


Figura 8.3- Diagrama T-s del ciclo de la instalación de R407C

Las tuberías son redimensionadas para el nuevo refrigerante.

Todos los tramos de aspiración, así como los de líquido serán aislados para evitar condensaciones.

Se aislará cualquier tubería o elemento del circuito frigorífico susceptible de producir condensaciones.

Para el cálculo del diámetro de tuberías se ha utilizado el programa **Dircalc** de Damfoss.

Este programa utiliza los requisitos en cuanto a velocidad y pérdidas de carga.

De acuerdo a los cálculos y los resultados obtenidos del programa Dircalc, los diámetros normalizados seleccionados, para cada tramo de tuberías, son los expuestos en la tabla:

Tramo	Diámetro Cobre normalizado (pulgadas)
Aspiración	Cu-TUBH-2 1/8"-ANSI DN 54mm
Líquido	Cu-TUBDN-1 1/8"-ANSI DN 28mm
Descarga	Cu-TUBH-1 3/8"-ANSI DN 35mm

Tabla 8.3 - Dimensiones de las tuberías en cada tramo

Los componentes seleccionados son los expuestos en el anexo de selección de los componentes (anexo III). Se han seleccionado con catálogos de diferentes casas comerciales y en acorde al software del programa Dircalc de Damfoss. Este programa selecciona automáticamente los componentes principales para que cumplan con las características de la nueva instalación.

Se conserva la instalación eléctrica existente, con la única modificación de modificar el sistema de arranque de arranque directo a arranque en estrella-triángulo para evitar sobreintensidades en el arranque.

9. CONCLUSIÓN

A la hora de seleccionar el refrigerante se ha tenido en cuenta los costes económicos, tanto del refrigerante como de mantenimiento de instalación con cada uno de ellos.

Además también se han tenido en cuenta otros factores de seguridad: toxicidad, inflamabilidad y explosividad y efectos medioambientales.

Una vez valorados estos factores, se tuvo en cuenta el COP obtenido para cada refrigerante, así como el volumen en la aspiración.

Finalmente, se opta por el refrigerante R407C.

La instalación antigua de R-22 es un ciclo simple de compresión Rankine.

Para satisfacer sus necesidades térmicas, que son de 103 kW, se instalan dos unidades compresoras con sus correspondientes condensadores marinos.

Podemos comparar las características de la instalación antigua con la nueva mediante la siguiente tabla:

REFRIGERANTE	R22	R407C
Tcondensación (°C)	35	35
Tevaporación (°C)	5	5
Subenfriamiento (C°)	5	5
Recalentamiento (C°)	6	6
Carga térmica por compresor (kW)	103	103
\dot{W}_{comp} (kW)	17,73	17,92
\dot{W}_{motor} (kW)	22,9	23,14
\dot{Q}_{cond} (kW)	123,9	124,7
\dot{Q}_{evap} (kW)	103	103
V_{asp} (m ³ /h)	82,85	85,1
\dot{m} (kg/s)	0,607	0,584
COP	5,81	5,749

Tabla 9.1- Comparación características R22 y R407C.

Mediante esta tabla podemos apreciar las diferencias del ciclo con los dos refrigerantes.

Las tuberías son redimensionadas para el nuevo refrigerante.

Todos los tramos de aspiración, así como los de líquido serán aislados para evitar condensaciones.

Se aislará cualquier tubería o elemento del circuito frigorífico susceptible de producir condensaciones.

Para el cálculo del diámetro de tuberías se ha utilizado el programa **Dircalc** de Danfoss. Este programa utiliza los requisitos en cuanto a velocidad y pérdidas de carga para calcular el diámetro normalizado para instalar en cada tramo.

El sistema de arranque de los motores se realizará teniendo en cuenta la Instrucción MI BT 034 que recomienda la utilización de dispositivos de arranque para evitar sobreintensidades en el arranque. Como en la instalación existente el arranque es directo, se cambia a estrella triángulo para evitar sobreintensidades en el arranque.

Los componentes han sido seleccionados con catálogos de diferentes casas comerciales y en acorde al software Dircalc de Danfoss para las características de la nueva instalación.



Universidade da Coruña



“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE”

ANEXO I: SELECCIÓN DEL REFRIGERANTE



Universidade da Coruña

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **SEPTIEMBRE 2014**

AUTOR: Amable García Castiñeira

Fdo.:

ÍNDICE ANEXO I: SELECCIÓN DEL REFRIGERANTE

1. SELECCIÓN DEL REFRIGERANTE	36
1.1. Tipos de refrigerantes	36
1.2. Estudio de los refrigerantes	38
1.2.1. Tabla comparación de las propiedades de los refrigerantes	41
2. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ANTIGUA	43
2.1. Descripción del ciclo de refrigeración.....	44
3. ESTUDIO DEL CICLO SEGÚN EL REFRIGERANTE	46
3.1. Tablas con las propiedades en los puntos principales del ciclo según el refrigerante.....	46
3.2. Parámetros característicos de la instalación	48
3.3. Variación de los parámetros en función de la T^a de condensación.....	49
4. SELECCIÓN DEL REFRIGERANTE	54
5. CARACTERÍSTICAS NUEVA INSTALACIÓN	55
5.1 Ciclo del R407C.....	56
6. COMPROBACIÓN DE LOS CÁLCULOS.....	57

1. SELECCIÓN DEL REFRIGERANTE

En vistas del precario mantenimiento preventivo de la instalación durante los 25 años de uso se decide cambiar el equipo estudiando el cambio de refrigerante por uno que cumpla la normativa actual y además que sea el más adecuado.

1.1. Tipos de refrigerantes:

Existen diferentes tipos de refrigerantes que a la vez tienen varios subtipos:

- **CFC**

Los CFC son gases refrigerantes cuyas moléculas contienen átomos de cloro, flúor y carbono.

Entre los CFC más utilizados podemos citar al R11, R12, R502, R500, R13B1, R13, R113.

Los CFC son los que tienen mayor capacidad de destrucción de la capa de ozono. Los HFC no afectan a la capa de ozono (ODP cero).

El desarrollo de la refrigeración, se debe principalmente a los gases fluorados conocidos como clorofluorcarbonos. Los CFC, desarrollados hace más de 60 años, reemplazaron al amoníaco y a otros hidrocarburos gracias a sus propiedades tales como la baja toxicidad, no flameabilidad, su no corrosividad y su excelente compatibilidad con otros materiales. Además, los CFC ofrecían y ofrecen propiedades termodinámicas y físicas que los hacen ideales para muchos usos, como agentes espumantes en la manufactura de aislantes, empaques, agentes limpiadores de metales y componentes electrónicos, por nombrar algunas aplicaciones.

- **HCFC**

HCFC son gases refrigerantes cuyas moléculas contienen átomos de hidrógeno, cloro, flúor y carbono.

Debido a su bajo contenido en cloro y la presencia de átomos de hidrógeno, los HCFC poseen un potencial reducido de destrucción del ozono (O.D.P.). En este grupo se encuentra el R-22 y una serie de mezclas ternarias (incluidas en la ficha de cada gas) que con la base del R-22, servirán para la fabricación de alternativos de los CFC, a la par que manteniendo los equipos existentes.

Los HCFC más utilizados son el R22, R141b, DI36, DI44, R403B, R408A, R401A, R401B, R402A, R402B y el R409A.

Actualmente tanto los CFC como los HCFC tienen prohibida su utilización.

- **HFC**

Los HFC constituyen los gases refrigerantes definitivos, sin cloro y con átomos de hidrógeno, sin potencial destructor del ozono (ODP) y muy bajo efecto invernadero (GWP). Los HFC más utilizados y considerados como gases definitivos son el R134a, R413A, R404A, R507, R407C, R417A y el R410. Estos gases son ya los futuros refrigerantes en aire acondicionado y refrigeración.

- **HIDROCARBUROS DIRECTOS**

Los hidrocarburos directos son un grupo de fluidos compuestos en varias proporciones de los dos elementos hidrógeno y carbono. Algunos son el Metano, etano, butano, etileno e isobutano. Todos son extremadamente inflamables y explosivos. Aunque ninguno de estos compuestos absorbe humedad en forma considerable, todos son extremadamente miscibles en aceite para todas las condiciones. Su uso ordinariamente está limitado a aplicaciones especiales donde se requieren los servicios de personal especializado.

TOXICIDAD:

Debido a que todos los fluidos no son otra cosa que aire tóxico, en el sentido que pueden causar sofocación cuando se tienen en concentraciones suficientemente altas que evitan tener el oxígeno necesario para sustentar la vida, la toxicidad es

un término relativo el cuál cobra mayor importancia solo cuando se especifica el grado de concentración y tiempo de exposición requeridos para producir efectos nocivos.

El grado de peligro en que se incurre con el uso de refrigerantes tóxicos depende de varios factores, tales como la cantidad de refrigerante usado con relación al tamaño del espacio dentro del cual se pueden tener fugas de refrigerante, del tipo de ocupación, de sí el espacio donde se almacena es inflamable y de que personal experimentado tenga la obligación de atender al equipo. Los refrigerantes tóxicos (incluyendo productos de descomposición) despiden olores muy peculiares que tienden a dar aviso de su presencia. Son peligrosos para el caso de niños y personas que por razones de enfermedad o confinamiento son incapaces de escapar de los humos.

De acuerdo a su toxicidad el *american Standard Safety Code for Mechanical Refrigeration* (código Americano Estándar de Seguridad para la refrigeración Mecánica) y la norma ASHRAE 12-58 agrupan los refrigerantes en tres clases.

1.2. Estudio de los refrigerantes: (R-507, R-404A, R-407C,R-410A,R-134a)

-R-404A: El R404A es una mezcla ternaria compuesta por R-125, R-143A y R-134^a. Su principal aplicación son las instalaciones nuevas para bajas y medias temperaturas. Se destina a las instalaciones nuevas, reemplazando al R-502 cuya fabricación cesó en 1995. Es también un serio candidato para reemplazar al R-22. Es un gas incoloro comúnmente utilizado en las instalaciones de refrigeración a compresión simple, de congelación y otras aplicaciones a temperatura de evaporación comprendidas entre -45,0° C y +10,0° C.

El R-404A se caracteriza por su notable estabilidad química y de un bajo deslizamiento de temperatura (Glide), de 0,7°C.

El R-404A es muy poco tóxico incluso con exposiciones prolongadas de tiempo. Los vapores, en caso de fuga tienden a acumularse a nivel del suelo.

-R-507A: El R-507 es una mezcla azeotrópica compuesta por R-125 y R-143a. Sus características termodinámicas lo constituyen como el sustituto ideal del R-502 para el sector de la refrigeración, en baja y media temperatura. Se caracteriza por su estabilidad química, sus buenas propiedades termodinámicas y su baja toxicidad. Su principal aplicación es para las nuevas instalaciones de bajas y medias temperaturas.

Su toxicidad es muy pequeña. Tiene un valor de AEL (Allowable Exposure Limit) de 100 ppm (8 horas, TWA).

Los refrigerantes R-404 A y R-507 A son ampliamente conocidos por los profesionales del frío. Sus características y manipulación no ofrecen ya secretos y pueden sustituir al R-22 en un amplio abanico de aplicaciones. Por estos motivos, R-404 A y R-507 A van a jugar un importante papel en la sustitución de las instalaciones existentes de R-22 en las aplicaciones de refrigeración. Para las aplicaciones de aire acondicionado, esta opción posible pero no es la preferida.

-R-134a (Tetrafluretano): Composición: CH_2FCF_3

El gas refrigerante R-134a es un HFC que sustituye al R-12 en instalaciones nuevas.

Como todos los refrigerantes HFC no daña la capa de ozono; tiene una baja toxicidad y no es inflamable además de tener una excelente compatibilidad con la mayoría de los materiales.

R-134a es un refrigerante alternativo al R-12 para el retrofitting de la instalación o para instalaciones nuevas. Es muy utilizado en el aire acondicionado de los automóviles y en refrigeradores domésticos.

También se utiliza mucho en chillers del sector industrial y comercial además del transporte frigorífico en temperaturas positivas.

R-134a es una sustancia con muy poca toxicidad. El índice por inhalación LCL0 de 4 horas en ratas es inferior a 500.000 ppm y el NOEL en relación a problemas

cardíacos es aproximadamente 75.000 ppm. En exposiciones durante 104 semanas a una concentración de 10.000 ppm no se ha observado efecto alguno

-R-407C: El R407C es una mezcla ternaria no azeotrópica compuesta de R-32, R-125 y R-134a. Químicamente es estable, tiene unas buenas propiedades termodinámicas, un bajo impacto ambiental y muy baja toxicidad.

A pesar de que uno de sus componentes, el R-32, es inflamable la composición global de la mezcla ha sido formulada para que el producto no sea inflamable en situaciones en que se puede producir fraccionamientos de la mezcla.

El R-407C tiene un deslizamiento de temperatura (Glide) de 7,2°C.

Se utilizan principalmente en el sector del aire acondicionado y en los nuevos equipos que se fabrican actualmente: en estas aplicaciones su comportamiento es muy parecido al del R-22. A bajas temperaturas su rendimiento es muy inferior, por lo que está desaconsejada su utilización.

La toxicidad del R-407C es muy pequeña, incluso después de estar sujeto a exposición. El valor del AEL (Allowable Exposure Limit) es de 1000 ppm. (8 horas, TWA).

Por estos motivos, el R407 C va a jugar un importante papel en la sustitución de las instalaciones existentes de R-22 en las aplicaciones de climatización.

Para las aplicaciones de refrigeración, esta opción es posible pero no es la preferida, sería más aconsejable la del 404-507. La principal ventaja que presenta el R-407 C son sus muy similares entalpías y presiones comparado con el R22.

-R-410A: El R410A es una mezcla casi azeotrópica compuesta de R-125 y R-32; actualmente se utiliza fundamentalmente en los nuevos equipos de aire acondicionado que van apareciendo en el mercado. Es un producto químicamente estable, con un bajo deslizamiento (Glide) de temperatura y baja toxicidad. A pesar del carácter inflamable del R-32, la formulación global del producto hace que este no sea inflamable, incluso en caso de fugas.

No contribuye a la reducción de la capa de ozono y por ello se utiliza ampliamente, ya que refrigerantes como el R-22 han sido eliminados. Sin embargo, su contribución al calentamiento global es de 1.725 veces la del CO₂.

El R-410A tiene muy baja toxicidad incluso después de repetidas exposiciones. El valor del AEL (Allowance Exposure Limit) es de 1000 ppm (8 horas TWA).

1.2.1. Tabla comparación de las propiedades de los refrigerantes:

PROPIEDADES FÍSICAS	UNID.	R-404 A	R-507A	R-134a	R-407C	R-410A
Peso molecular	(g/mol)	97.61	98.9	102	86.2	72.6
Temperatura ebullición a (1,013 bar)	(°C)	-46.45	-46.7	-26.1	-43.5	-51,58
Deslizamiento temperatura de ebullición (a 1,013 bar)	(K)	0.7	0		7,2	0,1
Temperatura crítica	(°C)	72.07	70.9	101.1	86.74	72,13
Presión crítica	(bar abs)	37.31	37.9	40.67	46,2	49,26
Densidad crítica	(kg/m ³)	484	500	508	527	488,9
Densidad del líquido (25°C)	(kg/m ³)	1048	1050	1.206	1134	1062
Densidad del líquido (-25°C)	(kg/m ³)	1236	1248	1.293 (á 0°C)	1325	1273
Densidad del vapor saturado (a 1,013 bar)	(kg /m ³)	5.41	5.5	5,28	4.6	4,12
Presión del vapor (25°C)	(bar abs)	12.42	12.74	6.657	11,74	16,5
Presión del vapor (-25°C)	(bar abs)	2.49	2.58	2,92 (á 0°C)	2,23	3,3

Calor latente de vaporización (a 1,013 bar)	(kJ/kg)	200	200	217,2	245	276
Calor específico del líquido (25°C) (1,013 bar)	(kJ/kg.K)	1.64	1,65	1.44	1.54	1,84
Calor específico del vapor (25°C) (1,013 bar)	(kJ/kg.K)	0.88	0,87	0.85	0.83	0.83
Conductibilidad térmica del líquido (25°C)	(W/mk)	0.064	0.063		0.082	0.088
Conductibilidad térmica del vapor (1,013 bar)	(W/mk)	0.0143	0.0141		0.0131	0.013
Solubilidad con el agua (25°C)	(ppm)	Despreciable	Despreciable	0.15 (%AUG A)	Despreciable	Despreciable
Límite de inflamabilidad (25°C)	(% vol)	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguna	Ninguna
Toxicidad (AEL)	(ppm)	1000	1000		1000	1000
ODP		0	0	0	0	0
PCA (GWP)		3922	3985	1430	1774	2088
Punto de congelación	(°C)			-103		
Viscosidad del líquido (25°C)	(cP)			0.202		

Tabla 1.2.1.1-Propiedades de los refrigerantes

2. CARACTERÍSTICAS INSTALACIÓN ANTIGUA

Es un ciclo simple de compresión Rankine.

T_{condensación} (°C)	35
T_{evaporación} (°C)	5
P_{condensación} (bar)	13,28
P_{evaporación} (bar)	5,843
Subenfriamiento (C°)	5
Recalentamiento (C°)	6
Carga térmica por compresor (kW)	103
\dot{W}_{comp} (kW)	17,73
\dot{W}_{motor} (kW)	22,9
\dot{Q}_{cond} (kW)	123,9
\dot{Q}_{evap} (kW)	103
V_{asp} (m³/h)	82,85
\dot{m} (kg/s)	0,607
COP	5,81

Tabla 2.1- Características de la instalación antigua

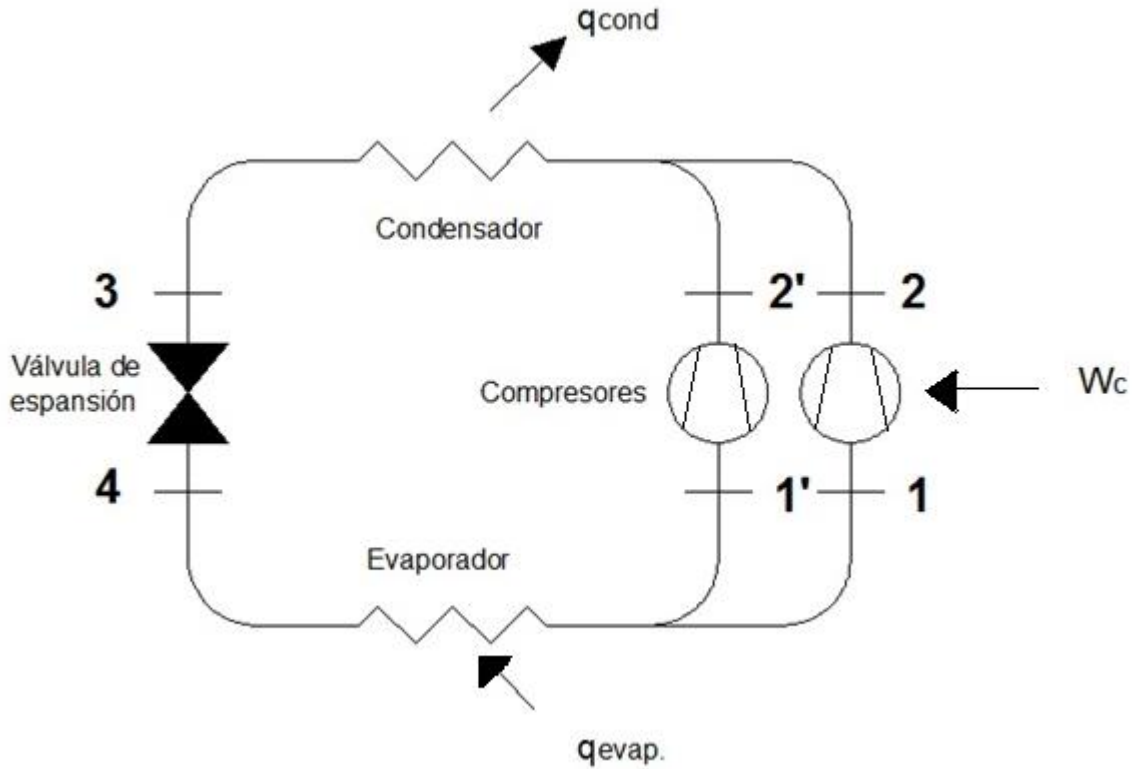


Figura 2.1.-Esquema del ciclo frigorífico de la instalación antigua

2.1. Descripción del ciclo de refrigeración

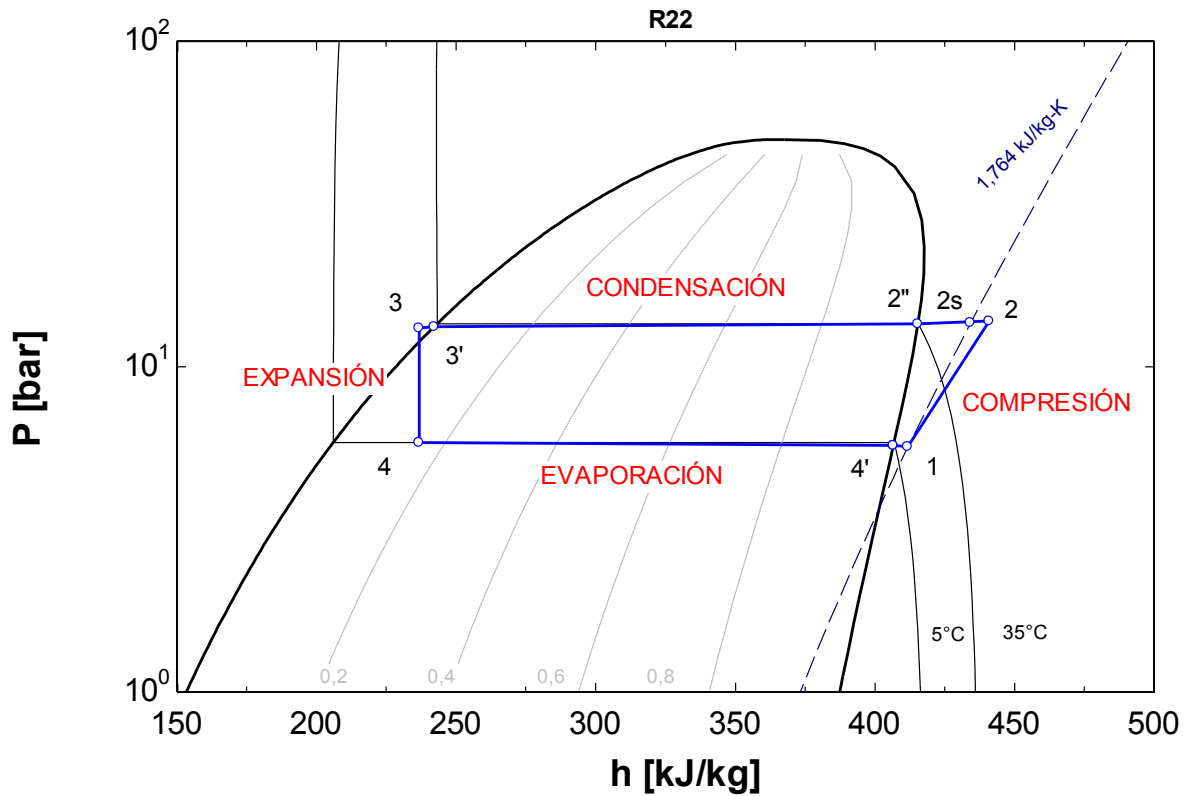


Figura 2.1.1 -Diagrama p-h del ciclo de la instalación de R-22

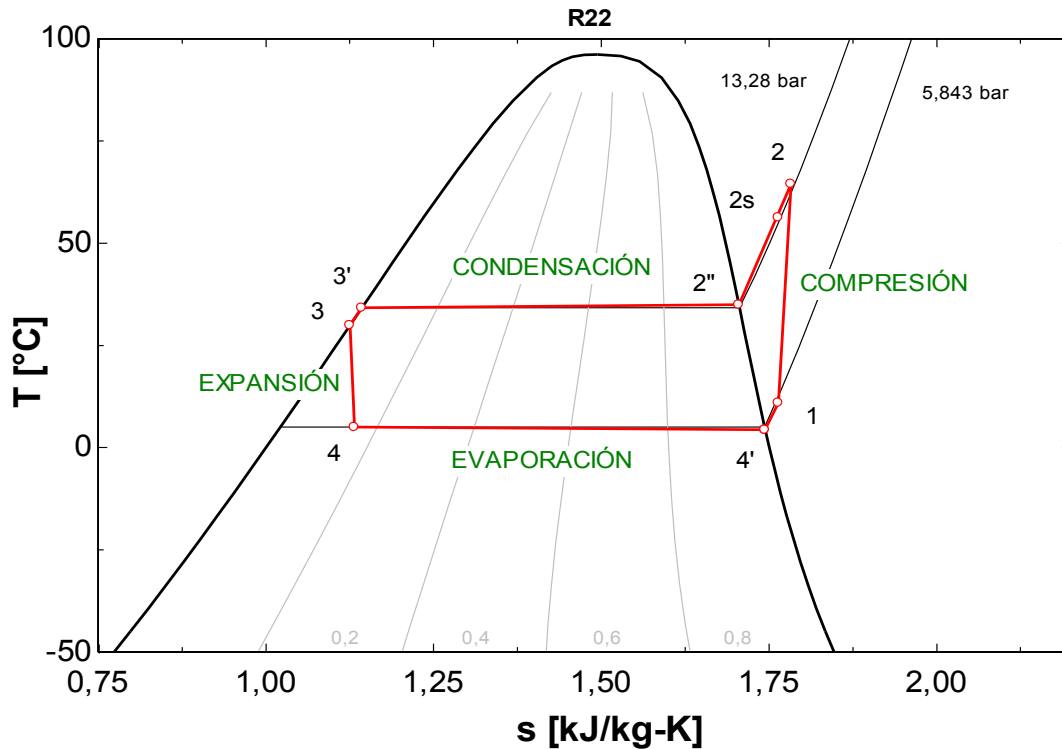


Figura 2.1.2 -Diagrama T-s del ciclo de la instalación de R-22

El punto 1 corresponde a la entrada del fluido en el compresor.

Desde la entrada en el evaporador (punto 4) hasta la salida de este, que es la entrada en el compresor hay una caída de presión de un 3%.

La temperatura a la entrada en el compresor es la temperatura de saturación a 5°C a los que hay que sumar otros 6°C debido al sobrecalentamiento.

El punto 2 es la salida real del compresor teniendo en cuenta que el rendimiento isoentrópico del compresor es de 0,78.

La presión **2'' es el punto de rocío** para el desarrollo del ciclo y corresponde a la temperatura de condensación (35°C).

La presión en el punto 2 es un 2% mayor que la presión de partida (presión de rocío).

El punto 3' es el punto de salida del condensador (punto de burbuja). Hasta ese punto hay una caída del 2 % de presión desde el punto de rocío.

El punto 3 es el punto de entrada a la válvula de laminación. Hasta la entrada en la válvula de laminación hay una caída del 3% de presión. La temperatura en este punto es la temperatura en el punto de burbuja menos 5°C debidos al subenfriamiento.

El punto 4 es el punto de salida de la válvula de expansión. Tiene la misma entalpía que el punto 3 y la temperatura es la de evaporación, es decir, 5°C.

3. ESTUDIO DEL CICLO SEGÚN EL REFRIGERANTE

3.1. Tablas con las propiedades en los puntos principales del ciclo según el refrigerante:

Propiedades	Unidades
Temperatura (T)	°C
Presión (P)	bar
Entalpía (h)	kJ/kg
Entropía (s)	kJ/kg.k
Volumen específico (v)	m ³ /kg

Tabla 3.1.1 - unidades de las propiedades

		R22	R134a	R507A	R404A	R407C	R410A
Punto de entrada compresor	T1	11	11	11	11	11	11
	P1	5,668	3,429	7,068	6,888	6,303	9,076
	h1	411,7	259,1	371,1	374,7	415,4	430,4
	s1	1,764	0,9515	1,617	1,63	1,771	1,83
	v1	0,04312	0,06224	0,02862	0,02983	0,03766	0,03014

Punto de salida del compresor	T2	64,52	51,48	49,69	49,58	49,48	61,99
	P2	13,82	9,052	16,87	16,37	13,75	21,81
	h2	441	286,2	393,5	397,4	439,6	462,2
	s2	1,783	0,9701	1,632	1,645	1,788	1,851
	v2	0,02006	0,02484	0,0121	0,01271	0,01839	0,0139

Punto de entrada válvula de laminación	T3	30	30	29,15	28,83	23,93	29,07
	P3	13,15	8,608	16,04	15,57	13,08	20,74
	h3	236,7	93,57	242,5	242,3	235,1	246,6
	s3	1,125	0,3476	1,144	1,144	1,121	1,158
	v3	0,0008532	0,0008417	0,0009717	0,0009752	0,0008747	0,000961

Punto de salida válvula de laminación	T4	5	5	5	5	5	5
	P4	5,843	3,499	7,287	7,101	6,498	9,357
	h4	236,7	93,57	242,5	242,3	235,1	246,6
	s4	1,132	0,3544	1,153	1,152	1,127	1,167
	v4	0,006855	0,01112	0,006655	0,006819	0,006562	0,005762
	x4	0,1534	0,1796	0,226	0,2188	0,1362	0,1811

Tabla 3.1.2 - Propiedades en los puntos principales del ciclo

3.2. Parámetros característicos de la instalación

El COP de Carnot es:

$$COP_{carnot} = \frac{T_f}{T_c - T_f} \quad (1.3.2.1)$$

Donde “Tf” es la temperatura del foco frío, es decir, la temperatura de evaporación y “Tc” es la temperatura del foco cálido, es decir, la de condensación. Estas temperaturas son en Kelvin.

El COP de la instalación es:

$$COP = \frac{\dot{Q}_{evap}}{\dot{W}_{comp}} \quad (1.3.2.2)$$

Donde la potencia de evaporación o capacidad frigorífica en “kW” es:

$$\dot{Q}_{evap} = \dot{m} \cdot (h_4'' - h_4) \quad (1.3.2.3)$$

La potencia del compresor en “kW” es:

$$\dot{W}_{comp} = \dot{m} \cdot (h_2 - h_1) \quad (1.3.2.4)$$

La Potencia específica del compresor en “kJ/kg” es:

$$w_{compresor} = h_4 - h_2 \quad (1.3.2.5)$$

La potencia de condensación, es decir, el calor extraído por condensación en “kW” es:

$$\dot{Q}_{cond} = \dot{m} \cdot (h_3 - h_2) \quad (1.3.2.6)$$

El volumen en la aspiración del compresor en m³/h es:

$$\dot{V}_{asp} = \eta_{Vol} \cdot \dot{m} \cdot v \cdot 2.3600 \quad (1.3.2.7.)$$

Donde η_{Vol} es el rendimiento volumétrico de valor 0,88.

La potencia en el motor se calcula teniendo en cuenta el rendimiento mecánico y el eléctrico.

$$\dot{W}_{motor} = \frac{W_{comp}}{\eta_{Mec} \cdot \eta_{Elec}} \quad (1.3.2.8)$$

Mediante el programa **EES** obtenemos los resultados del ciclo con los diferentes refrigerantes variando la temperatura de condensación entre 20°C y 35°C. La temperatura de condensación varía en función de la temperatura del agua de mar. Podemos observar las diferencias mediante las siguientes tablas:

3.3. Variación de los parámetros en función de la T^a de condensación

Nombre	Abreviatura	UNIDADES
Potencia del compresor	\dot{W}_{comp}	kW
Potencia específica compresor	W_{comp}	kJ/kg
Potencia motor	\dot{W}_{motor}	kW
Volumen en la aspiración	V_{asp}	m ³ /h
Potencia condensación	\dot{Q}_{cond}	kW
Capacidad frigorífica	\dot{Q}_{evap}	kW
Masa de refrigerante	\dot{m}	kg/sg

Tabla 3.3.1 - Unidades

R22									
T ^a condensación	COP Carnot	COP	\dot{W}_{comp}	W _{comp}	\dot{W}_{motor}	V _{asp}	\dot{Q}_{cond}	\dot{Q}_{evap}	\dot{m}
20	18,53	12	8,578	15,7	11,08	74,62	114,4	103	0,546
21	17,38	11,3	9,146	16,63	11,81	75,1	115	103	0,55
23	15,44	10	10,3	18,49	13,3	76,1	116,2	103	0,557
25	13,9	8,98	11,47	20,32	14,82	77,13	117,4	103	0,565
26	13,24	8,53	12,07	21,23	15,59	77,66	118	103	0,569
28	12,09	7,76	13,28	23,04	17,15	78,75	119,3	103	0,577
30	11,12	7,1	14,52	24,83	18,75	79,87	120,5	103	0,585
31	10,69	6,8	15,15	25,72	19,56	80,44	121,2	103	0,589
33	9,929	6,27	16,43	27,49	21,21	81,62	122,5	103	0,598
35	9,267	5,81	17,73	29,24	22,9	82,85	123,9	103	0,607

Tabla 3.3.2 -Variación de los parámetros característicos con R-22

R404A									
T ^a condensación	COP Carnot	COP	\dot{W}_{comp}	W _{comp}	\dot{W}_{motor}	V _{asp}	\dot{Q}_{cond}	\dot{Q}_{evap}	\dot{m}
20	18,53	11,7	8,815	12,68	11,38	66,61	116,7	103	0,695
21	17,38	10,9	9,416	13,41	12,16	67,27	117,3	103	0,702
23	15,44	9,68	10,64	14,86	13,75	68,65	118,6	103	0,716
25	13,9	8,65	11,91	16,29	15,38	70,09	120	103	0,731
26	13,24	8,2	12,56	16,99	16,22	70,84	120,7	103	0,739
28	12,09	7,42	13,89	18,38	17,93	72,4	122,1	103	0,755
30	11,12	6,75	15,26	19,75	19,71	74,04	123,6	103	0,773
31	10,69	6,45	15,97	20,43	20,62	74,89	124,4	103	0,781
33	9,929	5,91	17,42	21,77	22,49	76,68	126	103	0,8
35	9,267	5,44	18,93	23,09	24,44	78,57	127,6	103	0,82

Tabla 3.3.3 -Variación de los parámetros característicos con R-404A

R507A									
T ^a condensación	COP Carnot	COP	\dot{W}_{comp}	w_{comp}	\dot{W}_{motor}	V _{asp}	\dot{Q}_{cond}	\dot{Q}_{evap}	\dot{m}
20	18,53	11,66	8,831	12,34	11,41	64,94	116,8	103	0,716
21	17,38	10,92	9,435	13,05	12,18	65,6	117,5	103	0,723
23	15,44	9,655	10,67	14,45	13,78	66,97	118,8	103	0,738
25	13,9	8,627	11,94	15,84	15,42	68,4	120,2	103	0,754
26	13,24	8,181	12,59	16,52	16,26	69,15	120,9	103	0,762
28	12,09	7,396	13,93	17,87	17,99	70,7	122,4	103	0,779
30	11,12	6,728	15,31	19,2	19,77	72,33	123,9	103	0,797
31	10,69	6,43	16,02	19,86	20,69	73,19	124,7	103	0,807
33	9,929	5,891	17,48	21,16	22,58	74,97	126,3	103	0,826
35	9,267	5,419	19,01	22,43	24,55	76,86	127,9	103	0,847

Tabla 3.3.4 -Variación de los parámetros característicos con R-507A

R134a									
T ^a condensación	COP Carnot	COP	\dot{W}_{comp}	w_{comp}	\dot{W}_{motor}	V _{asp}	\dot{Q}_{cond}	\dot{Q}_{evap}	\dot{m}
20	18,53	12,3	8,397	14,73	10,84	112,4	114,9	103	0,57
21	17,38	11,5	8,959	15,59	11,57	113,3	115,5	103	0,575
23	15,44	10,2	10,1	17,31	13,05	115,1	116,7	103	0,584
25	13,9	9,14	11,27	19	14,55	116,9	117,9	103	0,593
26	13,24	8,69	11,86	19,83	15,32	117,9	118,5	103	0,598
28	12,09	7,88	13,06	21,49	16,87	119,9	119,8	103	0,608
30	11,12	7,2	14,3	23,13	18,46	121,9	121,1	103	0,618
31	10,69	6,9	14,92	23,93	19,28	122,9	121,7	103	0,624
33	9,929	6,36	16,2	25,54	20,93	125,1	123,1	103	0,635
35	9,267	5,88	17,52	27,12	22,62	127,4	124,5	103	0,646

Tabla 3.3.5 -Variación de los parámetros característicos con R-134a

R410A									
T ^a condensación	COP Carnot	COP	\dot{W}_{comp}	W _{comp}	\dot{W}_{motor}	V _{asp}	\dot{Q}_{cond}	\dot{Q}_{evap}	\dot{m}
20	18,53	11,66	8,833	17,21	11,41	49,18	115,8	103	0,513
21	17,38	10,92	9,429	18,22	12,18	49,57	116,5	103	0,518
23	15,44	9,677	10,64	20,24	13,75	50,38	117,7	103	0,526
25	13,9	8,663	11,89	22,23	15,35	51,22	119	103	0,535
26	13,24	8,224	12,52	23,22	16,18	51,66	119,7	103	0,539
28	12,09	7,452	13,82	25,19	17,85	52,56	121,1	103	0,549
30	11,12	6,795	15,16	27,14	19,58	53,5	122,5	103	0,559
31	10,69	6,502	15,84	28,11	20,46	53,99	123,2	103	0,564
33	9,929	5,974	17,24	30,03	22,27	55	124,7	103	0,574
35	9,267	5,512	18,69	31,93	24,13	56,06	126,2	103	0,585

Tabla 3.3.6 -Variación de los parámetros característicos con R-410A

R407C									
T ^a condensación	COP Carnot	COP	\dot{W}_{comp}	W _{comp}	\dot{W}_{motor}	V _{asp}	\dot{Q}_{cond}	\dot{Q}_{evap}	\dot{m}
20	18,53	12,01	8,573	16,59	11,07	75,35	114,9	103	0,517
21	17,38	11,26	9,147	17,57	11,81	75,92	115,5	103	0,521
23	15,44	9,987	10,31	19,51	13,32	77,08	116,8	103	0,529
25	13,9	8,952	11,51	21,43	14,86	78,29	118	103	0,537
26	13,24	8,504	12,11	22,38	15,64	78,91	118,6	103	0,541
28	12,09	7,718	13,35	24,26	17,24	80,19	119,9	103	0,55
30	11,12	7,05	14,61	26,13	18,87	81,52	121,2	103	0,559
31	10,69	6,753	15,25	27,05	19,7	82,21	121,9	103	0,564
33	9,929	6,217	16,57	28,88	21,4	83,62	123,3	103	0,574
35	9,267	5,749	17,92	30,69	23,14	85,1	124,7	103	0,584

Tabla 3.3.7 -Variación de los parámetros característicos con R407C

Para la selección del refrigerante más adecuado según los criterios establecidos en nuestro proyecto tenemos en cuenta sobre todo el COP y el volumen en la aspiración.

También podemos comparar como varía el COP con cada refrigerante al variar la temperatura de condensación entre 20 y 35 °C gráficamente:

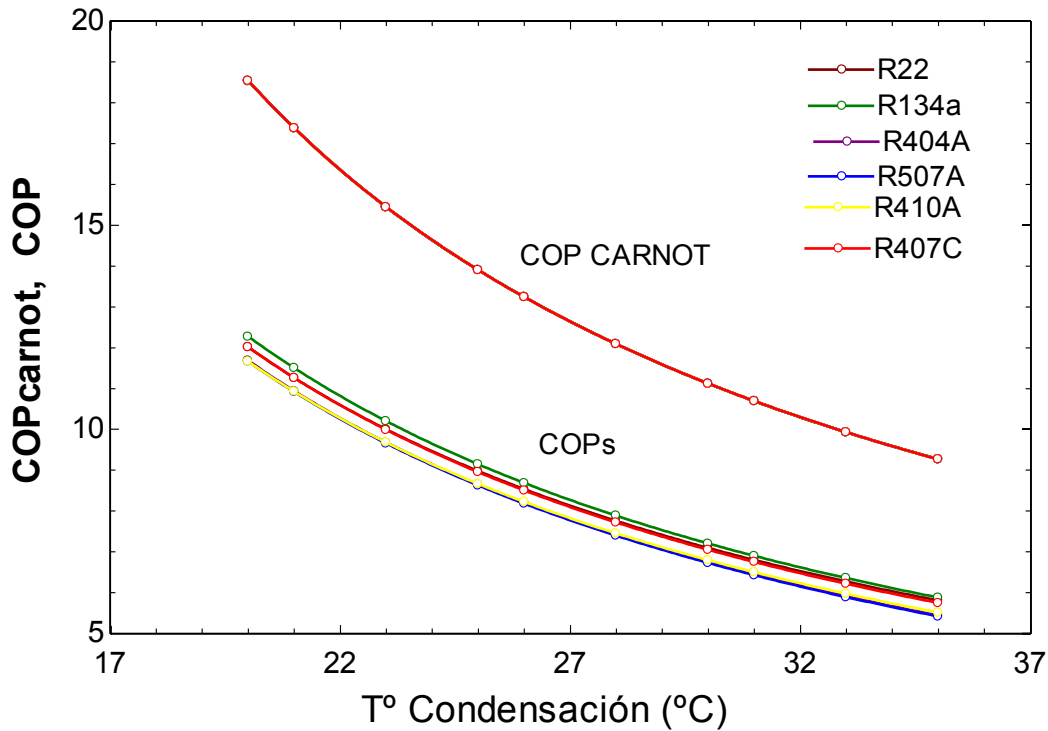


Figura 3.3.1 -Gráfica de comparación de COPs

Observando que el refrigerante que ofrece a la instalación mayor COP es el R134a seguido por el R407C.

También podemos observar como varía el trabajo específico del compresor con cada refrigerante mediante la siguiente gráfica:

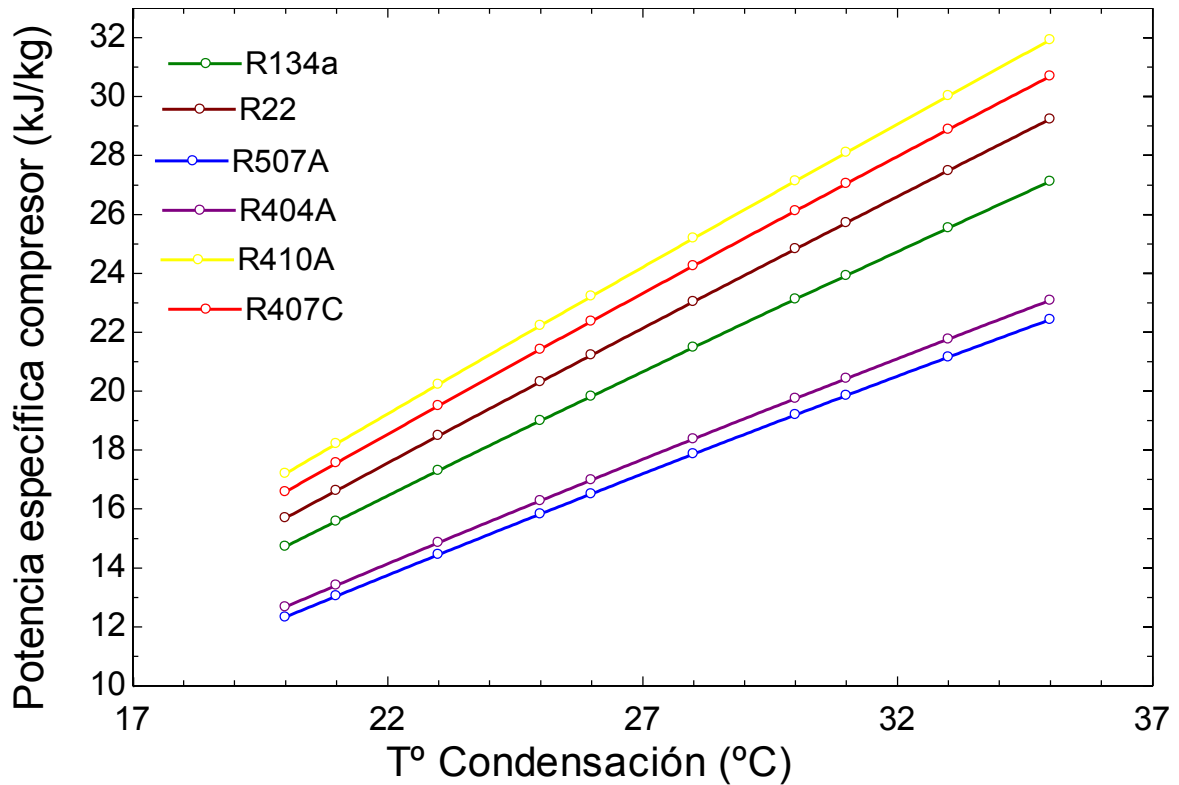


Figura 3.3.2 - Gráfica de comparación y variación de la potencia específica del compresor

4. SELECCIÓN DEL REFRIGERANTE

A la hora de seleccionar el refrigerante se ha tenido en cuenta los costes económicos, tanto del refrigerante como del mantenimiento de la instalación con cada uno de ellos.

Además también se han tenido en cuenta otros factores de seguridad: toxicidad, inflamabilidad y explosividad y efectos medioambientales.

Una vez valorados estos factores, se tuvo en cuenta el COP obtenido para cada refrigerante, así como el volumen en la aspiración.

Teniendo en cuenta la normativa: a partir del año 2020 se prohíbe la utilización de Refrigerantes con $GWP > 2500$ para el mantenimiento de las instalaciones frigoríficas con carga superior a 5 tons de CO₂-equivalente; entre los refrigerantes afectados están el R404A y el R507,

Teniendo en cuenta en COP el refrigerante con el que la instalación tiene mayor COP es el R-134a seguido del R-407C, pero el volumen en la aspiración con el 134a es mayor y requiere de un compresor con mayor volumen de aspiración.

Finalmente, se opta por el refrigerante R407C.

5. CARACTERÍSTICAS NUEVA INSTALACIÓN

Es un ciclo simple de compresión Rankine.

$T_{\text{condensación}} \text{ (}^\circ\text{C)}$	35
$T_{\text{evaporación}} \text{ (}^\circ\text{C)}$	5
Subenfriamiento (C°)	5
Recalentamiento (C°)	6
Carga térmica por compresor (kW)	103
$\dot{W}_{\text{comp}} \text{ (kW)}$	17,92
$\dot{W}_{\text{motor}} \text{ (kW)}$	23,14
$\dot{Q}_{\text{cond}} \text{ (kW)}$	124,7
$\dot{Q}_{\text{evap}} \text{ (kW)}$	103
$V_{\text{asp}} \text{ (m}^3\text{/h)}$	85,1
$\dot{m} \text{ (kg/s)}$	0,584
COP	5,749

Tabla 5.1- Características nueva instalación

5.1. Ciclo del R407C:

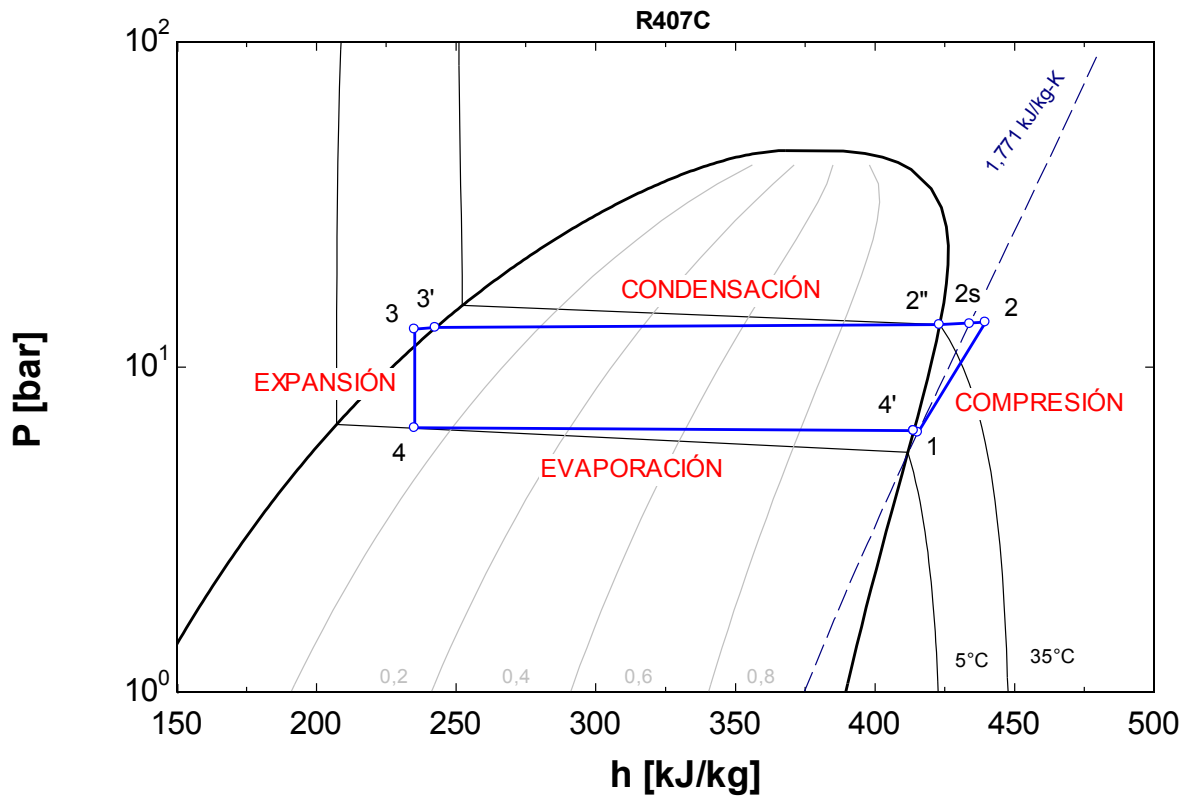


Figura 5.1.1 - Diagrama p-h del ciclo de la instalación de R407C

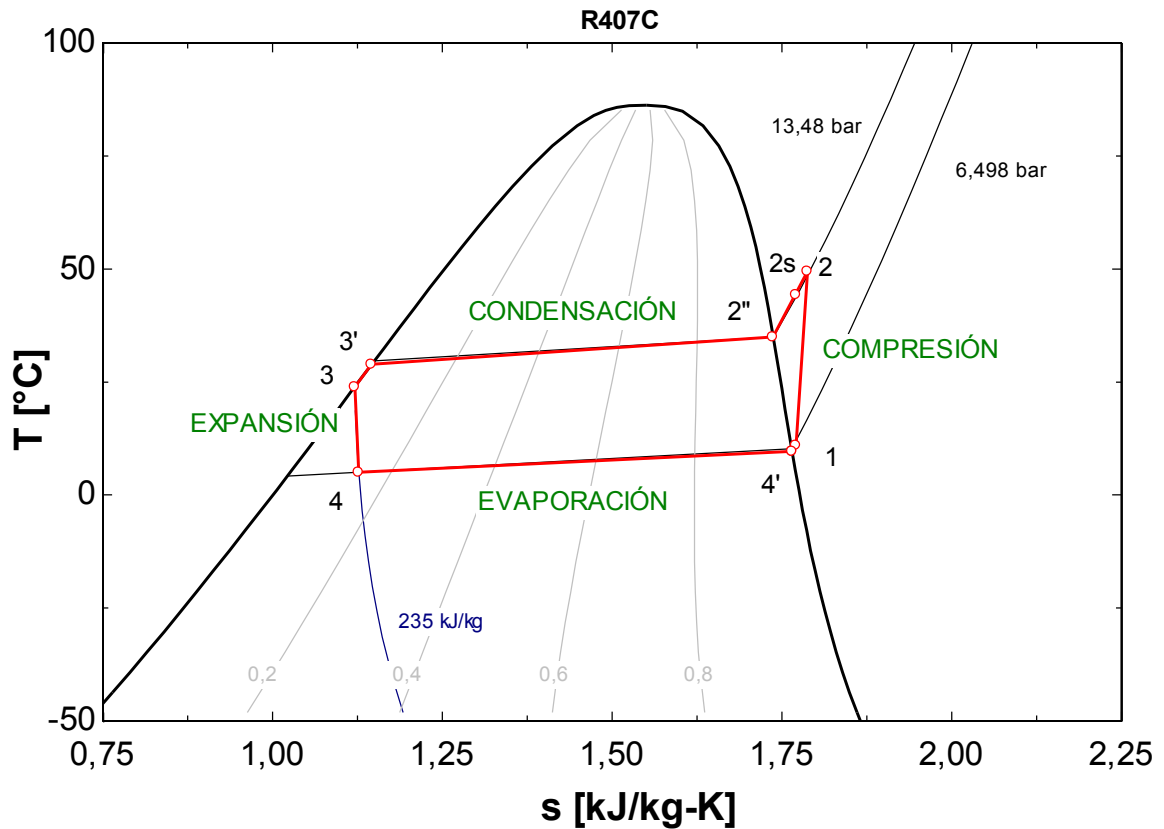


Figura 5.1.2 - Diagrama T-s del ciclo de la instalación de R407C

6. COMPROBACIÓN DE LOS CÁLCULOS

Para la comprobación de los cálculos utilizamos el programa Solkane 8 y obtenemos unos valores prácticamente similares.



Proceso de una etapa

Vaporizador

Capacidad frigorífica	:	103 kW
Temperatura	:	5,00 °C
Recalentamiento	:	6,00 K
Pérdida de presión	:	0,05 bar

Condensador

Temperatura	:	35,00 °C
Subenfriamiento	:	5,00 K
Pérdida de presión	:	0,20 bar

Compresor

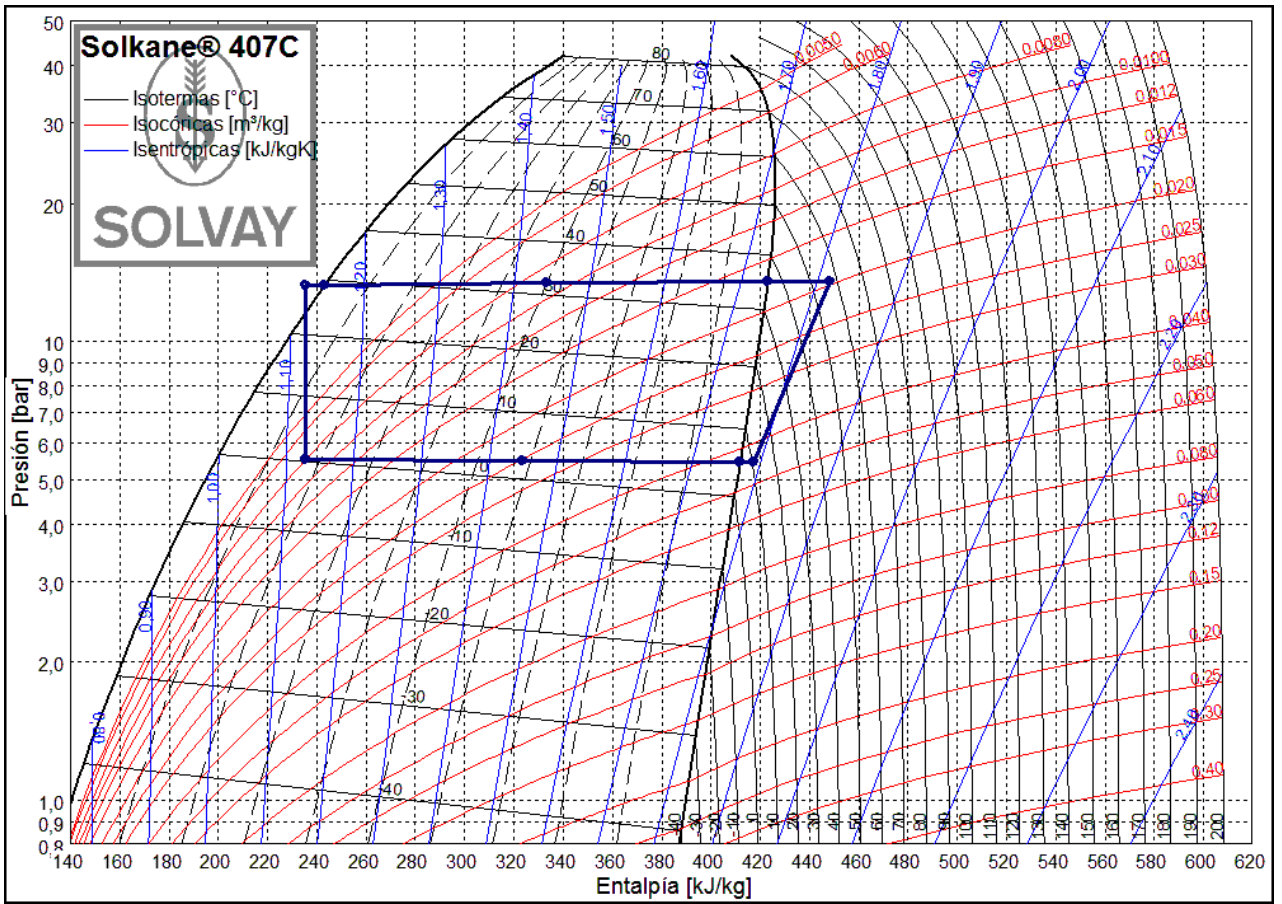
Rendimiento isotrópico	:	0,736
------------------------	---	-------

Punto	p bar	t °C	v dm³/kg	h kJ/kg	s kJ/(kgK)	x --
1	5,47	11,00	44,41	417,56	1,7906	
2s	13,49	49,69	18,86	440,10	1,7906	
2	13,49	57,02	19,71	448,19	1,8154	
3	13,49	57,02	19,71	448,19	1,8154	
3'	13,49	35,00	16,99	423,11	1,7368	
3"4'm	13,39	32,07	8,94	333,13	1,4416	
4'	13,29	29,15	0,89	243,15	1,1464	
4	13,29	24,15	0,88	235,53	1,1214	
5	5,52	0,18	7,99	235,53	1,1288	0,172
56"m	5,49	2,59	25,46	323,70	1,4496	
6"	5,47	5,00	42,92	411,86	1,7703	
6	5,47	11,00	44,41	417,56	1,7906	

Potencias

Condensador	:	120 kW
Compresor	:	17,3 kW

Indice de compresión	:	2,47
Diferencia de presión	:	8,02 bar
Caudal másico	:	565,8 g/s
Caudal de volumen desplazado	:	90,46 m³/h
Potencia de enfriamiento volúm.	:	4099 kJ/m³
Indice de potencia de enfriamiento:		5,94





Universidade da Coruña



“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE”

ANEXO II: CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS



Universidade da Coruña

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **SEPTIEMBRE 2014**

AUTOR: Amable García Castiñeira

Fdo.:

ÍNDICE ANEXO II: CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS

1. MATERIAL	61
2. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS	61
3. CÁLCULO Y DISEÑO DE LAS LÍNEAS DE REFRIGERANTE	62
3.1. Línea de aspiración.....	62
3.1.1. Pérdida de presión.....	62
3.1.2. Retorno de aceite al compresor.....	62
3.1.3. Dimensionamiento	63
3.2. Línea de descarga	64
3.2.1. Pérdida de presión.....	64
3.2.2. Retorno de aceite al compresor.....	64
3.2.3. Dimensionamiento	64
3.3. Línea de líquido	64
3.3.1. Subenfriamiento.....	65
3.3.2. Peso de la columna de líquido.....	65
3.3.3. Dimensionamiento	66
3.4. Resumen de requisitos	66
4. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS CON EL PROGRAMA DIRCALC	66

1. MATERIAL

El material más económico y satisfactorio es la tubería de cobre, que debe usarse en espesores de pared medios o gruesos. Puede ser también dura o recocida y tubería de refrigeración (desoxidada y sellada).

Se recomienda el empleo de esta última, ya que se logra con ello un sistema más limpio.

2. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

Las uniones entre la tubería y los accesorios deberán ser soldadas con varilla de aleación de plata en una atmósfera de nitrógeno seco, probándolas de fugas una vez terminadas.

1.- Las líneas deben ser lo más cortas y directas posible. Esto no sólo reducirá el costo, sino que producirá un funcionamiento mejor de todo el sistema al existir caídas de presión inferiores.

2.- Usar el mínimo número de juntas y acoplamientos posibles. Esto reduce el costo de la instalación y la posibilidad de fugas.

3.- Siempre que se pueda se evitará el exponer las tuberías a temperaturas extremas, altas o bajas. La transferencia de calor no deseada, al circuito o desde él, producirá normalmente problemas de funcionamiento.

4.- Colocar las líneas de forma que no interfieran con el uso normal del buque y de sus dependencias.

5.- Colocar las líneas donde no puedan sufrir daños, o protegerlas cuando esto sea imposible de lograr.

3. CÁLCULO Y DISEÑO DE LAS LÍNEAS DE REFRIGERANTE

Hay que considerar las distintas configuraciones posibles en función de la posición de los equipos: unidad exterior por encima de la unidad interior, unidad exterior por debajo de la unidad interior o ambas unidades a la misma altura.

Pero, en primer lugar, hay que tener en cuenta las características que deben cumplir las líneas de gas (aspiración o descarga) y las líneas de líquido.

3.1. Línea de aspiración

Para el diseño de la línea de aspiración hay que tener en cuenta dos condicionantes fundamentales: la pérdida de presión del gas refrigerante y el retorno del aceite al compresor.

3.1.1. Pérdida de presión

La pérdida de presión se produce como consecuencia del rozamiento del gas con las paredes del tubo y provoca una disminución de la velocidad del refrigerante y, por tanto, una reducción de la capacidad del sistema.

Para conseguir un rendimiento aceptable se debe seleccionar una tubería que, para la longitud deseada, origina una caída de presión inferior a 3 psi ó 20 kPa.

Esta pérdida de presión aumenta con la longitud de la línea y es mayor cuanto más pequeño sea su diámetro.

3.1.2. Retorno del aceite al compresor

El refrigerante siempre contiene alguna cantidad de aceite (entre el 1% y el 4% en peso) circulando por el sistema, debido a su afinidad; pero en determinadas condiciones de presión y temperatura, como pueden ser las que se encuentran en el evaporador y la línea de aspiración, pueden dejar de ser miscibles.

Si el aceite no retornara al compresor, éste se iría quedando poco a poco sin lubricación. Por eso es importante asegurar que sea arrastrado por el refrigerante,

para lo cual se necesitará una velocidad mínima de 6 m/s en los tramos ascendentes.

En los tramos descendentes u horizontales con pequeña inclinación no es tan importante la velocidad, ya que la gravedad mantiene la circulación del aceite. Si las líneas horizontales no tienen pendiente, deberán obtenerse velocidades de al menos 3 m/s.

En cualquier caso, la velocidad del gas refrigerante no debe pasar de 15 m/s, ya que a velocidades más altas se producirían ruidos molestos.

Para facilitar este retorno de aceite, los tramos horizontales deben tener una pendiente del 2%, con caída hacia el compresor. Además, en el caso de línea de aspiración ascendente debe realizarse un sifón en la base del tramo vertical y sifones intermedios cada 8 m. aproximadamente, que tienen como finalidad retener el aceite cerca del compresor en los momentos de reposo.

A pesar de todo ello, si la longitud de la línea es grande, puede ser necesario regular la carga de aceite del compresor.

3.1.3. Dimensionamiento

Para el dimensionamiento de la línea de aspiración, una vez definido su trazado, hay que conocer su longitud equivalente.

La longitud equivalente de la línea es la suma de su longitud física más la equivalente de los elementos singulares tales como codos, curvas, etc. (La longitud equivalente de cada uno de estos elementos es la longitud recta de tuvo que daría la misma pérdida de presión que ellos).

Hay que calcular la longitud de los tramos horizontales y verticales por separado, pues su tratamiento puede ser distinto.

Una vez obtenida la pérdida de presión para cada uno de los tramos (horizontal y vertical), la suma de ambas, que es la pérdida de presión total de la línea, no debe superar los 3 psi (20 kPa). Además hay que tener en cuenta que la velocidad, debe ser superior a 6 m/s en los tramos verticales ascendentes.

A veces puede llegarse a soluciones en que, los tramos verticales ascendentes tengan un diámetro inferior a los horizontales. Entonces, el paso de uno a otro diámetro deberá efectuarse de forma suave (figura 1) para evitar que se produzca gran pérdida de presión.

3.2. Línea de descarga

3.2.1. Pérdida de presión

En las líneas de descarga no es tan crítica la caída de presión como en las de aspiración, por lo que podrían aceptarse hasta 6 psi ó 40 kPa.

Sin embargo, desde el punto de vista del rendimiento frigorífico de la instalación, es deseable la mínima pérdida posible, por lo que se limita, también en éste caso, a 3 psi o 40kPa.

3.2.2. Retorno del aceite al compresor

La velocidad de circulación mínima para que el aceite retorne al compresor es la misma que en la línea de aspiración: 6 m/s en tramos ascendentes y 3 m/s en tramos horizontales y descendentes.

Igualmente, si la línea es ascendente es necesario un sifón en la base y sifones intermedios cada 8 m aproximadamente, para retener el aceite en las paradas, aunque a veces puede ser conveniente eliminar dichos sifones intermedios.

3.2.3. Dimensionamiento

La línea de descarga se dimensiona de forma similar a la de aspiración.

Hay que tener en cuenta que la pérdida de presión no sobrepase el límite establecido y que la velocidad sea suficiente para el arrastre de aceite.

Al ser la velocidad de descarga aproximadamente la mitad que la de aspiración, serán necesarios en general, para unas condiciones dadas, diámetros de líneas menores en descarga que en aspiración.

3.3. Línea de líquido

La Línea de líquido presenta menos problemas en funcionamiento que las de aspiración o descarga, ya que el aceite siempre circula por ella mezclado con el refrigerante, independientemente de la velocidad.

En esta línea no es importante la velocidad, pero hay que tener en cuenta otros factores: el subenfriamiento del líquido y el peso de la comuna de refrigerante.

3.3.1. Subenfriamiento

Para el correcto funcionamiento de la válvula de expansión o tubo capilar, el líquido refrigerante que llega a ellos no debe contener burbujas de gas. Para ello el refrigerante debe tener al menos 1°C de subenfriamiento (t^a real 1 °C por debajo de la t^a de saturación correspondiente a la presión de condensación) a la entrada de la válvula o tubo capilar.

Debido a la caída de presión que se produce en la línea de líquido, éste llega al sistema de expansión con una presión inferior a la de salida del condensador, lo que puede llevar consigo la formación de gas.

Para evitarlo, el líquido debe subenfriarse unos 5°C o más.

La pérdida de presión tiene lugar por el rozamiento por circulación en la línea, pero también se produce, y en mayor proporción, debido a la diferencia de nivel entre los extremos de la línea cuando ésta es ascendente.

Para una t^a de condensación de 50°C, por ejemplo, hay una pérdida de subenfriamiento de 1 °C cada 4,2 m de subida aproximadamente. Por ello, cuando la altura es superior a 15 m hay que subenfriar 1 ° por cada 3,5 m de exceso.

Este subenfriamiento puede conseguirse embridando las líneas de líquido y aspiración. La máxima longitud embridada se limita a 15 m, por el sobrecalentamiento de la línea de aspiración.

3.3.2. Peso de la columna de líquido

Cuando la línea de líquido es descendente el subenfriamiento está asegurado, ya que en este caso, en vez de pérdida de presión, el peso de la columna de refrigerante hace que ésta sea mayor que la salida del condensador.

Aquí el problema que se presenta es evitar una excesiva sobrepresión en la entrada del sistema de expansión. Para ello, si la altura de la línea de líquido es superior a 10, hay que colocar en la parte inferior un ecualizador de presión, que contrarreste el peso de la columna.

3.3.3. Dimensionamiento

Para el dimensionamiento de línea de líquido, una vez conocida su longitud equivalente, bastará con elegir el diámetro adecuado en función de dicha longitud, de forma que la pérdida de presión no sea superior a 68 kPa o 0,68 bar.

3.4. Resumen de requisitos

Con las recomendaciones de la guía Damfos para el dimensionamiento de líneas de refrigeración, haremos una tabla a modo ilustrativo, que seguiremos para la determinación de los diámetros más adecuados en cada uno de los tramos.

	Vel.Min.	Vel.Recom.	Vel.Max.	Perd.Pres.Max	Perd.T ^a .Max
Línea asp.	6 m/s	12 m/s	20 m/s	0,2 bar	2 K
Línea liq.		1 m/s	1,25 m/s	0,4 bar	1 K
Línea des.		15 m/s	25 m/s	0,68 bar	1,5 K

Tabla 3.4.1- Resumen de requisitos

4. CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS CON EL PROGRAMA DIRCALC

Para el cálculo del diámetro de tuberías se ha utilizado el programa **Dircalc** de Damfoss.

Este programa utiliza los requisitos en cuanto a velocidad y pérdidas de carga.

De acuerdo a los cálculos y los resultados obtenidos del programa Dircalc, los diámetros normalizados seleccionados, para cada tramo de tuberías, serán los expuestos en la tabla:

Tramo	Diámetro Cobre normalizado (pulgadas)
Aspiración	Cu-TUBH-2 1/8"-ANSI DN 54mm
Líquido	Cu-TUBDN-1 1/8"-ANSI DN 28mm
Descarga	Cu-TUBH-1 3/8"-ANSI DN 35mm

Tabla 4.1- Dimensiones de las tuberías en cada tramo



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

Página 1/1

Fecha proyecto	
Fecha	08.04.2014
Archivo	Aire Acondicionado
Proyecto	Aire Acondicionado
Información	Línea de aspiración

Sistema de datos	
Refrigerante	R407C
Selección de tarea	SENCILLO
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de aspiración seca
Tamaño tubería rec.	54.0 (53.6)
Velocidad tubería rec.	m/s 12.0

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	103
Línea de caudal másico	kg/h	2116
Temperatura de Evaporación	°C	5.00
Presión de Evaporación	bar	5.37
Temperatura de Condensación	°C	35.0
Presión de Condensación	bar	13.3
Recalentamiento	K	6.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00

1. Componente: Cu-TUBH-2 1/8-ANSI Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN54
Conexiones nominales (pulg)		2 1/8
Longitud de tubería	m	12.0
dp max. carga	bar	0.0572
dt max. carga	K	0.326
Velocidad máxima	m/s	13.9

2. Componente: Cu-TUBH-2 5/8-ANSI Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN67
Conexiones nominales (pulg)		2 5/8
Longitud de tubería	m	12.0
dp max. carga	bar	0.0196
dt max. carga	K	0.111
Velocidad máxima	m/s	9.02

3. Componente: Cu-TUBH-1 5/8-ANSI Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN42
Conexiones nominales (pulg)		1 5/8
Longitud de tubería	m	12.0
dp max. carga	bar	0.223
dt max. carga	K	1.28
Velocidad máxima	m/s	24.4



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

Página 1/1

Fecha proyecto	
Fecha	08.04.2014
Archivo	Aire acondicionado
Proyecto	Aire Acondicionado
Información	Línea de líquido

Sistema de datos	
Refrigerante	R407C
Selección de tarea	SENCILLO
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de líquido con o sin cambio de fase
Tamaño tubería rec.	28.0 (26.1)
Velocidad tubería rec.	m/s 1.00

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	103
Línea de caudal másico	kg/h	2139
Temperatura de Evaporación	°C	5.00
Presión de Evaporación	bar	6.57
Temperatura de Condensación	°C	35.0
Presión de Condensación	bar	15.2
Recalentamiento	K	6.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00

1. Componente: Cu-TUBH-1 1/8-ANSI Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN28
Conexiones nominales (pulg)		1 1/8
Longitud de tubería	m	12.0
dp max. carga	bar	0.0462
dt max. carga	K	0.120
Velocidad máxima	m/s	1.06

2. Componente: Cu-TUBH-1 3/8-ANSI Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN35
Conexiones nominales (pulg)		1 3/8
Longitud de tubería	m	12.0
dp max. carga	bar	0.0159
dt max. carga	K	0.0414
Velocidad máxima	m/s	0.681

3. Componente: Cu-TUBH-7/8-ANSI Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN22
Conexiones nominales (pulg)		7/8.
Longitud de tubería	m	12.0
dp max. carga	bar	0.187
dt max. carga	K	0.490
Velocidad máxima	m/s	1.90



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

Página 1/1

Fecha proyecto	
Fecha	08.04.2014
Archivo	Aire Acondicionado
Proyecto	Aire Acondicionado
Información	Línea de descarga

Sistema de datos	
Refrigerante	R407C
Selección de tarea	SENCILLO
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de descarga
Tamaño tubería rec.	32.0 (31.8)
Velocidad tubería rec.	m/s 15.0

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	103
Línea de caudal másico	kg/h	2116
Temperatura de Evaporación	°C	5.00
Presión de Evaporación	bar	5.37
Temperatura de Condensación	°C	35.0
Presión de Condensación	bar	13.3
Recalentamiento	K	6.00
Subenfriamiento	K	5.00
Linea multiplicadora		1.00
Temperatura gas caliente	°C	58.6

1. Componente: Cu-TUBH-1 3/8-ANSI Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN35
Conexiones nominales (pulg)		1 3/8
Longitud de tubería	m	6.00
dp max. carga	bar	0.119
dt max. carga	K	0.342
Velocidad máxima	m/s	15.0

2. Componente: Cu-TUBH-1 5/8-ANSI Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN42
Conexiones nominales (pulg)		1 5/8
Longitud de tubería	m	6.00
dp max. carga	bar	0.0517
dt max. carga	K	0.149
Velocidad máxima	m/s	10.7

3. Componente: Cu-TUBH-1 1/8-ANSI Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN28
Conexiones nominales (pulg)		1 1/8
Longitud de tubería	m	6.00
dp max. carga	bar	0.342
dt max. carga	K	0.976
Velocidad máxima	m/s	23.0



Universidade da Coruña



“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE”

ANEXO III: SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES



Universidade da Coruña

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **SEPTIEMBRE 2014**

AUTOR: Amable García Castiñeira

Fdo.:

ÍNDICE ANEXO III: Selección de los componentes

1. SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	72
1.1. Compresor	72
1.2. Motor	75
1.3. Condensador	75
1.4. Filtro secador	78
1.5. Filtro	81
1.6. Mirillas	83
1.6.1. Mirilla línea de líquido	83
1.6.2. Mirilla línea de retorno de aceite	85
1.7 Separador de aceite	86
1.8 Válvula solenoide o electroválvula	87
1.9 Bobina para la válvula solenoide	89
1.10 Válvula de expansión	90
1.11 Válvulas de cierre y regulación	93
1.11.1 Válvula de cierre para la línea de líquido	93
1.11.2 Válvula de cierre para la línea de retorno de aceite	95
1.11.3 Válvula de cierre para la línea de entrada batería de enfriamiento	96
1.11.4 Válvula de cierre para la línea de aspiración al compresor	98
1.12 Válvula de seguridad	100
1.13 Válvula de retención	101
1.14 Presostatos	103
1.14.1 Presostato de alta presión	103
1.14.2 Presostato de baja presión	105
1.14.3 Presostato diferencial de aceite	107

1.14.4 Presostato de corte y capacidad	110
1.15 Manómetros.....	112
1.15.1 Manómetro de alta presión	112
1.15.2 Manómetro de baja y de aceite	113
1.16 Termostato	113
1.17 Válvula de agua de mar automática	115
1.18 Filtro de aspiración	116
1.19 Otros componentes	117
1.20 Tabla resumen.....	118
1.21 Selección de los componentes según el Dircalc	119

1. SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1.1. Compresor

El compresor es el elemento que comprime el gas refrigerante y es también el que dictamina la potencia de refrigeración del sistema.

Para la elección del compresor se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Fiabilidad y costes de mantenimiento.
- Potencia frigorífica necesaria.
- Precio.

Comercialmente, los compresores se clasifican en:

- Herméticos: Combinación compuesta por un compresor y un motor eléctrico, ambos encerrados en la misma carcasa.
- Semiherméticos: Combinación compuesta por un compresor y un motor eléctrico, ambos encerrados en una misma carcasa, con tapas desmontables para permitir el acceso.
- Abiertos: En este tipo, motor y compresor van separados.

Se selecciona un compresor abierto.

El compresor elegido es de pistón, los cuales son menos fiables y más ruidosos que los de tornillo, pero estos últimos son para potencias frigoríficas superiores.

Además, los de pistón son más baratos.

Se elige, por tanto, 2 compresores abiertos de pistón de la marca Bock.

En concreto el compresor **BOCK FX14/1166**.

Características compresor FX/14/1166	
Número de cilindros / taladro / cilindrada	4 / 80 mm / 58 mm
Desplazamiento volumétrico (1450/1740 1/min)	101,40 / 121,70 m ³ /h
Momento de inercia de masas	0,0282 kgm ²
Peso	149 kg
Margen admisible de números de revoluciones	700 - 1800 1/min
Sobrepresión máx. admisible (LP/HP) 1)	19 / 28 bar
Conexión tubería de aspiración SV	54 mm - 2 1/8 "
Conexión tubería de impulsión DV	42 mm - 1 5/8 "
Lubricación	Bomba de aceite
Tipos de aceite R134a, R404A, R407C/F, R507	FUCHS Reniso Triton SE 55
Tipo de aceite R22	FUCHS Reniso SP 46
Carga de aceite	3,8 Ltr.
Calefacción del depósito de aceite	230 V - 1 - 50/60 Hz, 140W
Válvula de servicio de aceite	7/16" UNF
Medidas exteriores Largo / Ancho / Altura	530 / 415 /

Tabla 1.1.1 – Características técnicas del compresor Bock, modelo FX14/1166



Figura 1.1.1 – Compresor modelo *FX14/1166*, de la marca Bock.

La potencia de refrigeración de estos compresores se saca de la siguiente tabla, proporcionada por el fabricante:

Capacidad de Refrigeración Q_0 [W],

Consumo de Potencia P_e [kW]

Cond. Temp. t_c [°C]	T^a de evaporación t_0 [°C]	15 °C	12,5 °C	10 °C	5 °C	0 °C	-5 °C	-10 °C	-15 °C	-20 °C	-25 °C
30 °C	Q	136367	124912	114186	94805	77993	63517	51147	40650	31796	24352
	P	13,45	14,24	14,83	15,47	15,51	15,05	14,21	13,12	11,88	10,63
40 °C	Q	122008	111579	101830	84252	69043	55973	44809	35320	27274	20439
	P	19,92	20,14	20,20	19,87	19,06	17,89	16,47	14,93	13,37	11,93
50 °C	Q	107077	97708	88968	73262	59727	48130	38241	29828	22659	16503
	P	25,55	25,26	24,84	23,65	22,12	20,35	18,47	16,59	14,84	13,32

Tabla 1.1.2 – Potencias frigoríficas y consumo del compresor

Mediante interpolación, se extrae que, para una temperatura de condensación de 35° C y 5° C de evaporación, la potencia frigorífica suministrada por el compresor es de 89,53 kW, con un consumo eléctrico de 17,67 kW.

Estos datos son sin subenfriamiento ni sobrecalentamiento y sin pérdidas de carga.

1.2. Motor eléctrico

Se seleccionan dos motores de la marca ATB de 25kW. Uno para cada compresor. Se transmite su movimiento al compresor mediante una correa "3 x XPB 2550, Motorpulley diámetro 280".

Ek motor 3x440V/60Hz IP55 ATB DL200L 25kW w/heater



Figura 1.2.1 – Motor ATB

1.3. Condensador

Existen varias clases de condensadores, pero centrándose en el fluido utilizado para conseguir el intercambio de temperatura, los hay de enfriamiento por aire y de enfriamiento por agua. Además existe otro tipo de condensador que utiliza estos dos fluidos combinados, como es el condensador evaporativo.

Los condensadores de agua son más utilizados en el sector naval, por la fácil accesibilidad, a ésta, en los barcos.

Para esta instalación se opta por un condensador de agua de la marca Teknotherm. Concretamente el SK6-10,3/4" F-72 L=2000

Los condensadores Teknotherm han sido un estándar de refrigeración marina por más de tres décadas. Extremadamente eficiente y diseñados especialmente con fines marinos e industriales, proporcionando muchos años de funcionamiento sin problemas.

Utilizan sólo materiales con la mayor resistencia a la corrosión y la erosión. Tubos de titanio en placas de tubos de acero inoxidable de doble acanalado hecho a mano proporcionan un condensador a prueba de fugas para durar por años.

Características:

Rango 5-800 toneladas

Sistemas de amoníaco o freón

Tipo SKN: Shell & Tube diseño para refrigerantes de amoníaco, refrigerado por agua de mar o de agua dulce.

Condensador Shell: Esto se hace de tubos de acero sin costura en calidad marina P235GH según Det Norske Veritas "y sobre todo otras sociedades de clasificación requisitos.

Las placas del tubo del extremo: son placas de acero inoxidable AISI 316L y están eléctricamente soldadas al cuerpo del condensador.

Los tubos están fabricados de titanio de grado 2. ASTM 338. El titanio es extremadamente cualificado para resistir la corrosión del agua de mar.

Las placas de apoyo: Para obtener soporte de los tubos y evitar la vibración y el ruido, el apoyo a placas se montan en el condensador.

El agua cubre el extremo: Las tapas de los extremos de agua se encuentran en el diseño estándar de hierro fundido, y se hacen para brida conexiones. Para protección contra la corrosión de las tapas de los extremos de agua están equipados con tapones de corrosión. Los modelos más grandes tendrán endcovers en acero galvanizado por inmersión en caliente.

Conexiones: Para el lado del refrigerante, los condensadores son preparados con conexiones de acero para tubos de acero de soldadura. Para las conexiones de

agua se utilizan bridas estándar, PN 10 - 16 para los tipos más grandes, y PN 6 para los más pequeños. Los condensadores están más equipados con conexiones para válvula de seguridad, para la igualación de gas a un posible receptor, para el vidrio de nivel de líquido y para la válvula de agua.

Presión y pruebas de fugas: Esta se lleva a cabo de acuerdo con Det Norske Veritas ' y en su mayoría requisitos distintos sociedades de clasificación.

Después de la prueba, el condensador se sella y se carga con gas nitrógeno con una pequeña sobrepresión. La superficie externa del condensador está pintada con óxido para proteger la pintura.

Tipo SKN 2PASOS	Superficie de refrigeración (m ²)	Pérdida de presión m WG	l/min	Cond. Factor de carga	
				kW °C	
				0,000086	0,000172
10.3/4" F72 L 2000	8,42	0,22	181	7,31	6,78
		0,85	361	11,43	10,15
		1,93	547	14,24	12,29
		3,24	712	16,10	13,65

Tabla 1.3.1 – Características condensador Teknotherm



Figura 1.3.1 – Condensador Teknotherm

1.4. Filtro secador

- **Nº5.**

Se seleccionan 2 filtros secadores de la marca Henry V-8144 1,1/2" Weld, Cores 848C.

Características:

Acabado resistente a la corrosión del acero

- La placa de cubierta: Aluminio
- Conexiones: forjado Cobre
- Los depósitos y Cores: intercambiables con modelos de la competencia estándar
- Conexión de corriente alterna de 1/4 "FPT para la válvula de acceso: tapa brida
- Embalaje: Los depósitos incluyen el número necesario de placas y resortes separadores centrales
- La presión nominal: Los depósitos tienen una presión máxima de trabajo de 500 PSI (34.5 bar)
- Temperatura máxima: 275 ° F (135 ° C)
- Eliminación Filtro: dimensión "F" es el espacio mínimo necesario para extraer el núcleo del filtro de la cáscara.

Calificación tonelaje recomendada, basada en la capacidad de secado y el flujo se muestra en la tabla. Para Refrigerantes 500 y 502, los datos de uso muestran para Refrigerante R12, para el refrigerante 134A, utilizar datos que se muestran para el refrigerante 22.

* Para la capacidad de flujo de refrigerante de 502, utilice el 90% o 12 capacidades de flujo de refrigerante.

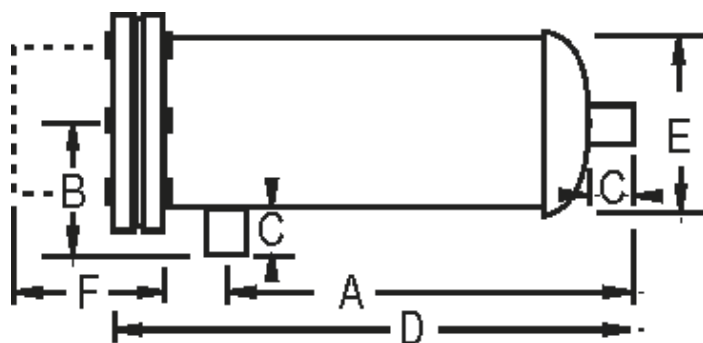


Figura 1.4.1 – Filtro Henry V-8144

DIMENSIONES EN PULGADAS						
A	B	C	D	E	F	PESO libras
17,38	3,88	0,94	20,38	4,75	17,75	18

Tabla 1.4.1 – Dimensiones filtro Henry V-8144

Nº	Cone.	CORE S	QT. CORES	Volumen	Área de la sup.
V8144	1,1/2"	848C	3	144	192

Tabla 1.4.2 – Características filtro Henry V-8144

CAPACIDAD RECOMENDADA EN TONELADAS		Cap.Flujó 2psi en toneladas	
R12	R22	R12	R22
40	50	62	80

Tabla 1.4.3 – Capacidades del filtro

Filtros y depuradores de Partículas.

Core categoría	TIPO	Volumen o Área	Longitud (pulgadas)	Peso (libras)
848C	Filtro	48 Cu. In.	5,5	3,0

Tabla 1.4.4 – Características del filtro interior

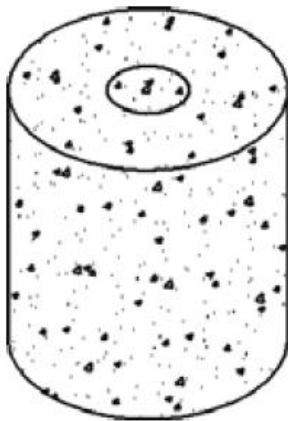


Figura 1.4.2 – Filtro interior

El núcleo moldeado proporciona filtración micrónica.

1.5. Filtro

- N°24

Se seleccionan dos filtros **Danfoss FA 20, 1.1/8”Ld., 20 006-0074**. Filtros para partículas que se colocan en cada una de las dos líneas de entrada a la batería de enfriamiento.



Figura 1.5.1 – Filtro

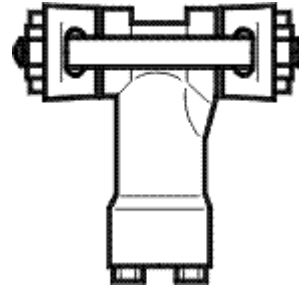


Figura 1.5.2 – Dibujo del filtro

Características:

- Retiene contaminantes, por ejemplo escoria, cordón de soldadura y virutas
- Caída de presión insignificante

Características filtro Danfoss FA 20 006-0074	
Tipo	FA 20
Peso	2.76 [kg]
Categoría	Art. 3, par. 3
Tamaño conexión [in]	1 1/8 in
Tamaño conexión [mm]	36 mm
Conexión estándar	ASME B 16.22
Tipo de conexión	Soldadura
Valor Cv [gal/min]	32,10
EAN	5702422036258

Grupo de fluido	I
Valor Kv [m³/h]	7,30
Presión de prueba Max. [bar]	42,0 bar
Presión de prueba máx. [psig]	609 psig
Máx. presión de trabajo [bar]	28,0 bar
Máx. pres. trabajo	406 psig
Formato pack	Multi pack
Piezas incluidas	Bridas
Piezas incluidas	Juntas
Piezas incluidas	Pernos
Piezas incluidas	Tornillos
Descripción producto	Filtro
Cantidad por pack	10 pc
Tamaño de pernos	M12 x 160
Superficie filtro [cm²]	60 cm ²
Área de filtro [in²]	9,3 in ²
Volúmen filtro de partículas [cm³]	145 cm ³
Vol. filtro [in³]	8,85 in ³
Rango de temperatura [°C]	-50 - 140 °C
Rango de temperatura [°F]	-58 - 284 °F
Utilizado para comentarios de producto	Instalación en tuberías
Finura de la armadura [µm]	150 µm
Finura de la armadura [mesh]	100 Mesh

Tabla 1.5.1 – Características del filtro Danfoss FA 20 006-0074

1.6. Mirillas.

1.6.1. Mirilla línea de líquido

- Nº:6

Se seleccionan 2 mirillas Danfoss SGRN ½" NPT, 014-0006.

El indicador de líquido, con indicador para HCFC/CFC, tipo SGRN es instalado después del filtro deshidratador para indicar el contenido del agua después de secarse. También sirve para la supervisión inmediata y directa de flujo, el estado o la humedad, contenido del refrigerante en su fase líquida o bifásica.



Figura 1.6.1.1 – Mirillas Danfoss SGRN

Las GR son un tipo mirillas sin indicador de humedad, y se utilizan principalmente para indicar el estado del refrigerante, así como el nivel de líquido en el receptor o el nivel de aceite en el compresor.

Las SGRI y SGRN están equipadas con indicadores sensibles que reflejan un color, dependiendo del contenido de humedad en el refrigerante.

Características mirilla Danfoss SGRN 014-0006	
Tipo	SGRN
Peso	0.074 [kg]
Homologación	CE, UL
Tamaño de conexión	1/2 IN
Tamaño conexión [in]	1/2 IN
Conexión estándar	ANSI/ASME B1.20.1
Tipo de conexión	NPT
EAN	5702422108559
esfera flotante [pc]	3 pc
Máx. presión de trabajo [bar]	35,0 bar
Máx. pres. trabajo	500 psig
Indicador de humedad	Sí
Formato pack	Multi pack
Descripción producto	Visor de líquido
Cantidad por pack	19 pc
Refrigerante(s)	HCFC/Non flam HFC
Rango de temperatura [°C]	-50 - 80 °C
Rango de temperatura [°F]	-58 - 175 °F
Nombre del archivo de homologación UL	REF. LIQUID INDICATOR 76H4

Tabla 1.6.1.1 – Características de la mirilla Danfoss SGRN 014-0006

1.6.2. Mirilla línea de retorno de aceite

- N°20

Esta mirilla asegura una óptima visibilidad de la circulación de aceite así como el estado del aceite en el sistema de control.

Se seleccionan 2 mirillas Carly VCYL 13, 3/8”S una para cada línea de retorno de aceite de cada compresor.



Figura 1.6.2.1 – Figura de la mirilla Carly VCYL 13

DIMENSIONES				
Ø	L1	L2	L3	L5 caras superiores
32	82	30	17	24

Tabla 1.6.2.1 – Dimensiones de la mirilla Carly VCYL 13

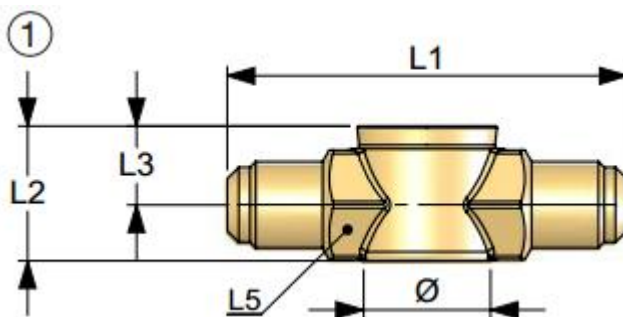


Figura 1.6.2.2 – Dimensiones de la mirilla Carly VCYL 13

Características mirilla Carly VCYL 13	
Referencia	Carly VCYL 13
Diámetro nominal	3/8
Máxima presión de trabajo (bar)	42
Máxima Tª de trabajo (Cº)	100
Mínima Tª de trabajo (Cº)	-20
Peso (Kg)	0,20

Tabla 1.6.2.2 – Características de la mirilla Carly VCYL 13

1.7. Separador de aceite

- Nº19

El separador de aceite es de la marca **Carly**, modelo **TURBOIL-F 8013 S 1 3/8"**.

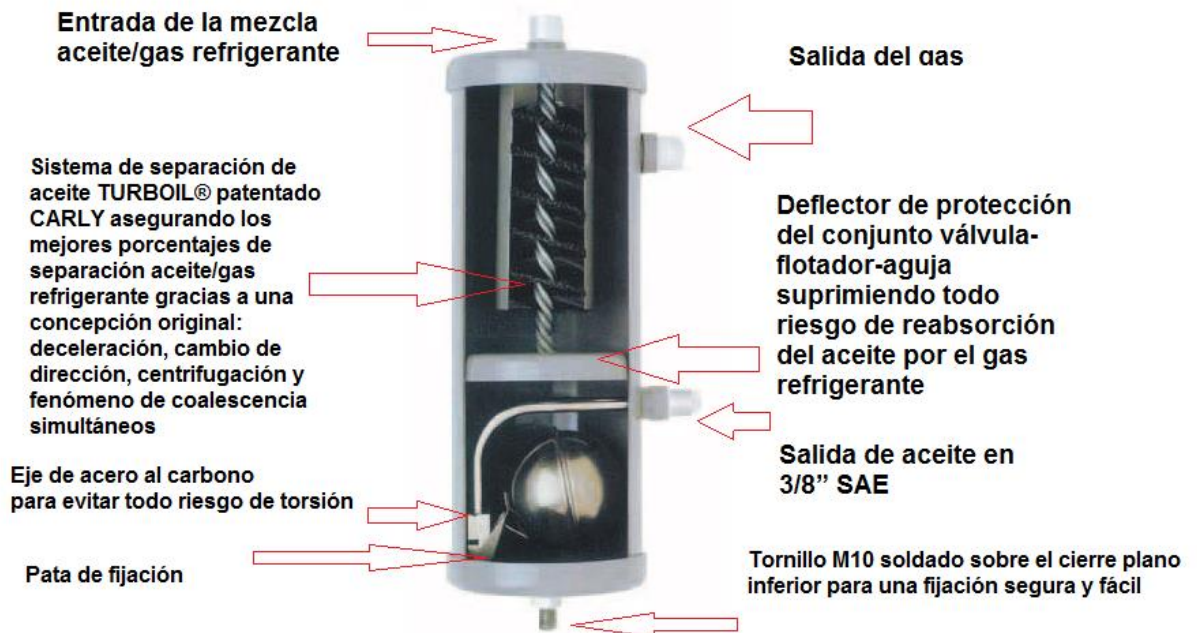


Figura 1.7.1 – Partes del separador de aceite Carly, TURBOIL-F 8013 S

Características separador de aceite Carly Turboil-F 8013 S	
Tipo	Desmontable
Volumen (l)	6
Carga de aceite(l)	1
Presión de servicio máxima	33
Presión de servicio	15
Temperatura de servicio máxima	120
Temperatura de servicio mínima	-40
Temperatura de servicio	-30

Tabla 1.7.1 – Características del separador de aceite Carly, TURBOIL-F 8013 S

1.8. Válvula solenoide o electroválvula

- **Nº28**

Se coloca una válvula solenoide o electroválvula de la marca **Danfoss EVR 20 1.1/8” Ld., 032F1244** en cada una de la tubería de entrada a la batería de enfriamiento.

Las válvulas de solenoide son válvulas de 2 vías On-Off accionadas eléctricamente. Las válvulas y las bobinas se ofrecen en forma separada a fin de aumentar la flexibilidad.

Las válvulas EVR son válvulas de solenoide servoaccionadas o de accionamiento directo para líneas de líquido, de gas caliente y aspiración.



Figura 1.8.1 – Válvula solenoide Danfoss EVR 20

Características válvula solenoide EVR 20 032F1244	
Tipo	EVR 20
Peso	1.08 [kg]
Actuador [mm]	13,5 mm
Temp. ambiente	-40 - 80 °C
Rango temp. ambiente [°F]	-40 - 175 °F
Homologación	EAC
Bobina	No
Cv value [gal/min]	5,800 gpm US
Dirección	Paso recto
EAN number	5702422054023
Función	N C
Tipo conex. entrada	SOLDAR, ODF
Tamaño entrada [in]	1 1/8 in
Kv value [m³/h]	5,000 m ³ /h
Apertura manual	No
Máx. presión de trabajo [bar]	32,0 bar
Máx. pres. trabajo	460 psig
Rango temp. del medio [°C]	-40 - 105 °C
Medium temperature range [°F]	-40 - 221 °F
Min. ODP [bar]	0,050 bar
MOPD [bar/psi]	Coil Dependend
Orifice size [mm]	22,00 mm
Tipo conex. salida	SOLDAR, ODF
Tamaño salida [in]	1 1/8 in
Formato pack	Multi pack
Cantidad por pack	6 PC
Refrigerante(s)	R134a
Refrigerante(s)	R22/R407C
Refrigerante(s)	R23

Refrigerante(s)	R404A/R507
Refrigerante(s)	R407A
Refrigerante(s)	R410A
Designación tipo	Solenoid valve, Solder

Tabla 1.8.1 – Características de la válvula solenoide EVR 20

1.9. Bobina para la válvula solenoide

- N°29

Se seleccionan 2 bobinas para las 2 válvulas solenoide EVR 20. Se selecciona el modelo: bobina para EVR 20 230V 50/60Hz, 018F6732.



Figura 1.9.1 – Bobina para EVR 20

Características bobina para EVR 20 018F6732	
Tipo	BE230CS
Peso kg	0.311 kg
Tamaño actuador	13.5 mm
Rango temperatura ambiente [°C]	-40 - 50 °C
Temperatura Ambiente. Rango [°F]	-40 - 120 °F
Conexión bobina	Caja de conexiones
Color	Azul
EAN	5702428023146
Grado IP	IP67
Frecuencia [Hz]	50/60 HZ
Producto idéntico	018F8732

Formato del embalaje	Multi pack
Consumo de potencia [W]	10,0 W
Cantidad en cada embalaje	32 PC
Spare part number	018F6193
Tensión de alimentación [V] c.a.	220 - 230 V
Tipo	Bobina para válvula solenoide

Tabla 1.9.1 – Características de la bobina para válvula solenoide EVR 20

1.10. Válvula de expansión

- **Nº31**

Existen válvulas de expansión manuales, automáticas y las termostáticas. Estas últimas, son quizás, las más utilizadas en sistemas frigoríficos, debido a sus grandes ventajas y a su fácil instalación.

Las válvulas de expansión termostáticas aseguran que el vapor que se va formando en el evaporador se recaliente hasta un cierto valor predeterminado. Esto permite mantener el evaporador completamente lleno de refrigerante bajo las condiciones de carga del sistema, sin peligro de paso de líquido a la tubería de aspiración, y evitando por tanto, los golpes de líquido en el compresor.

Por ello, se opta por utilizar en esta instalación, una válvula de expansión termostática.

Se seleccionan las válvulas de expansión Alco tipo Tere 21 NW que llevan cada una un elemento termostático Alco XC726 NW2B, y el tipo de cuerpo de cada una es el 9153.

Las válvulas de expansión termostática ALCO controlan el recalentamiento del vapor refrigerante a la salida del evaporador. Fundamentalmente actúan como un dispositivo estrangulador entre los lados de alta y baja presión de los sistemas de refrigeración, al mismo tiempo que aseguran que la cantidad de líquido refrigerante que entra en el evaporador coincida exactamente con la cantidad que se evapora completamente en el mismo. De este modo se consigue aprovechar al

máximo su superficie de intercambio y se asegura que no llegue ninguna porción de refrigerante líquido al interior del compresor.



Figura 1.10.1 – Válvula de expansión termostática Alco XC726 NW2B, 418119

Tipo de elemento termostático: XC726...NW2B

Tipo	Cap. kW	Tipo taladro	Tipo de cuerpo	Conexiones	Tipo de elemento termostático	Longitud del capilar en metros
TERE 21 NW	99,0	X9117 -B 6B	9153	7/8" x7/8",	XC726...NW2B	3,0

Tabla 1.10.1 – Características del elemento termostático

- **Nº32**

El cuerpo de la válvula seleccionado es el Alco 9153, se selecciona uno para cada elemento termostático.

Cuerpo de válvula para elemento termostático Alco 9153 7/8" x7/8", 418005



Figura 1.10.2 – Figura del cuerpo de la válvula Alco 9153

Nº	Conexiones	Nº ALCO	Código HRP
9153	7/8" x 7/8" ³⁾ sw ángulo	803244	216933

Tabla 1.10.2 – Características del cuerpo de la válvula Alco 9153

- 1) entrada x salida, soldadura interna
- 2) Entrada de salida X, también soldar externamente 7/8 "x 1 1/8"
- 3) de entrada x salida, también soldadura externa 1 1/8 "x 1 1/8"

- **Nº33**

También se selecciona el conjunto de orificio para completar la válvula de expansión. Se selecciona dos, uno para cada válvula. El modelo seleccionado es el **Alco X9117-B8B, 418316**.



Figura 1.10.3 – Conjunto de orificio Alco X9117-B8B, 418316

1.11. Válvulas de cierre y regulación

Se disponen diferentes válvulas de corte manuales, a lo largo de la instalación, con el objetivo de cortar la circulación del fluido para casos de sustitución de elementos o durante los periodos de parada de la instalación.

1.11.1. Válvula de cierre para la línea de líquido

- N°7

Se seleccionan 4 válvulas de cierre danfoss SVA-S 25, artículo 148B5410, dos para cada línea de líquido.

Es decir, antes y después del filtro secador y de la mirilla para las labores de sustitución de estos.

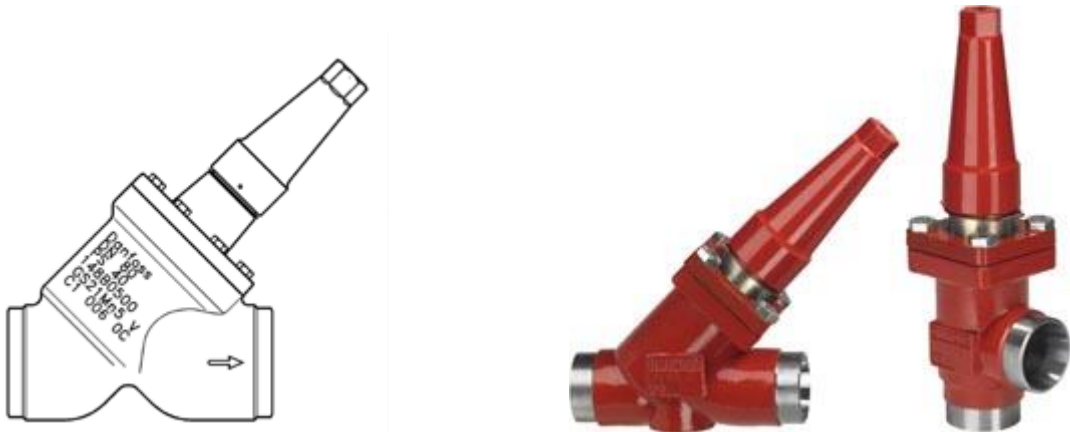


Figura 1.11.1.1 – Válvula de cierre danfoss SVA-S 25

Danfoss SVA-S 25, artículo 148B5410	
TIPO	SVA-S-25
Categoría	Art. 3, par. 3
Color de pintura	Marrón rojizo
Conexión estándar	EN 10220
Homologación	CE, EAC, LLC CDC TYSK
Valor Cv [gal/min]	20,20
Dirección	Paso recto

EAN	5702428467568
Equipamiento	Volante
Grupo de fluido	I
Tamaño de conexión de entrada [in]	1 in
Tamaño de conexión de entrada [mm]	25 mm
Tipo conex. entrada	Soldadura
Valor Kv [m³/h]	17,40m ³ /h
Máx. presión de trabajo [bar]	52,0 bar
Máx. pres. trabajo	754 psig
Tamaño de conexión de salida [in]	1 in
Tamaño de conexión de salida [mm]	25 mm
Tipo conex. salida	Soldadura
Formato pack	Single pack
Descripción producto	Válvula de cierre
Cantidad por pack	1 PC
Refrigerante(s)	HCFC/HFC
Refrigerante(s)	R1270
Refrigerante(s)	R290
Refrigerante(s)	R600
Refrigerante(s)	R600a
Refrigerante(s)	R717
Refrigerante(s)	R744
Rango de temperatura [°C]	-60 - 150 °C
Rango de temperatura [°F]	-76 - 302 °F
Versión válvula	Versión estándar

Tabla 1.11.1.1 – Características de la válvula de cierre danfoss SVA-S 25

1.11.2. Válvulas de cierre para la línea de retorno de aceite

- N°21

Se instalan válvulas de cierre en las líneas de retorno de aceite, hacia los compresores, por motivos de labores de extracción o sustitución de los mismos, para evitar que se pierda la menor cantidad de aceite posible. Se instalan 2 válvulas, una por cada compresor.

Las válvulas de cierre seleccionadas para la línea de retorno de aceite, son las **Danfoss BMSL 10, 3/8" S 009G0122.**



Figura 1.11.2.1 – Figura de la válvula de cierre Danfoss BMSL 10

Características válvula de cierre Danfoss BMSL 10 09G0122	
Tipo	BML 10s
Peso	0.308 [kg]
Homologación	C UL US, GOST R
Valor Cv [gal/min]	0,970 gpm US
Diseño	VOLANTE
Dirección	Paso recto
EAN	5702422011200
Tipo conex. entrada	SOLDAR, ODF
Tamaño entrada [in]	3/8 IN
Valor Kv [m³/h]	0,840 m ³ /h
Máx. presión de trabajo [bar]	28,0 bar
Máx. pres. trabajo	406 psig

Tipo conex. salida	SOLDAR, ODF
Tamaño salida [in]	3/8 IN
Formato pack	Multi pack
Descripción producto	Válvula de cierre
Cantidad por pack	20 PC
Refrigerante(s)	HC
Refrigerante(s)	HCFC/HFC
Rango de temperatura [°C]	-55 - 100 °C
Rango de temperatura [°F]	-65 - 212 °F
Nombre del archivo de homologación UL	REFRIGERANT VALVE 53R0
Rango de trabajo [bar]	-1 - 21 bar

Tabla 1.11.2.1 – Características de la válvula de cierre Danfoss BMSL 10

1.11.3. Válvulas de cierre para la entrada a la batería de enfriamiento.

- **Nº25**

Las válvulas de bola GBC son válvulas de cierre manual y bidireccional de dos posiciones.

En posición completamente abierta, la válvula GBC ofrece el máximo caudal. La GBC está diseñada para funcionar bajo cualquier temperatura sin crear problemas.

Se instalan 2 válvulas de cierre de bola **Danfoss GBC 35 1.3/8" Ld., 009G7002**, una en cada una de las tuberías de entrada en el evaporador (batería de enfriamiento), es decir, antes de la entrada a la UTA.

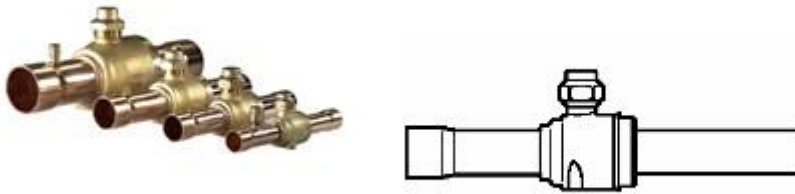


Figura 1.11.3.1 – Válvula de cierre Danfoss GBC 35

Características válvula de cierre(bola) Danfoss GBC 35 009G7002	
Tipo	GBC 35s
Peso	1.43 [kg]
Puerto acceso	No
Homologación	CE, CSA, UL
Valor Cv [gal/min]	93,510 gpm US
Dirección	Paso recto
EAN	5702428133814
Dirección del caudal	Bi-flow
Tipo conex. entrada	SOLDAR, ODF
Tamaño entrada [in]	1 3/8 IN
Tamaño entrada [mm]	35,00 mm
Valor Kv [m³/h]	80,890 m ³ /h
Presión de prueba Max. [bar]	65,0 bar
Presión de prueba máx. [psig]	940 psig
Máx. presión de trabajo [bar]	45,0 bar
Máx. pres. trabajo	650 psig
Tipo conex. salida	SOLDAR, ODM
Tamaño salida [in]	1 3/8 IN
Tamaño salida [mm]	35,00 mm
Formato pack	Multi pack
Descripción producto	Válvula de bola
Cantidad por pack	4 pc
Refrigerante(s)	R134a

Refrigerante(s)	R22/R407C
Refrigerante(s)	R404A/R507
Refrigerante(s)	R410A
Rango de temperatura [°C]	-40 - 150 °C
Rango de temperatura [°F]	-40 - 300 °F

Tabla 1.11.3.1 – Características de la válvula de cierre Danfoss GBC 35

1.11.4. Válvulas de cierre para la línea de aspiración del compresor

- **Nº26**

Se instalan 2 válvulas de cierre, una en cada una de las tuberías de aspiración del compresor. Estas sirven para, en el caso de desmontar los manómetros, para su regulación o sustitución, evitar que se pierda la menor cantidad posible de líquido y para el cambio de los compresores, con el objetivo de perder poca cantidad de gas refrigerante durante la extracción de éstos, debido a avería o sustitución.

Las válvulas de cierre seleccionadas para el tramo de aspiración de compresores, son las **Danfoss GBC 67 2.1/8" Ld., 009G7036**.

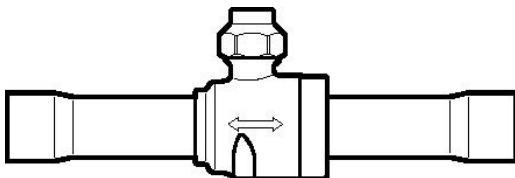


Figura 1.11.4.1 – Válvula de cierre Danfoss GBC 67

Características válvulas Danfoss GBC 67 009G7036.	
Tipo	GBC 67s
Peso	4.28 [kg]
Puerto acceso	No
Homologación	CE, CSA, GOST R, UL
Valor Cv [gal/min]	284,120 gpm US
Dirección	Paso recto
EAN	5702428065719
Dirección del caudal	Bi-flow
Tipo conex. entrada	SOLDAR, ODF
Tamaño entrada [in]	2 5/8 in
Valor Kv [m³/h]	245,780 m ³ /h
Presión de prueba Max. [bar]	65,0 bar
Presión de prueba máx. [psig]	940 psig
Máx. presión de trabajo [bar]	45,0 bar
Máx. pres. trabajo	650 psig
Tipo conex. salida	SOLDAR, ODF
Tamaño salida [in]	2 5/8 in
Formato pack	Multi pack
Descripción producto	Válvula de bola
Cantidad por pack	2 PC
Refrigerante(s)	R134a
Refrigerante(s)	R22/R407C
Refrigerante(s)	R404A/R507
Refrigerante(s)	R410A
Rango de temperatura [°C]	-40 - 150 °C
Rango de temperatura [°F]	-40 - 300 °F

Tabla 1.11.4.1 – Características de la válvula de cierre Danfoss GBC 67

1.12. Válvula de seguridad

- N° 17

La válvula de seguridad seleccionada es la **Danfoss SFA 15 T, artículo 148F3224**, que estará regulada para una presión de descarga de 24 bar, con el objetivo de impedir una sobrepresión del 10% sobre la presión de timbre.

Se necesitan dos, una para cada unidad condensadora.



Figura 1.12.1 – Válvula de seguridad Danfoss SFA 15 T

CARACTERÍSTICAS Danfoss SFA 15 T, artículo 148F3224	
TIPO	SFA15
PESO	1,93kg
Homologación	CE
Categoría	IV
Cerificado	Sí
Conexión Interna/Externa	Externo
Tamaño conexión [in]	1/2"
Tamaño conexión [mm]	15 mm
Conexión estándar	ISO 228-1
Tipo de conexión	G
Dirección	Paso en ángulo
EAN	5702428194020
Flow area	0,206 in ²

Área de flujo	133 mm ²
Diámetro de flujo [in]	0,512 in
Diámetro de flujo [mm]	13 mm
Grupo de fluido	I
Tamaño de conexión de entrada	1
Formato pack	Single pack
Ajuste de presión [bar]	24 bar
Ajuste de presión [psig]	276 psig
Descripción producto	Safety Relief Valve
Clase de diseño de producto	C
Cantidad por pack	1 PC
Refrigerante(s)	HCFC/HFC
Refrigerante(s)	R717
Refrigerante(s)	R744
Rango de temperatura [°C]	-30 - 100 °C

Tabla 1.12.1 – Características válvula de seguridad Danfoss SFA 15 T

1.13. Válvula de retención

- N°:22

Se instalan 2 válvulas de retención **Danfoss NRVA-32 42/37,5, 020-2003**, una por cada tubería de descarga de los compresores.

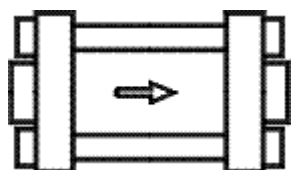


Figura 1.13.1 – Válvula de retención Danfoss NRVA-32

Características válvula danfoss NRVA-32 020-2003	
Tipo	NRVA 32
Peso	3.11 [kg]
Homologación	CE
Categoría	II
Tamaño conexión [in]	1 1/4 IN
Tamaño conexión [mm]	32 mm
Conexión estándar	EN 10220
Tipo de conexión	Soldadura
Valor Cv [gal/min]	23,00
EAN	5702422052319
Grupo de fluido	I
Valor Kv [m³/h]	20,00
Máx. presión de trabajo [bar]	40,0 bar
Máx. pres. trabajo	580 psig
Formato pack	Multi pack
Descripción producto	Válvula de retención
Cantidad por pack	6 PC
Refrigerante(s)	HCFC/HFC
Refrigerante(s)	R717
Rango de temperatura [°C]	-50 - 140 °C
Rango de temperatura [°F]	-58 - 284 °F

Tabla 1.13.1 – Tabla de características de la válvula de retención Danfoss NRVA-32

Pernos y juntas para válvula de retención:

Tipo	Dimensiones	Código
NRVA 15 / 20	M 12 115 mm	006-1107

Tabla 1.13.2 – Dimensiones de los pernos y juntas

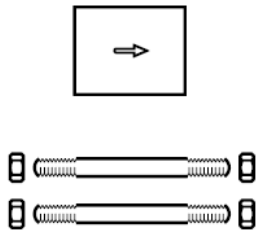


Figura 1.13.2 – Dimensiones de los pernos y juntas

1.14. Presostatos

1.14.1. Presostato de alta presión:

- N°12

Se instalan 2 presostatos de alta presión, uno por cada compresor. Estos presostatos controlan la presión de descarga de los compresores, y cuando ésta es demasiado alta, ordena la parada inmediata del compresor.

Los presostatos seleccionados son los **Danfoss KP5, artículo 060-117766**.



Figura 1.14.1.1 – Presostato Danfoss Kp-5

Características presostato de baja presión Danfoss KP-5 060-117366	
Tipo	KP5
Peso	0.287 [kg]
Temperatura ambiente [°C]	-40 - 65 °C
Temperatura ambiente [°F]	-40 - 149 °F
Rango temp. ambiente[°C]	-40 - 65 °C
Rango temp. ambiente [°F]	-40 - 149 °F
Homologación	BV, c UL us UL873, CS C22.2, CCC, CE, DNV, GL, LR, RINA, RMRS
Función contacto	SPDT
Clase de contacto	AC1=16 A, 400 V
Clase de contacto	AC15=10 A, 400 V
Clase de contacto	AC3=16 A, 400 V
Clase de contacto	DC13=12 W, 220 V
Clase de contacto	LR 112 A, 400 V
Diferencial [bar]	3,00 bar
Diferencial [psi]	43,00 psi
EAN	5702422001638
Comentarios conex. eléctricas	Rubber cable gland
Tamaño conexión eléctrica	6-14 mm
Protección	IP30
Presión de prueba Max. [bar] Pe	35,0 bar
Máx. presión de trabajo [bar]	35,0 bar
Máx. pres. trabajo	510 Psig
Máx. presión de trabajo [bar] Pe	35,0 bar
Max. presión de trabajo [psig] Pe	510,0 psig
Clasificación Nema (~)	1
Formato pack	Multi pack
Conexión presión	Abocardar 1/4" con depresor de válvula
Conexión de Presión estándar	DIN 8906
Presión Macho/Hembra	Macho

Categoría del rango de presión	ALTA PRESIÓN
Elemento sensor de presión	Fuelles
Descripción producto	Pressure control
Cantidad por pack	36 pc
Refrigerante(s)	HCFC/Non flam HFC
Rango regulación [bar] Pe	8,00 - 32,00 bar
Rango regulación [psig] Pe	116,00 - 464,00 psig
Función rearme	Max
Nombre del archivo de homologación UL	E31024

Tabla 1.14.1.1 – Características del presostato Danfoss Kp-5

1.14.2. Presostato de baja presión

- **Nº13**

Se instalan 2 presostatos de baja presión, uno por cada compresor. Estos presostatos controlan la presión de aspiración de los compresores, y cuando éste es demasiado baja, ordena la parada inmediata del compresor.

El presostato seleccionado es el **Danfoss KP1, 060-110166**.

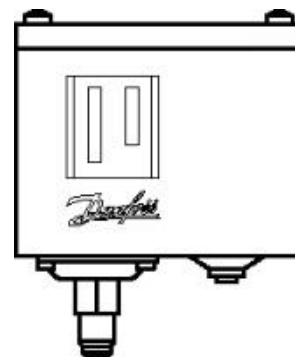


Figura 1.14.2.1 – Presostato Danfoss Kp-1

Características presostato de baja presión Danfoss KP-1 060-110166	
Tipo	KP1
Peso	0.300 [kg]
Temperatura ambiente [°C]	-25 - 65 °C
Temperatura ambiente [°F]	-13 - 149 °F
Rango temp. ambiente[°C]	-25 - 65 °C
Rango temp. ambiente [°F]	-40 - 158 °F
Homologación	BV, c UL us UL353, CS C22.2, c UL us UL873, CS C22.2, CCC, CE, DNV, GL, LR, PED, RINA, RMRS
Función contacto	SPDT
Clase de contacto	AC1=16 A, 400 V
Clase de contacto	AC15=10 A, 400 V
Clase de contacto	AC3=16 A, 400 V
Clase de contacto	DC13=12 W, 220 V
Clase de contacto	LR 112 A, 400 V
Diferencial [bar]	0,70 - 4,00 bar
Diferencial [psi]	10,00 - 58,00 psi
EAN	5702422002185
Comentarios conex. eléctricas	Rubber cable gland
Tamaño conexión eléctrica	6-14 mm
Protección	IP44
Presión de prueba Max. [bar] Pe	20,0 bar
Máx. presión de trabajo [bar]	17,0 bar
Máx. pres. trabajo	245 psig
Máx. presión de trabajo [bar] Pe	17,0 bar
Max. presión de trabajo [psig] Pe	245,0 psig

Clasificación Nema (~)	2
Formato pack	Multi pack
Conexión presión	Abocardar 1/4 in
Conexión de Presión estándar	DIN 8906
Presión Macho/Hembra	Macho
Categoría del rango de presión	Baja presión
Elemento sensor de presión	Fuelles
Descripción producto	Pressure control
Cantidad por pack	36 pc
Refrigerante(s)	HCFC/Non flam HFC
Rango regulación	6 inHg - 108 psig
Rango regulación [bar] Pe	-0,20 - 7,50 bar
Función rearme	Auto
Nombre del archivo de homologación UL	E31024
Nombre del archivo de homologación UL	MH27572

Tabla 1.14.2.1 – Características del presostato Danfoss Kp-1

1.14.3. Presostato diferencial de aceite

- N°14

Presostato de aceite: Dispositivo de corte de aceite DANFOSS MP55

Los presostatos diferenciales de aceite se utilizan como interruptores de seguridad para proteger compresores de refrigeración contra presiones de aceite de lubricación insuficientes.

Los presostatos diferenciales de aceite Danfoss MP 55 se utilizan como interruptores de seguridad para proteger compresores de refrigeración contra presiones de aceite de lubricación insuficientes. En el caso de fallo de la presión de aceite, el presostato diferencial parará el compresor después de transcurrir cierto tiempo.

Por lo tanto se instalan presostatos diferenciales de aceite danfos **MP55 Ld. 060B017066**, uno por cada compresor.



Figura 1.14.3.1 – Presostato Danfoss Mp-55

Características presostato de baja presión Danfoss MP-55 060B017066	
Tipo	MP55
Peso	0.660 [kg]
Ajuste	Corte por caída de presión
Temperatura ambiente [°C]	-40 - 60 °C
Temperatura ambiente [°F]	-40 - 140 °F
Rango temp. ambiente[°C]	-40 - 60 °C
Rango temp. ambiente [°F]	-40 - 140 °F
Aplicación amoniaco	No
Homologación	CCC, CE, GL, RINA
Función contacto	SPDT
Clase de contacto	AC15=2 A, 250 V
Clase de contacto	DC13=0.2 A, 250 V

Rango diferencial [bar]	0,30 - 4,50 bar
Rango diferencial [MPa]	0,03 - 0,45 MPa
Rango diferencial [psi]	4,3 - 65,0 psi
EAN	5702428365505
Conex. eléctricas Macho / Hembra	Macho y hembra
Tamaño conexión eléctrica	PG 13.5
Conexión eléctrica estándar	EN 175301-803-A
Norma de especificación eléctrica	EN 60947-5
Protección	IP20
Ajuste fábrica [bar]	0,65 bar
Ajuste de fábrica[psig]	9,0 psig
Lámpara fluorescente	No
Producto igual	060B101466
Presión de prueba Max. [bar] Pe	22,0 bar
Máx. presión de trabajo [bar]	17,0 bar
Máx. pres. trabajo	245 psig
Máx. presión de trabajo [bar] Pe	17,0 bar
Max. presión de trabajo [psig] Pe	245,0 psig
Rango regulación [bar] Pe	-1 - 12 bar
Rango regulación [psig] Pe	-15 - 175 psig
Formato pack	Multi pack
Tamaño conexión Presión	1/4 IN
Tipo de conexión de Presión	Roscar
Presión Macho/Hembra	Macho
Descripción producto	Presostato diferencial
Cantidad por pack	21 pc
Refrigerante(s)	HCFC/Non flam HFC
Tiempo de desconexión [s]	45 s
Función rearme	Mín.

Tabla 1.14.3.1 – Características del presostato Danfoss Mp-55

1.14.4. Presostato de corte y capacidad

- N°18

Se instalan como dispositivos de corte y capacidad el modelo **danfoss kp-2**

060-112066.

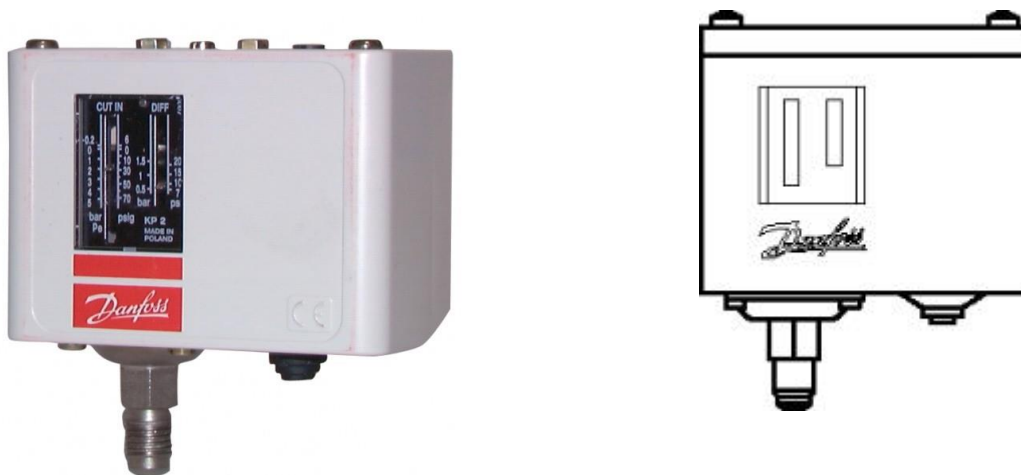


Figura 1.14.4.1 – Presostato Danfoss kp-2.

Características presostato Danfoss KP-2 060-112066	
Tipo	KP2
Peso	0.297 [kg]
Temperatura ambiente [°C]	-25 - 65 °C
Temperatura ambiente [°F]	-13 - 149 °F
Rango temp. ambiente [°C]	-25 - 65 °C
Rango temp. ambiente [°F]	-40 - 149 °F
Homologación	BV, c UL us UL353, CS C22.2, c UL us UL873, CS C22.2, CCC, CE, DNV, GL, LR, PED, RINA, RMRS
Función contacto	SPDT
Clase de contacto	AC1=16 A, 400 V
Clase de contacto	AC15=10 A, 400 V
Clase de contacto	AC3=16 A, 400 V

Clase de contacto	DC13=12 W, 220 V
Clase de contacto	LR 112 A, 400 V
Diferencial [bar]	0,40 - 1,50 bar
Diferencial [psi]	6,00 - 22,00 psi
EAN	5702422052548
Comentarios conex. eléctricas	Rubber cable gland
Tamaño conexión eléctrica	6-14 mm
Protección	IP44
Presión de prueba Max. [bar] Pe	20,0 bar
Máx. presión de trabajo [bar]	17,0 bar
Máx. pres. trabaj	245 psig
Máx. presión de trabajo [bar] Pe	17,0 bar
Max. presión de trabajo [psig] Pe	245,0 psig
Clasificación Nema (~)	2
Formato pack	Multi pack
Conexión presión	Abocardar 1/4 in
Conexión de Presión estándar	DIN 8906
Presión Macho/Hembra	Macho
Categoría del rango de presión	Baja presión
Elemento sensor de presión	Fuelles
Descripción producto	Pressure control
Cantidad por pack	36 pc
Refrigerante(s)	HCFC/Non flam HFC
Rango regulación	6 inHg - 73 psig
Rango regulación [bar] Pe	-0,20 - 5,00 bar
Función rearme	Auto
Nombre del archivo de homologación UL	E31024
Nombre del archivo de homologación UL	MH27572

Tabla 1.14.4.1 – Características del presostato Danfoss kp-2.

1.15. Manómetros

1.15.1. Manómetro de alta presión

- N°9

El manómetro seleccionado para alta presión es el **IBERCUB Ø 63 MODELO MPA-580/3** **CÓDIGO: 01-521130** que es especial para aire acondicionado.

Características:

Esfera Ø 63 mm serigrafiada para los **gases R-22, R-407C, y R410A**, con escala de presión en libras/pulg.² y bar, escala de tº en °C ajustables.

Alta presión, color rojo escala de presión 0 bar a 40 bar (o a 580 libras/pulg² libras)



Figura 1.15.1.1 – Manómetro IBERCUB MPA-580/3 **CÓDIGO: 01-521130**

1.15.2. Manómetro de baja y de aceite

- **Nº10 Y 11**

El seleccionado para baja presión es el mismo que el del aceite es el **IBERCUB Ø 63 MODELO MPA-330/3 CÓDIGO: 01-521129**

Características:

Baja **presión**, color azul escala de vacío- 1 bar, y de presión 230 libras/pulg² (15,75 bar), amortiguación hasta 330 libras/pulg² (24 bar)

Tanto para los de alta como para baja como el de aceite se necesitan 2, uno para cada compresor.

1.16. Termostato

- **Nº40**

El termostato seleccionado es el **Penn A28QA 9115IP 65**.

Descripción

Es un termostato de dos etapas capilar y ambiente. IP65

Cuentan con dos interruptores SPDT que proporcionan las siguientes posibilidades de control:

-Dos etapas disponibles para calefacción

-Dos etapas disponibles para refrigeración

-Calefacción/refrigeración con conmutación automática

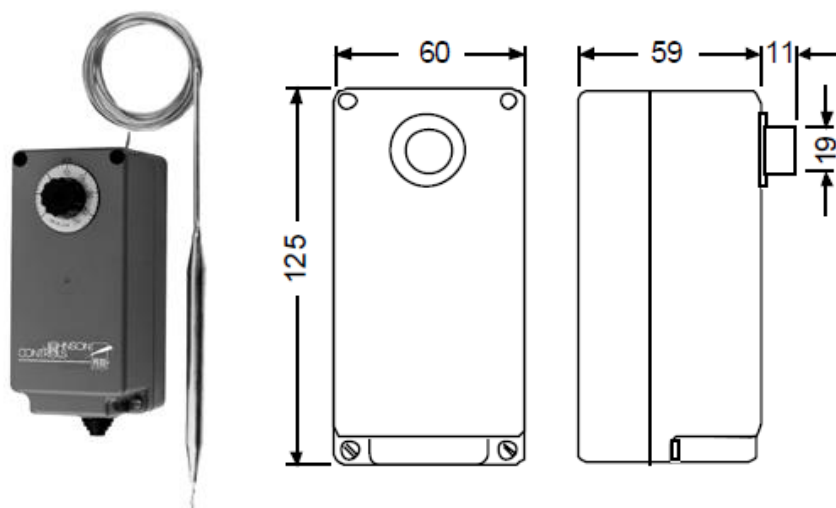


Figura 1.16.1 – Termostato **Penn A28QA 9115 IP 65, estilo 1 b y dimensiones.**

MODELO	RANGO (C°)	DIF. K		Estilo	Cap. Longitud (m)	Tamaño del bulbo (mm)	Interruptor 5A reciclaje automático
		ETAPA	ENTRE				
A28QA- 9115	+1/+60	2	De 1 á 4	1b	3	115	SPDT, abierto alto

Tabla 1.16.1 – Características del termostato Penn A28QA 9115 IP 65

1.17. Válvula de agua de mar automática

- N°41

La válvula de agua de mar automática seleccionada es la Penn V46BE 9600 1.1/4”BSP.

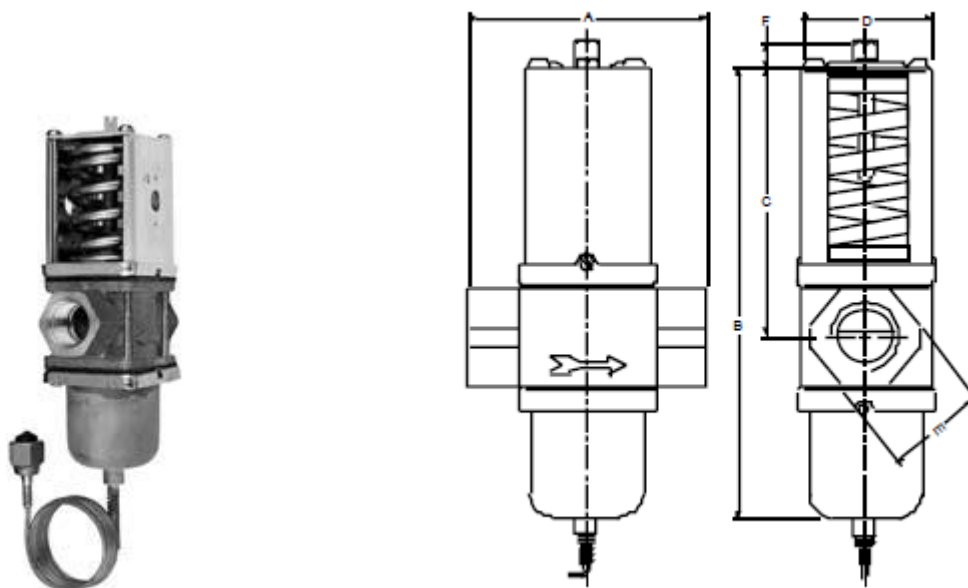


Figura 1.17.1 – Válvula de agua de mar automática Penn V46BE 9600 1.1/4”BSP.

Tamaño de la válvula	A	B	C	D	E	F
1 ¹ / ₄ ”	124	254	144	71	48	13

Tabla 1.17.1 – Dimensiones de la válvula de agua de mar automática Penn V46BE 9600 1.1/4”BSP.

Rango (bar)	Estilo del cuerpo	tamaño acc. a ISO 228-G	Estilo	Longitud capilar	Modelo
5...18	Recto	1 ¹ / ₄ "	13	75	Penn V46BE 9600

Tabla 1.17.2 – Características de la válvula de agua de mar automática Penn V46BE 9600 1.1/4”BSP.

1.18. Filtro de aspiración

- N° 34

Como elementos filtrantes se seleccionan dos filtros de aspiración **Danfoss STA 50 Ld, 148H3016**.

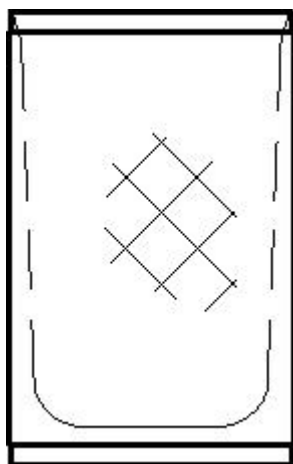


Figura 1.18.1 – Elemento filtrante Danfoss STA 50 Ld, 148H3016.

Filtro de aspiración Danfoss STA 50 148H3016	
Tipo	Spare part
Peso	0.100 [kg]
EAN	5702428232692
Formato pack	Single pack
Cantidad por pack	1 PC
Designación tipo	Elemento filtrante, 250 µ/72 malla
Utilizado para el producto	STA 40-50
Utilizado para comentarios de producto	XX2

Tabla 1.18.1 – Características del elemento filtrante Danfos STA 50 Ld, 148H3016.

1.19. Otros componentes

Como válvula de recarga de refrigerante se seleccionan dos válvulas **Hansa 36BV/6B 3/8" fl.x1/4" NPT (Nº 8)**.

Como válvula receptora de aceite se seleccionan dos válvulas **Hansa 36BV/6B 3/8" fl.x1/4" NPT (Nº15)**.

También se seleccionan dos válvulas receptoras **Hansa 4-3295-1 1/4" flx3/8" NPT (Nº16)** para el control de la válvula de agua de mar.

Se seleccionan dos purgadores **Friga Bohn BTH-10 1.5/8" Ld., 032F1244 (Nº30)**.

Para el sensor de la válvula de expansión termostática se seleccionan dos tuerca de inserción **GE-6L 1/4" NPT (Nº35)**, un tubo **6,0 x 1,0, St. 35.4 (Nº36)**, un adaptador **DPR6-L (Nº37)**, y una toma para 1/4" NPT que es la **WC-405, 1/4" NPT (Nº38)**.

Por último como tapón ciego se seleccionan dos **3/8" NPT**.

1.20. Tabla resumen

COMPONENTES DE LA UNIDAD CONDENSADORA			
Nº	Qtd.	NOMBRE	TIPO
1	2	Compresor	Bock FX14/ 1166 Heater 140W
2	2	Ek motor 3x440V/60Hz IP55	ATB DL200L 36kW w/heater
3	2	Transmisor por correa	3 x XPB 2550, Motorpulley diámetr280
4	2	Condensador	Teknotherm SK6-10,3/4" F-72 L=2000
5	2	Secador w/3 Cores	Henry V-8144 1,1/2" Weld, Cores 848C
6	2	Mirilla	Danfoss SGRN 1/2" NPT, 014-0006
7	4	Válvula de cierre	Danfoss SVA-S 25, 148B5410
8	2	Válvula de carga del refrigerante	Hansa 36BV76B 3/B" fl.x1/4" NPT
9	2	H.P. Manómetro	IBERCUB Ø 63 Modelo:MPA-580/3 Código: 01-521130
10	2	L.P. Manómetro	IBERCUB Ø 63 MODELO MPA-330/3 CÓDIGO: 01-521129
11	2	O.P. Manómetro de aceite	IBERCUB Ø 63 MODELO MPA-330/3 CÓDIGO: 01-521129
12	2	H.P. Presostato	Danfoss KP-5 060-117766
13	2	L.P. Presostato	Danfoss KP1 060-110166
14	2	Interruptor de seguridad de aceite	Danfoss MP-55 Ld. 060B017066
15	2	Válvula receptora	Hansa 36BV/6B 3/8" fl.x1/4"NPT
16	2	Válvula receptora	Hansa 4-3295-1 1/4" flx3/8"NPT
17	2	Válvula de seguridad	Danfoss SFA 15 T Ld. 148F3224
18	4	Dispositivo de corte y capacidad (presostato)	Danfoss KP-2 060-112066
19	2	Separador de aceite	Carly, TURBOIL-F 8013 S 1 5/8"
20	2	Mirilla	Carly VCYL 13, 3/8"S
21	2	Válvula de cierre	Danfoss BMSL 10, 3/8" S 009G0122
22	2	Válvula de retención	Danfoss NRVA-32 42/37,5, 020-2003

COMPONENTES PARA MONTAR IN SITU			
Nº	Qtd.	NOMBRE	TIPO
24	2	Filtro	Danfoss FA 20, 1.1/8”Ld., 20 006-0074
25	2	Válvula de cierre	Danfoss GBC 35 1.3/8” Ld., 009G7002
26	2	Válvula de cierre	Danfoss GBC 67 2.1/8” Ld., 009G7036
27			
28	2	Válvula solenoide	Danfoss EVR 20 1.1/8” Ld., 032F1244
29	2	Bobina para EVR 20	Danfoss 230V 50/60Hz, 018F6732
30	2	Purgador, filtro de aspiración	Friga Bohn BTH-10 2.1/8” Ld., 032F1244
31	2	Elemento termostático	Alco XC726 NW2B
32	2	Cuerpo de válvula para elemento termostático	Alco 9153 7/8” x7/8”, 418005
33	2	Conjunto de orificio	Alco X9117-B8B, 418316
34	2	Filtro de aspiración	Danfoss STA 50 148H3016
35	2	Tuerca de inserción	GE-6L 1/4”NPT
36	2	Tubo	6,0 x 1,0, St. 35.4
37	2	Adaptador	DPR6-L
38	2	Toma para 1/4”NPT	WC-405, 1/4”NPT
39	2	Tapón ciego	3/8” NPT
40	1	Termostato	Penn A28QA 9115
41	2	Válvula de agua de mar automática	Penn V46BE 9600 1.1/4”BSP

Tabla 1.20.1 – Tabla resumen de componentes de la instalación

1.21. Selección de los componentes según el Dircalc



Danfoss Industrial

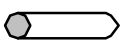
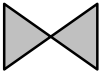

Refrigeration A/S

Página 1/2

Fecha proyecto	
Fecha	07.04.2014
Archivo	Línea de aspiración
Proyecto	Aire Acondicionado
Información	Línea de aspiración

Sistema de datos	
Refrigerante	R407C
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de aspiración seca
Tamaño tubería rec.	54.0 (52.8)
Velocidad tubería rec.	m/s 12.0

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	100
Línea de caudal másico	kg/h	2065
Temperatura de Evaporación	°C	5.00
Presión de Evaporación	bar	5.37
Temperatura de Condensación	°C	35.0
Presión de Condensación	bar	13.3
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	2.36
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	16.5

Diagrama		
		
Cu-TUBH-2 ...	GBC54S	FA20



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

Página 2/2

1. Componente: Cu-TUBH-2 1/8-ANSI Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN54
Conexiones nominales (pulg)		2 1/8
Longitud de tubería	m	1.00
dp max. carga	bar	0.00453
dt max. carga	K	0.0257
Velocidad máxima	m/s	13.5

2. Componente: GBC54S Válvula de cierre, paso recto		
Conexiones nominales (mm)		DN54
Conexiones nominales (pulg)		2 1/8
dp max. carga	bar	0.00297
dt max. carga	K	0.0169

3. Componente: FA20 Filtro		
Conexiones nominales (mm)		DN20
Conexiones nominales (pulg)		1
dp max. carga	bar	2.35
dt max. carga	K	16.4



Danfoss Industrial

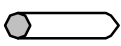
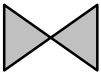
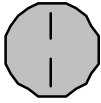
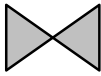
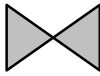
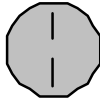

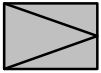
Refrigeration A/S

Página 1/3

Fecha proyecto	
Fecha	07.04.2014
Archivo	Línea de líquido
Proyecto	Aire Acondicionado
Información	Línea de líquido

Sistema de datos	
Refrigerante	R407C
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de líquido con o sin cambio de fase
Tamaño tubería rec.	28.0 (25.7)
Velocidad tubería rec.	1.00 m/s

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	100
Línea de caudal másico	kg/h	2076
Temperatura de Evaporación	°C	5.00
Presión de Evaporación	bar	6.57
Temperatura de Condensación	°C	35.0
Presión de Condensación	bar	15.2
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	8.67
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	30.0

Diagrama					
					
Cu-TUBH-1 ...	SVA32 stra...	DML 309s	SVA32 stra...	GBC28S	FA20
					
EVR25	AKV15-4				



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

Página 2/3

1. Componente: Cu-TUBH-1 1/8-ANSI Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN28
Conexiones nominales (pulg)		1 1/8
Longitud de tubería	m	1.00
dp max. carga	bar	0.00365
dt max. carga	K	0.00950
Velocidad máxima	m/s	1.03
2. Componente: SVA32 straight Válvula de cierre, paso recto		
Conexiones nominales (mm)		DN32
Conexiones nominales (pulg)		1 1/4
dp max. carga	bar	0.00436
dt max. carga	K	0.0113
3. Componente: DML 309s Filtro deshidratador		
Conexiones nominales (mm)		DN28
Conexiones nominales (pulg)		1 1/8
dp max. carga	bar	0.153
dt max. carga	K	0.401
4. Componente: SVA32 straight Válvula de cierre, paso recto		
Conexiones nominales (mm)		DN32
Conexiones nominales (pulg)		1 1/4
dp max. carga	bar	0.00436
dt max. carga	K	0.0114
5. Componente: GBC28S Válvula de cierre, paso recto		
Conexiones nominales (mm)		DN28
Conexiones nominales (pulg)		1 1/8
dp max. carga	bar	0.00141
dt max. carga	K	0.00369



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

Página 3/3

6. Componente: FA20 Filtro		
Conexiones nominales (mm)		DN20
Conexiones nominales (pulg)		1
dp max. carga	bar	0.0590
dt max. carga	K	0.155

7. Componente: EVR25 Válvula solenoide		
Conexiones nominales (mm)		DN28
Conexiones nominales (pulg)		1 1/8
dp max. carga	bar	0.0387
dt max. carga	K	0.102

8. Componente: AKV15-4 V. Expansión electrónica		
Conexiones nominales (mm)		DN28
Conexiones nominales (pulg)		1 1/8
Info carga max.		92.2%
dp max. carga	bar	8.41
dt max. carga	K	29.3



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

Página 1/2

Fecha proyecto	
Fecha	07.04.2014
Archivo	Línea de aspiración
Proyecto	Aire Acondicionado
Información	Línea de descarga

Sistema de datos	
Refrigerante	R407C
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de descarga
Tamaño tubería rec.	32.0 (31.3)
Velocidad tubería rec.	m/s 15.0

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	100
Línea de caudal másico	kg/h	2065
Temperatura de Evaporación	°C	5.00
Presión de Evaporación	bar	5.37
Temperatura de Condensación	°C	35.0
Presión de Condensación	bar	13.3
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Temperatura gas caliente	°C	57.6
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.275
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.786

Diagrama	
Cu-TUBH-1 ...	NRVA32



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

Página 2/2

1. Componente: Cu-TUBH-1 3/8-ANSI Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN35
Conexiones nominales (pulg)		1 3/8
Longitud de tubería	m	1.00
dp max. carga	bar	0.0186
dt max. carga	K	0.0527
Velocidad máxima	m/s	14.4

2. Componente: NRVA32 Válvula de retención		
Conexiones nominales (mm)		DN32
Conexiones nominales (pulg)		1 1/4
dp max. carga	bar	0.256
dt max. carga	K	0.733



Universidade da Coruña



“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE”

ANEXO IV: INSTALACIÓN ELÉCTRICA EXISTENTE



Universidade da Coruña

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **SEPTIEMBRE 2014**

AUTOR: Amable García Castiñeira

Fdo.:

ÍNDICE ANEXO IV: Instalación eléctrica existente

1. INTRODUCCIÓN	125
2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	125
2.1. Cuadro secundario de climatización	125
2.2. Cuadro de fuerza	126
2.2.1. Relación de consumidores principales	126
2.3. Cuadro de maniobra	126
2.3.1. Consideraciones generales	126
2.4. Conductores y tubos	126
2.5. Protecciones	127
2.5.1. Protección contra sobrecargas	127
2.5.2. Protección contra sobrecargas	127
2.5.3. Protección contra cortocircuitos	128
2.5.4. Protección contra contactos directos	128
2.5.5. Protección contra contactos indirectos	129
2.6. Red de tierras	130
3. TABLA DE COMPONENTES TÉCNICOS.....	131
4. CARACTERÍSTICAS DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.....	132
4.1. Seccionador.....	132
4.2. Fusibles automáticos	134
4.3. Protecciones magnetotérmicas	134
4.3.1 Protecciones magnetotérmicas de los compresores	134
4.4. Contactores	135
4.4.1. Contactores de los compresores	135
4.5. Relés	137

4.6. Interruptor arranque/paro y selector	140
4.7. Lámparas para iluminación.....	144
4.8. Amperímetro.....	146
4.8. Transformadores	147
5. ESQUEMAS ELÉCTRICOS	149

1. INTRODUCCIÓN

Generalidades:

Corresponde este apartado a las especificaciones de las líneas de alimentación a los equipos que componen la instalación frigorífica: compresores, condensadores, bombas y evaporadores.

La instalación eléctrica existente se ajusta a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias, y en lo referente a la Instrucción IF-12 del Reglamento de Seguridad para Plantas e instalaciones Frigoríficas.

Los circuitos eléctricos de alimentación de los sistemas frigoríficos están instalados de forma que la corriente se establezca independientemente de la alimentación de otras partes de la instalación, y en especial, de la red de alumbrado, dispositivos de ventilación y señales de alarma.

2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La alimentación eléctrica de los nuevos equipos proyectados se realiza desde el cuadro secundario de climatización existente, ubicado en la sala de cuadros eléctricos.

Desde dicho cuadro parten las líneas eléctricas que alimentan a los distintos equipos de aire acondicionado.

2.1. Cuadro secundario de climatización

En el cuadro secundario de distribución existente se dispone de los dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y las de alimentación directa a los receptores. Cerca de cada uno de los interruptores del cuadro está colocada una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

2.2. Cuadros de fuerza

2.2.1. Relación de consumidores principales

La distribución de la red de fuerza se realiza tendiendo líneas desde la línea general hasta cada uno de los cuadros de control de motores que se ubiquen en la instalación. De éstos últimos saldrá un cableado hacia los diferentes equipos.

El sistema de arranque de los motores se realizará teniendo en cuenta la Instrucción MI BT 034 que recomienda la utilización de dispositivos de arranque para evitar puntas de intensidad. **Como la instalación existente el arranque es directo se cambia a estrella triángulo para evitar puntas de intensidad.**

2.3. Cuadros de maniobra

2.3.1. Consideraciones generales

Cada armario eléctrico de cada equipo, dispone, además de las líneas de fuerza y sus elementos de protección, de la aparamentaria necesaria para el control automático del funcionamiento, pulsadores, relés auxiliares, temporizados, indicadores luminosos etc.

2.4. Conductores y tubos

La instalación interior del local está bajo bandeja y tubos protectores no propagadores de llama, cajas de derivación y cable no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida de tensión nominal 450/750V ó 0,6/1kV según esquemas unifilares.

Las conexiones están realizadas en cajas apropiadas de material aislante mediante bornes de conexión constituyendo bloques o regletas de conexión, según la instrucción ITC-BT 021.

El diámetro de los tubos y el radio de los codos es tal que permite la introducción o retirada de los conductores sin perjuicio para su aislamiento o sección.

Los colores de los conductores son negro, marrón y gris para las fases activas; azul para el neutro y amarillo-verde para el conductor de protección.

2.5. Protecciones

2.5.1. Protección contra sobreintensidades

Todo circuito está protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente estando dimensionado para las sobreintensidades previsibles (ITC-BT-22).

En nuestro caso todos los circuitos que lo requieren están protegidos por interruptores automáticos magnetotérmicos, cumpliendo así en la protección de sobrecargas y en la de cortocircuitos.

2.5.2. Protección contra sobrecargas

La intensidad de corriente que admite cada conductor está garantizada por el dispositivo de protección utilizado (ITC-BT-22, punto 1.1.a).

La protección del conductor neutro tiene en cuenta que:

-Como el neutro tiene una sección inferior a los conductores de fase, y puedan proveerse en él, sobrecargas que no hagan actuar los dispositivos de protección destinados exclusivamente a aquellos, tiene colocado un dispositivo de protección general constituido por un interruptor automático de corte omnipolar de tal forma que queda garantizado también el corte del neutro o compensador.

-En el resto de los casos, se admite que la protección del conductor neutro esté convenientemente asegurada por los dispositivos que controlan la corriente en los conductores de fase o polares.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas son utilizados interruptores automáticos con curva térmica de corte.

En el resto de los casos, se admite que la protección del conductor neutro esté convenientemente asegurada por los dispositivos que controlan la corriente en los conductores de fase o polares.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas son utilizados interruptores automáticos con curva térmica de corte.

2.5.3. Protección contra cortocircuitos

En el origen de todo circuito y en los cuadros parciales y generales, como ya se ha dicho, están instalados interruptores automáticos magnetotérmicos cuya capacidad de corte está de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación (ITC-BT-22, punto 1.1.b). También se pueden admitir como dispositivos de protección contra cortocircuitos los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético. En el caso todos los motores estarán protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, siendo ésta última protección de tal naturaleza, que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

Situación de los dispositivos de protección:

Los dispositivos de protección de circuitos están instalados en el origen de éstos, según la Instrucción ITC-BT-17, punto 1.1.

2.5.4. Protección contra contactos directos

Con objeto de proteger a las personas contra los contactos directos de las partes de la instalación normalmente en tensión la instalación fue realizada tomando las siguientes medidas:

Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan que sea imposible un contacto fortuito con las manos, o por la manipulación de objetos conductores, cuando éstos se utilicen habitualmente cerca de la instalación. (ITC-BT-24, punto 3.4.).

Todas las partes activas están debidamente protegidas, por armarios o cajas de derivación que impidan el contacto directo con las partes en tensión. A estos armarios también se les aplica una de las medidas de protección contra contactos indirectos.

2.5.5. Protección contra los contactos indirectos

Con el fin de proteger a las personas contra contactos indirectos con partes de la instalación accidentalmente en tensión, cuando se realizó la instalación se tomaron como medida la puesta a tierra de las masas asociada a un dispositivo de corte automático sensible a la intensidad de defecto que origine la desconexión de la instalación defectuosa. (ITC-BT-24, punto 4.1.).

La instalación emplea como dispositivos asociados de corte automático, los interruptores diferenciales. Estos aparatos provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato, alcanza un valor predeterminado.

El valor mínimo de la corriente, a partir del cual, el interruptor diferencial debe abrir automáticamente en un tiempo conveniente, depende de la instalación a proteger, y determina la sensibilidad del aparato (ITC-BT-24, punto 3.5).

La resistencia a tierra de las masas medida en cada punto de conexión de las mismas debe cumplir:

En los locales secos: $R_t < 50/I_s$.

En los locales húmedos o mojados: $R_t < 24/I_s$.

Siendo I_s el valor de la sensibilidad en amperios del interruptor a utilizar. (ITC-BT-24, punto 3.5.).

Asimismo, dicha instrucción nos dice: "Conviene destacar que los interruptores diferenciales de alta sensibilidad, aportan una protección muy eficaz contra incendios, al limitar a potencias muy bajas las eventuales fugas de energía eléctrica por defecto de aislamiento".

Esta es la causa de disponer de los interruptores diferenciales de alta sensibilidad y de media sensibilidad para fuerza.

Todas las canalizaciones son fijas y su tendido se realizó de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento y localizar las partes averiadas.

Contra los contactos indirectos, la instalación está protegida con relés diferenciales. Todas las partes metálicas de la instalación así como los elementos metálicos que lo precisen se conectaron al circuito de tierra.

2.6. Red de tierras

De acuerdo con la ITC-BT-18, la instalación consta de una red de tierra de todos los elementos metálicos de la instalación, al objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden presentar estas masas.

De las derivaciones de las líneas principales parten los conductores de protección que unen eléctricamente las masas de la instalación. Las secciones de estas últimas se rigen por la Instrucción ITC-BT-19.

3. TABLA DE COMPONENTES TÉCNICOS

Nº	Ct.	Nombre	Tipo
S0	1	Seccionador	Merlin Gerin INS160 3P
F1-2	2	Interruptor de sobrecarga + bloque auxiliar	TELEMECANIQUE GV3-ME80 + GV3-A01 + GV3-A08
F3	1	Fusible automático	Merlin Gerin C60N/D4-2
F4	1	Fusible automático	Merlin Gerin C60N/C4-2
F5-7	3	Fusible automático	Merlin Gerin C60N/C3-2
KM1,2	2	Contacto principal + bloque auxiliar	TELEMECANIQUE LC1-D65P7 + LAD-DN31
K1,4	2	Relé auxiliar	TELEMECANIQUE CAD-50P7
K2,5,9	3	Relé auxiliar	TELEMECANIQUE CAD-32P7
K3,6,7,8	4	Relé auxiliar + bloque de tiempo	TELEMECANIQUE CAD-32P7+ LAD-T4
Sh1-2	2	Interruptor arranque/paro	TELEMECANIQUE ZB4-BW823743 + ZB4-BW0M35
S1	1	Interruptor selector	TELEMECANIQUE XB4-BD25 + ZBE101 + ZBE102
H1-2	2	Señal lámpara calentador del cárter	TELEMECANIQUE XB4-BVM6
H3,6	2	Lámpara de alarma	TELEMECANIQUE XVL-A124
H4,7	2	STANDBY LÁMPARA	TELEMECANIQUE XVL-A125
H5,8	2	Lámpara de corte de baja	TELEMECANIQUE XVL-A124
H4,7	2	STANDBY LÁMPARA	TELEMECANIQUE XVL-A125
H9	1	Lámpara de no demanda de refrigeración	TELEMECANIQUE XVL-A125
Hr1-2	2	Contador de horas	TELEMECANIQUE BW 40
A1-2	2	Amperímetro	DEIF EQ 48/100/5A

Tr1-2	2	Transformador	DEIF EQ 62/30 100/5A
Tr3	1	Transformador	NORATEL SU 120C
Tr4	1	Transformador	NORATEL lf24-2
1-2P1	2	Dispositivo de corte de alta (Presostato de alta)	DANFOSS KP-5 W/RESET
1-2P2	2	Dispositivo de corte de aceite	DANFOSS MP-55 W/RESET
1-2P3	2	Dispositivo de corte de baja (Presostato de baja)	DANFOSS KP-1
1-2P4	2	Dispositivo de corte y capacidad	DANFOSS KP-2
1-2R1	2	Elemento calefactor del compresor	BOCK 140W
1-2R2	1	Elemento calefactor motor compresor	ATB 25W
T1	1	Termostato (2 grados)	PENN A28QA- 9119

Tabla 3.1 -Componentes de la instalación eléctrica

4. CARACTERÍSTICA TÉCNICAS DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN

4.1. Seccionador:

- **(S0):** Seccionador **Merlin Gerin INS160 3P**



Figura 4.1.1 - Seccionador Merlin Gerin INS160 3P

Ventajas:

Al adaptarse a una gran cantidad de aplicaciones de baja tensión, los interruptores-seccionadores Interpact INS/INV ofrecen toda la **seguridad** que el usuario necesita.

Diseñada para un rendimiento y una seguridad máxima, esta gama global y homogénea funciona con los accesorios de conexión que comparte con la gama

Compact NS.

Los interruptores-seccionadores Interpackt INS/INV efectúan el control y la desconexión de los circuitos de distribución eléctrica.

- Mando frontal y lateral (hasta INS250) de serie
- Inversor monobloc
- Indicación remota gracias a contactos auxiliares
- Accesorios en común con la gama de interruptores automáticos Compact NS
- Cumplimiento de las normas internacionales IEC 60947-1 y -3, UL489 (hasta 400 A), VDE 660 y 113, CNOMO.

Características Seccionador Merlin Gerin INS160 3P	
Tensión asignada de empleo	690 V
Corriente nominal	de 40 a 2500 A
Resistencia a los impulsos de tensión	8 kV
Montaje	En perfil
Nº de polos	3
Tª de funcionamiento máxima	60 °C
Tipo de corte de seccionamiento	con corte plenamente aparente (gama INS)

Tabla 4.1.1 - Características del seccionador Merlin Gerin INS160 3P

4.2. Fusibles automáticos:

- **(F3): Fusible automático Merlin Gerin C60N**

Los interruptores automáticos combinan las siguientes funciones:

- La protección de los circuitos contra cortocircuitos corrientes,
- La protección de los circuitos contra sobrecargas corrientes,
- Control,
- Aislamiento,
- La protección de las personas contra indirecta contacto.

Circuito de potencia

-Tensión nominal: 240/415 V AC

- 2P 240/480V sola fase

- Cable de accionamiento guías de centrado aseguran posiciones correctas de cables y cadena agrupación

-Aislamiento con indicación de contacto

-clip de din biestable, simplifica el desmontaje

Además también lleva otro fusible automático **Merlin Gerin C60N/C4-2** y otros 3 **Merlin Gerin C60N/C3-2 (F-4 Y F5-7)**.

4.3. Protecciones magnetotérmicas:

4.3.1. Protecciones magnetotérmicas de los compresores:

- **(F1-2):** (Interruptor de sobrecarga + bloque auxiliar). La instalación consta de 2 disyuntores motor marca Telemecanique, modelo GV3-ME 80, uno por cada compresor, para la protección de éstos. Cada disyuntor motor GV3-ME 80, lleva incorporado un contacto auxiliar Telemecanique GV3-A01 y otro GV3-A08, que será del tipo NC/NO (Normalmente cerrado /Normalmente abierto), para el control de la señalización de avería.



Figura 4.3.1.1 - Disyuntor Telemecanique GV3-ME 80

Características disyuntor Telemecanique, modelo GV3-ME 80	
Número de polos	3P
Capacidad de corte en cortocircuito	100 kA
Rango de corriente	80A
Rango de voltaje	690V
Longitud	120mm
Ancho	61mm
Profundidad	113mm

Tabla 4.3.1.1 - Características del disyuntor Telemecanique GV3-ME 80

4.4. Contactores

4.4.1. Contactores de los compresores:

- **(KM1,2): Contactor principal + bloque auxiliar: SCHNEIDER ELECTRIC / TELEMECANIQUE - LC1D65P7 - CONTACTOR, 37KW, 230VAC**

La instalación consta de dos contactores principales telemecanique LC1D65P7. Uno por cada compresor. **CONTACTOR, 37KW, 230VAC**



Figura 4.4.1.1 - Contactor TELEMECANIQUE LC1-D65P7

Características contactor TELEMECANIQUE LC1-D65P7	
Tensión de funcionamiento	230VAC
Unidad de potencia	AC3: 37kW
Cambio AC1 actual:	80A
Cambio AC3 actual:	65A
Número de polos	3
Configuración de los contactos	DPCO
Montaje del relé	Rail DIN
Voltaje de la bobina VAC	230V
Profundidad	119mm
Longitud	127mm
Ancho	75mm
Tª de funcionamiento máxima	60°C

Tabla 4.4.1.1 - Características del contactor TELEMECANIQUE LC1-D65P7

Además lleva 2 contactores auxiliares telemecanique.

Cada contactor Telemecanique LC1-D25 P7, llevará incorporado un contactor auxiliar Telemecanique LAD-DN31., que consta de 2 contactos del tipo NO (normalmente abiertos), para el control de la puesta en marcha de la válvula solenoide.



Figura 4.4.1.2 - Contactor auxiliar Telemecanique LAD-DN31

4.5. Relés:

- (K1,4): La instalación consta de 2 Relés auxiliares: **TELEMECANIQUE CAD-50P7.**



Figura 4.5.1 - Relé TELEMECANIQUE CAD-50P7

Características Relé TELEMECANIQUE CAD-50P7	
Configuración Normal del Estado	5 NA
Corriente Nominal de los Contactos	10 A
Longitud	77mm
Número de Polos	5
Profundidad	86mm
Temperatura de Funcionamiento Máxima	+60°C
Temperatura de Funcionamiento Mínima	-5°C
Tensión de la Bobina	230 Vac
Tensión Nominal de los Contactos	690 Vac
Tipo de Terminal	Abrazadera de tornillo
Anchura	45mm

Tabla 4.5.1 - Características del relé TELEMECANIQUE CAD-50P7

- **(K2,5,9):** Además lleva tres Relés auxiliares **TELEMECANIQUE CAD-32P7:**



Figura 4.5.2 - Relé TELEMECANIQUE CAD-32P7

Características Relé auxiliar TELEMECANIQUE CAD-32P7	
Configuración Normal del Estado	5 NA
Corriente Nominal de los Contactos	10 A
Longitud	77mm
Número de Polos	5
Profundidad	86mm
Temperatura de Funcionamiento Máxima	+60°C
Temperatura de Funcionamiento Mínima	-5°C
Tensión de la Bobina	230 Vac
Tensión Nominal de los Contactos	690 Vac
Tipo de Terminal	Abrazadera de tornillo
Anchura	45mm

Tabla 4.5.2 - Características del Relé TELEMECANIQUE CAD-32P7

- **(K3,6,7,8):** También consta de otros cuatro relés auxiliares **TELEMECANIQUE CAD-32P7** con bloque de tiempo **LAD-T4**.



Figura 4.5.3 - Bloque de tiempo TELEMECANIQUE LAD-T4

Características bloque de tiempo TELEMECANIQUE LAD-T4	
Configuración Normal del Estado	NA/NC
Corriente Nominal de los Contactos	10 A
Estilo de Montaje	Montaje frontal
Función de Temporización	Analógico (Retardo ON)
Número de Contactos	2
Número de Rangos del Temporizador	1
Rango de Temporización	10 → 180s
Temperatura de Funcionamiento Máxima	+60°C
Temperatura de Funcionamiento Mínima	-5°C
Tensión Nominal de los Contactos	690 V
Tipo de Terminal	Abrazadera de tornillo

Tabla 4.5.3 - Características del bloque de tiempo TELEMECANIQUE LAD-T4

4.6. Interruptor arranque/paro y selector

- (Sh1-2) El Interruptor arranque/paro es un **TELEMECANIQUE ZB4-BW823743 + ZB4-BW0M35**

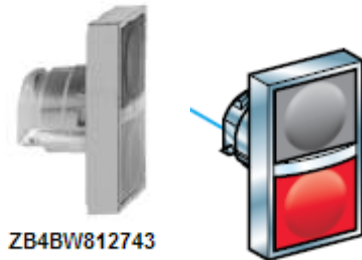


Figura 4.6.1 - Interruptor arranque/paro TELEMECANIQUE ZB4-BW823743

CABEZAS BOTONES OPERADORES DOBLES

Características TELEMECANIQUE ZB4-BW823743	
Color piloto	Incoloro
1 pulsador rasante	(marcado " I ")
1 Piloto luminoso central	
1 Pulsador rasante	(marcado " O ")

Tabla 4.6.1 - Características TELEMECANIQUE ZB4-BW823743

CUERPOS PARA SELECTOR ILUMINADO

Características TELEMECANIQUE ZB4-BW0M35	
Diámetro	<i>22.5mm</i>
Tensión de alimentación	220-240 Volts
Color	Verde
Tipo de Contacto	Normalmente abierto
Max. Tª operación	70 °C
Min. Tª operación	-25°C

Tabla 4.6.2 - Características TELEMECANIQUE ZB4-BW0M35



Figura 4.6.2- TELEMECANIQUE ZB4-BW0M35

- **(S1):** El Interruptor selector es un **TELEMECANIQUE XB4-BD25 + ZBE101 + ZBE102**

Es un interruptor seccionador Telemecanique XB4-BD25 de tipo tripolar, para la interrupción de la alimentación de toda la instalación, con mecanismo de bloque de apertura de cuadro eléctrico.



Figura 4.6.3 - Selector TELEMECANIQUE XB4-BD25

Características selector TELEMECANIQUE XB4-BD25	
Tipo de contacto	NO/NC
Intensidad máxima	10 A
Número de posiciones	2
Voltaje máximo	600 V ac
Tipo de terminal	Abrazadera de tornillo
Tipo de actuador	Palanca

Tabla 4.6.3 - Características del selector TELEMECANIQUE XB4-BD25

- **(ZBE101): Bloque de contactos.**



Figura 4.6.4 - Bloque de contactos TELEMECANIQUE ZBE101

Características Bloque de contactos TELEMECANIQUE ZBE101	
N. ° de polos	1
Tensión de contacto DC máximo	600V
Tipo de terminal	Tornillo
Capacidad de corriente	4A
Temperatura de funcionamiento máxima	70°C
Temperatura de funcionamiento Min	-25°C
Configuración de los contactos	1NA
Ancho	43mm
Largo	46,5mm
IP/Clasificación NEMA	IP66

Tabla 4.6.4 - Características del bloque de contactos TELEMECANIQUE ZBE101

- **(ZBE102): Bloque de contactos.**



Figura 4.6.5 - Bloque de contactos TELEMECANIQUE ZBE103

Características Bloque de contactos TELEMECANIQUE ZBE102	
N. ° de polos	1
Tensión de contacto DC y AC máximo	600V
Intensidad de contacto máxima	10mA
Tipo de terminal	Tornillo
Capacidad de corriente	4A
Temperatura de funcionamiento máxima	70°C
Temperatura de funcionamiento Min	-25°C
Configuración de los contactos	1NC
Ancho	43mm
Largo	46,5mm
IP/Clasificación NEMA	IP66

Tabla 4.6.5 - Características del bloque de contactos TELEMECANIQUE ZBE103

4.7. Lámparas para iluminación:

- **(H1-2):** Tiene dos lámparas para la señal del calentador del cárter **TELEMECANIQUE XB4-BVM6**.



Figura 4.7.1 - Lámpara TELEMECANIQUE XB4-BVM6

Características TELEMECANIQUE XB4-BVM6	
Color	Azul
Forma del indicador	redonda
Tipo de lámpara	LED
Recorte diámetro	22mm
Tensión nominal	240 V ac
Corriente nominal	0,27 (cc) A, 3 (ac) A
Montaje	En panel
Material indicador	Metal
Clasificación	IP IP66
Tipo de terminal	Abrazadera de tornillo

Tabla 4.7.1 - Características de la lámpara TELEMECANIQUE XB4-BVM6

- **(H3,6) y (H5,8):** Tiene tres lámparas de alarma **TELEMECANIQUE XVL-A124** y otras dos iguales para corte de baja.



Figura 4.7.2- Lámpara TELEMECANIQUE XVL-A124

Características lámpara TELEMECANIQUE XVL-A124	
Color	Rojo
Tipo de lámpara	LED
Tensión nominal	12 V
Rango de corriente	18 mA
Montaje	En panel
Tipo de terminal	Abrazadera de tornillo
Estilo Bisel	Empotrado
Color bisel	Negro
Tipo de terminación	Pestaña

Tabla 4.7.2 - Características de la lámpara TELEMECANIQUE XVL-A124

- **(H4,7) y (H9):** Tiene cuatro lámparas standby, y una lámpara de no demanda de refrigeración de la marca y modelo **TELEMECANIQUE XVL-A125**.



Figura 4.7.3 - Lámpara TELEMECANIQUE XVL-A125

Características lámpara TELEMECANIQUE XVL-A125	
Luz	amarillo
Tipo de lámpara	LED
tensión de alimentación nominal	12 V
Protección de la polaridad inversa	Diodo interno
Grado de protección IP	IP 40 según IEC 60529; IP40 según NF C 20-010
Color bisel	Negro
Tipo de protección	resistencia de lastre integral
Diámetro de montaje	8mm

Tabla 4.7.3 - Características de la lámpara TELEMECANIQUE XVL-A125

4.8. Amperímetro

- **(A1-2):** El amperímetro utilizado es un **DEIF EQ 48/100/5A.**

La EQ se aplica para medir corrientes CA y los voltajes de CA, ajustados por otras gamas de frecuencia 16... 65 Hz. Instrumentos de ecualización miden RMS real.

Rango de medida: 1mA..600mA, 4...20mA



Figura 4.8.1- Amperímetro DEIF EQ 48/100/5A.

4.9. Transformadores

- (Tr3): Transformador NORATEL SU 120C.



Figura 4.9.1 - Transformador NORATEL SU 120C.

Aplicación: Abierta aislamiento-/control-transformador monofásico diseñado y probado de acuerdo a EN61558-2-4. Separa, aislada bobinados y protege contra el polvo, la humedad y la corrosión por impregnación completa en calor templado barniz. Producido de acuerdo con DNV, Lloyds Register of Shipping y reglamentos de Bureau Veritas, que incluyen 45 ° C de temperatura ambiente.

Características Transformador NORATEL SU 120C	
Tipo	SUS120C-500230
Fases	1
Tensión primario	500-525 V
Frecuencia	47-63 Hz
Tensión secundario	230 V
Corriente	2,18 A
Potencia	500 VA
Dimensiones	100x120x155 mm
Peso	6,6 kg
Grado de protección	IP00

Tabla 4.9.1 - Transformador NORATEL SU 120C

- **(Tr4): Transformador NORATEL lf24-2.**



Figura 4.9.2 - Transformador NORATEL lf24-2

Aplicación: Cortocircuito de seguridad a prueba de transformador de aislamiento para la instalación de iluminación de 12V. Diseñado y probado según la norma EN61558-2-6. Marcado CE. Devanados separados, moldeado de poliuretano y plástico encapsulados. Clase de aislamiento II, doble aislamiento. A prueba de cortocircuitos y protegido contra sobrecargas por un fusible de tubo de vidrio y / o interruptor de circuito en miniatura. Totalmente regulable con reguladores diseñados para cargas de transformadores.

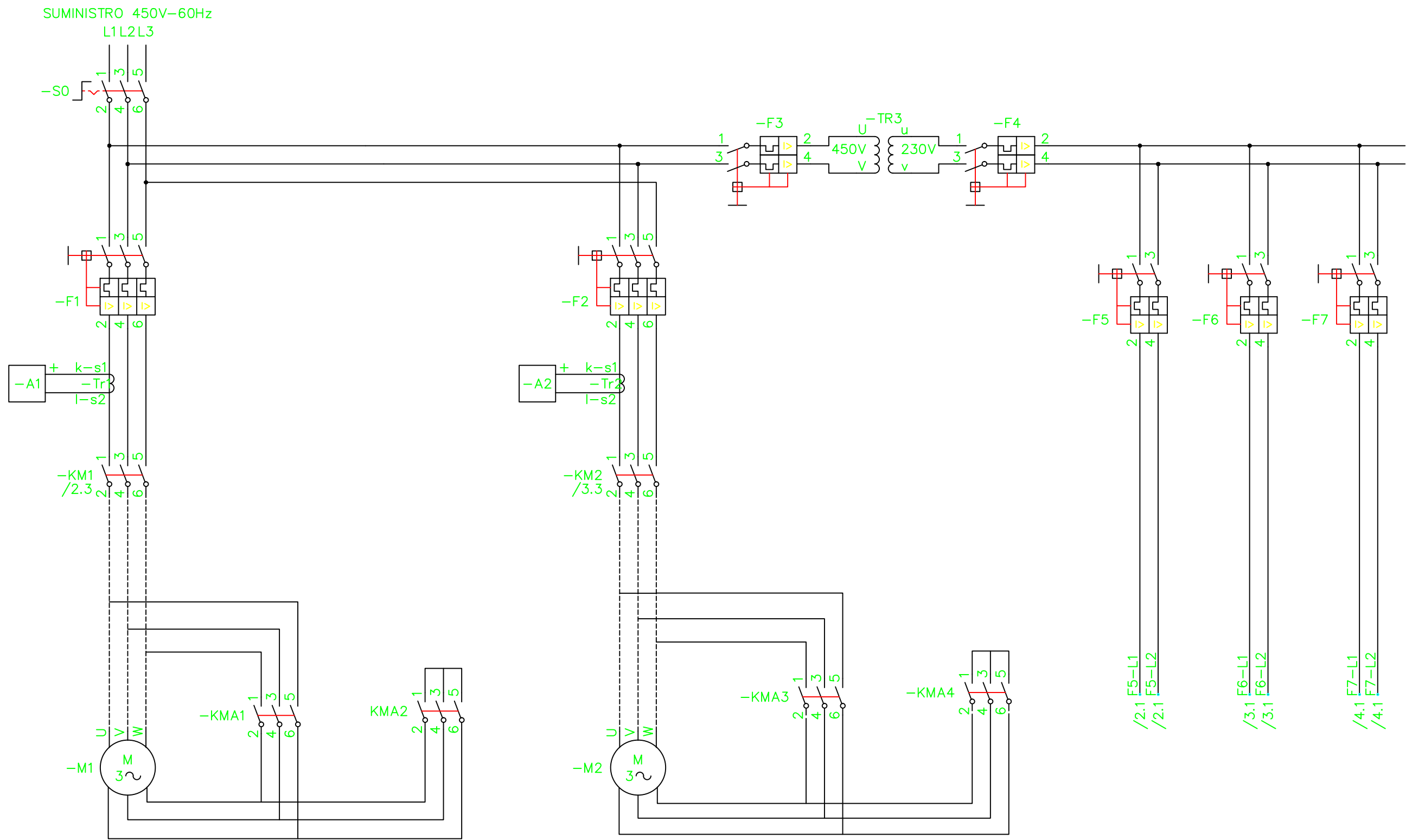
Características Transformador NORATEL lf24-2	
Tipo	LF 24-2
Fases	1
Tensión primario	230-250 V
Frecuencia	47-63 Hz
Tensión secundario	11,5 V
Corriente	2,0 A
Potencia	24 W
Dimensiones	73x124x61 mm
Peso	1,1 kg
Grado de protección	IP44

Tabla 4.9.2 - Características del Transformador NORATEL lf24-2

Además de estos dos transformadores también hay otro de la marca **DEIF EQ 62/30 100/5A (Tr1-2)**.

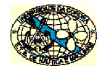
Los demás componentes de la tabla (presostatos y el termostato) se especifican en el anexo de selección de los componentes, los elementos calefactores vienen incluidos en el compresor y el motor.

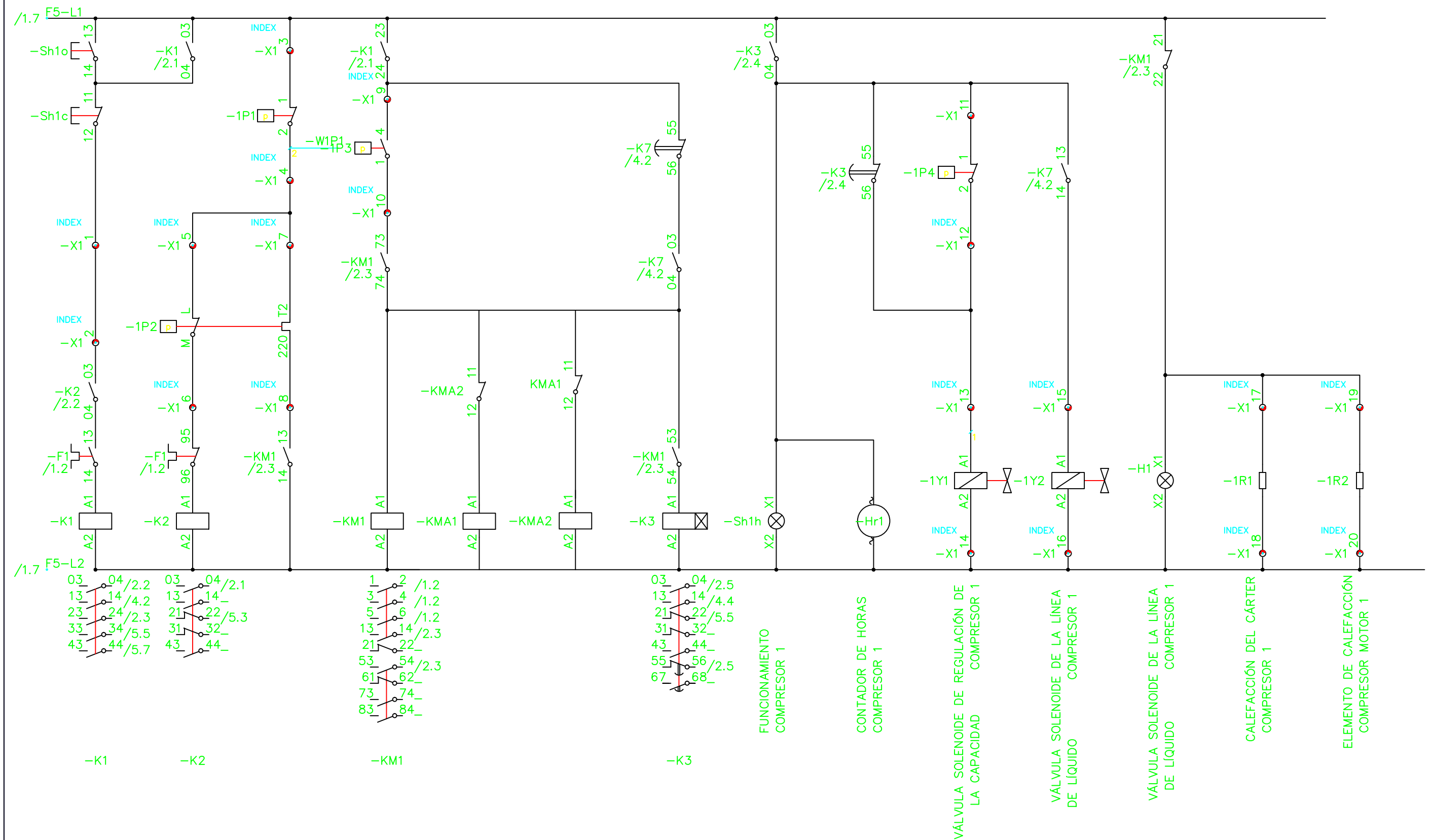
5. ESQUEMAS ELÉCTRICOS






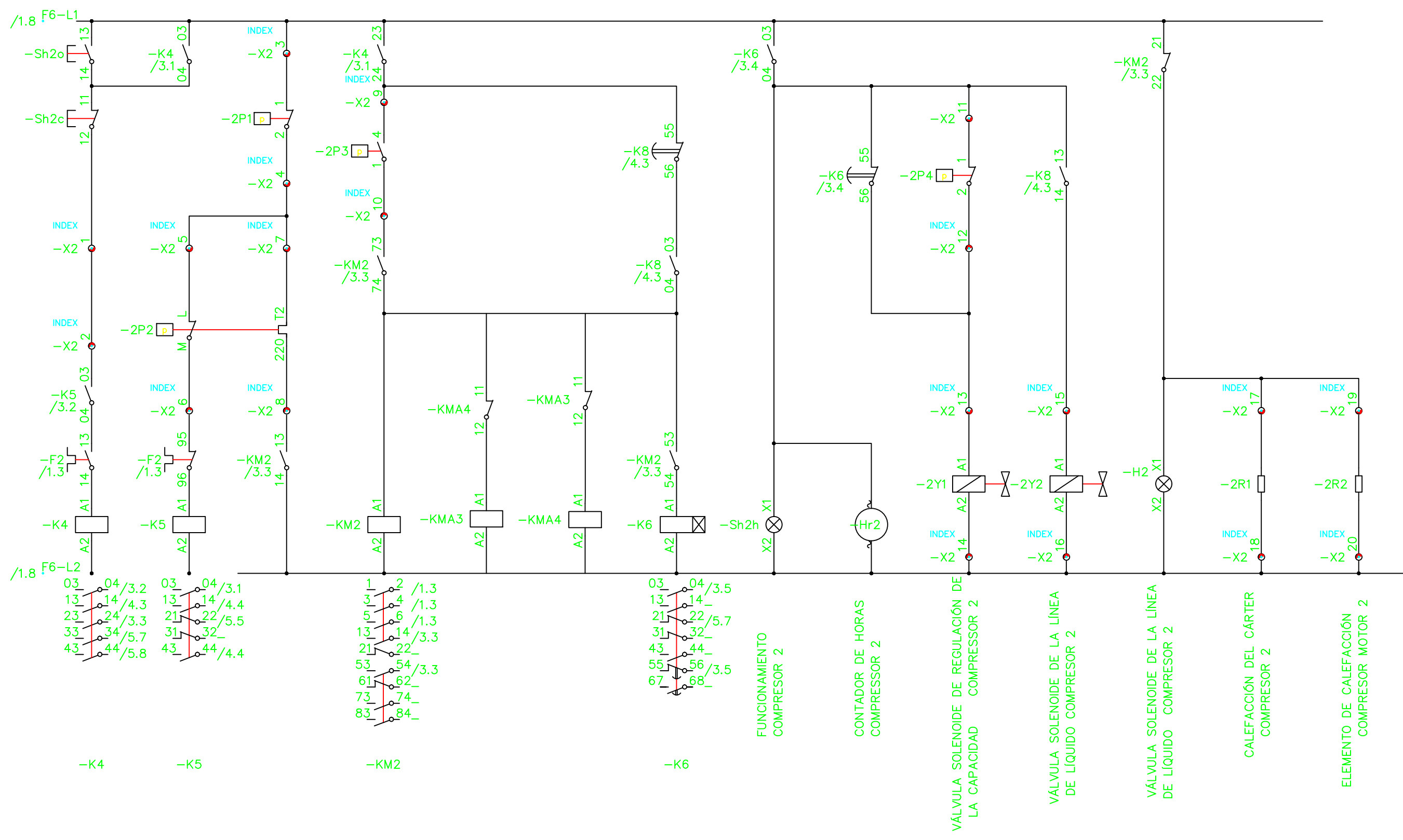
COMPRESOR 1
 MOTOR: -----
 SIZE: 36KW, 61,5A, 450V-60Hz




COMPRESOR 2
 MOTOR: -----
 SIZE: 36KW,61,5A, 450V-60Hz

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA 		PROYECTO FIN DE GRADO TFG/GEM/E-36-14
Proyecto de: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE		Fecha: SEPTIEMBRE-2014
Esquema de: ESQUEMA ELÉCTRICO DE FUERZA		Escala: NTS
Autor: AMABLE GARCÍA CASTIÑEIRA	Firma: 	N° Esquema: 1



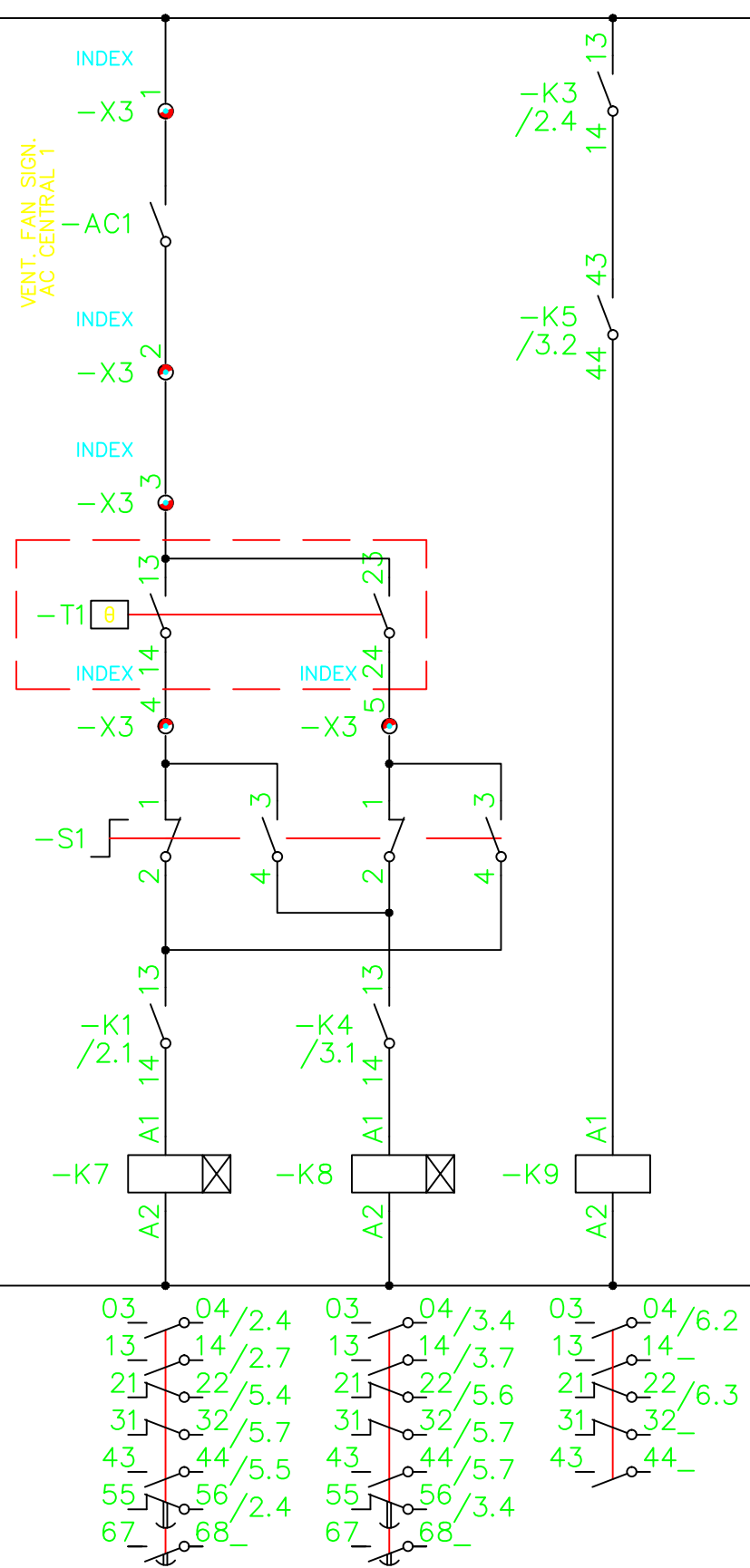
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA 		PROYECTO FIN DE GRADO TFG/GEM/E-36-14
Proyecto de: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE		Fecha: SEPTIEMBRE-2014
Esquema de: ESQUEMA ELÉCTRICO DE MANIOBRA COMPRESOR 1		Escala: NTS
Autor: AMABLE GARCÍA CASTIÑEIRA	Firma: 	N° Esquema: 2



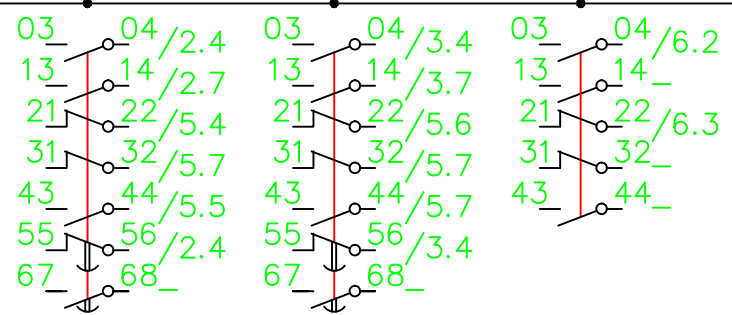
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA 		PROYECTO FIN DE GRADO TFG/GEM/E-36-14
Proyecto de: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE		Fecha: SEPTIEMBRE-2014
Esquema de: ESQUEMA ELÉCTRICO DE MANIOBRA COMPRESOR 2		Escala: NTS
Autor: AMABLE GARCÍA CASTIÑEIRA	Firma: 	N° Esquema: 3

/1.9 F7-L1


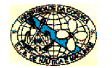
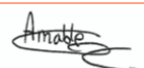
F7-L1 /5.1

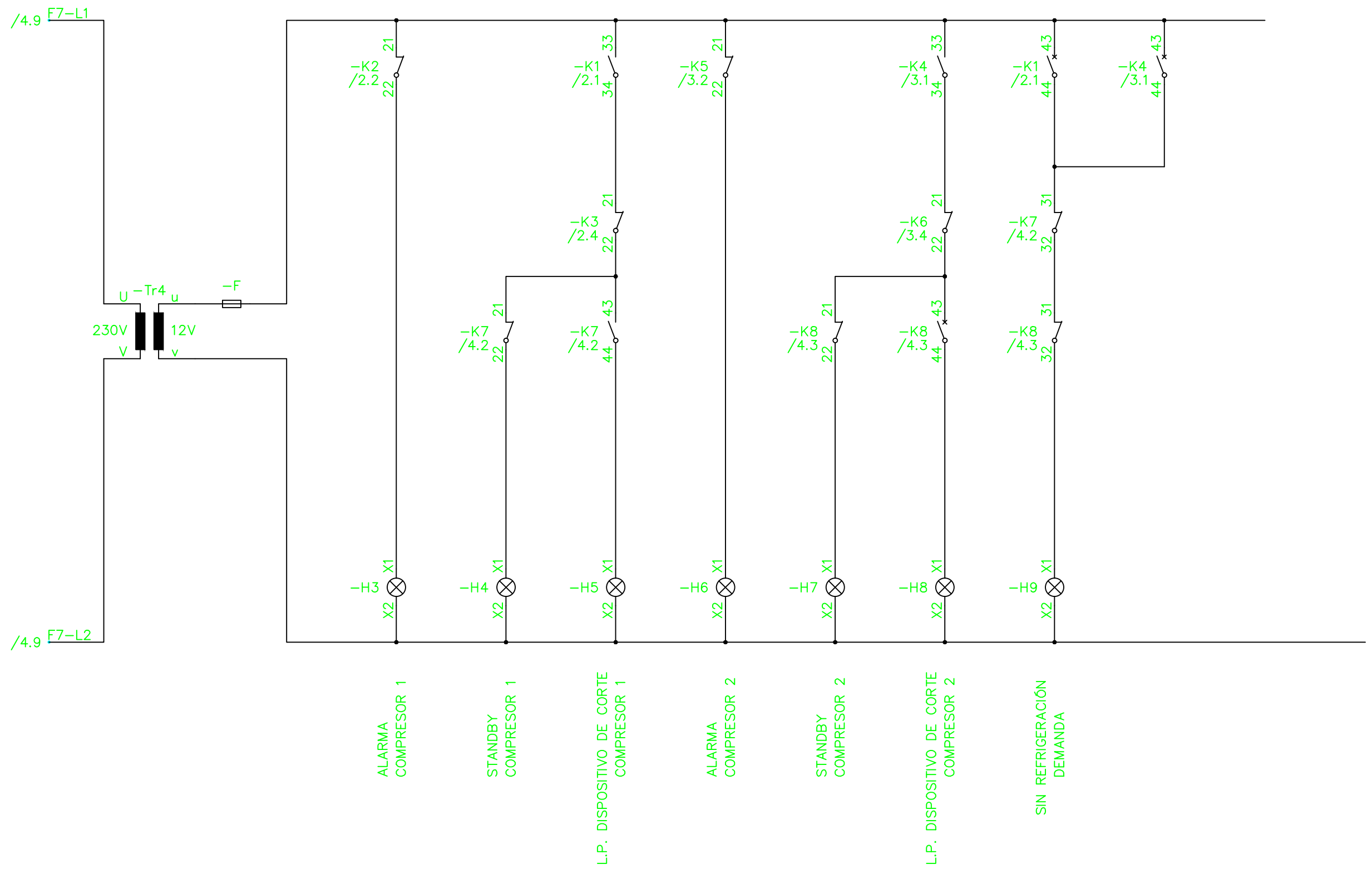





/1.9 F7-L2



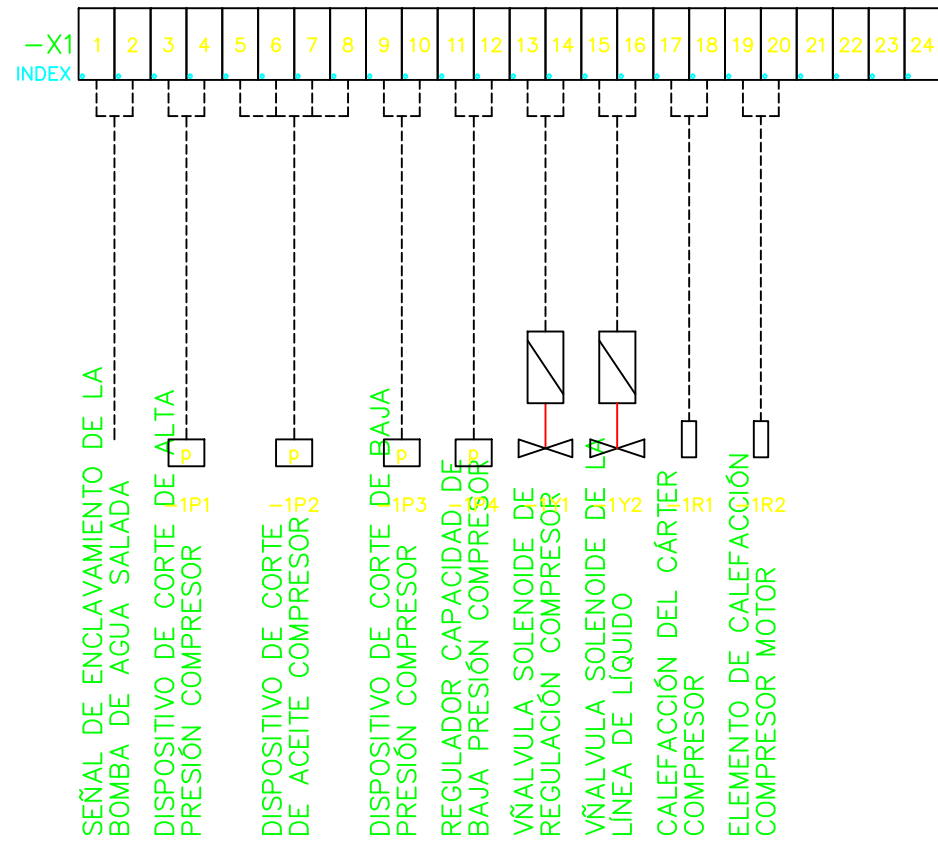
-K7 -K8 -K9

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA 		PROYECTO FIN DE GRADO TFG/GEM/E-36-14
Proyecto de: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE		Fecha: SEPTIEMBRE-2014
Esquema de: ESQUEMA DE MANIOBRA RELÉS		Escala: NTS
Autor: AMABLE GARCÍA CASTIÑEIRA	Firma: 	N° Esquema: 4

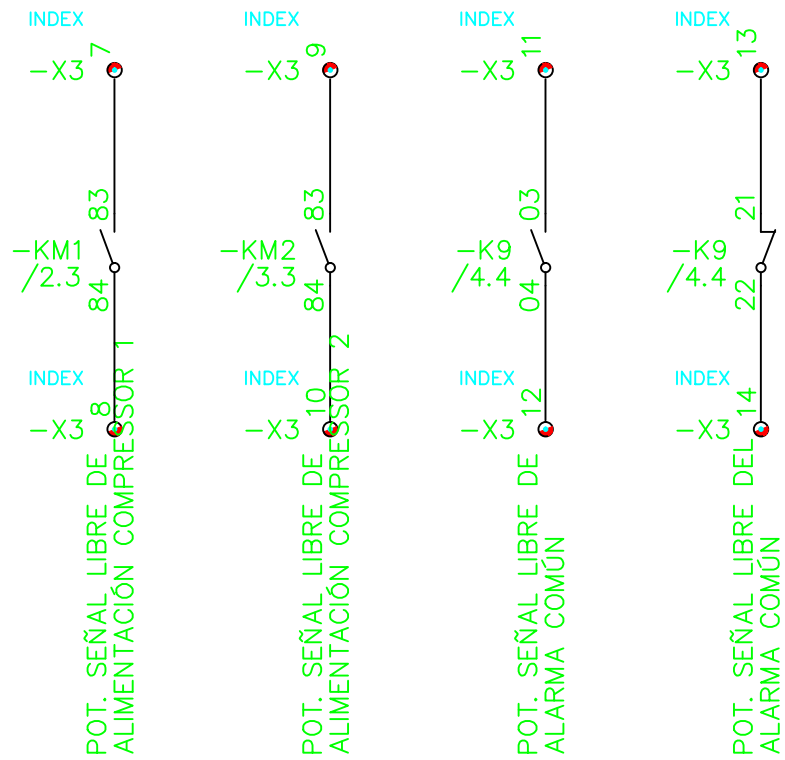
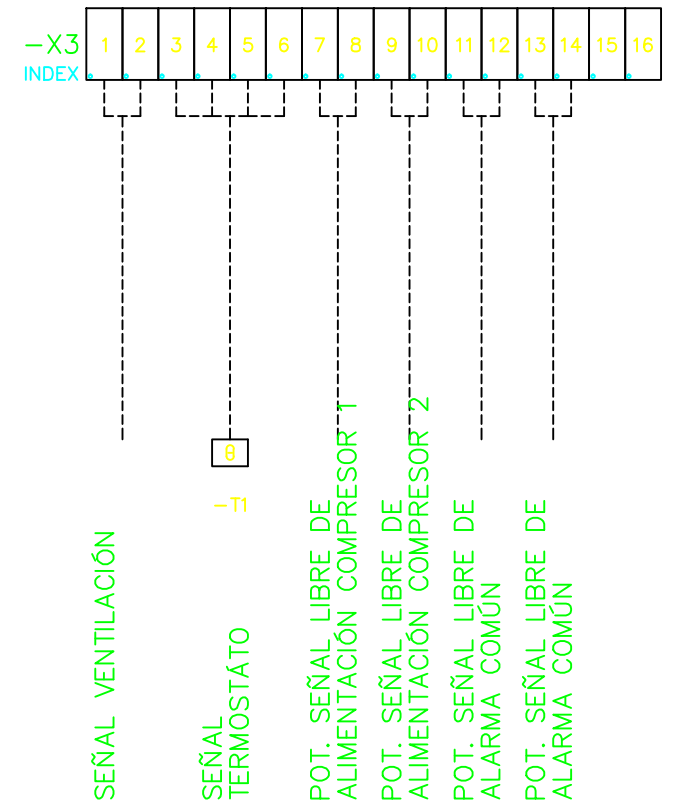
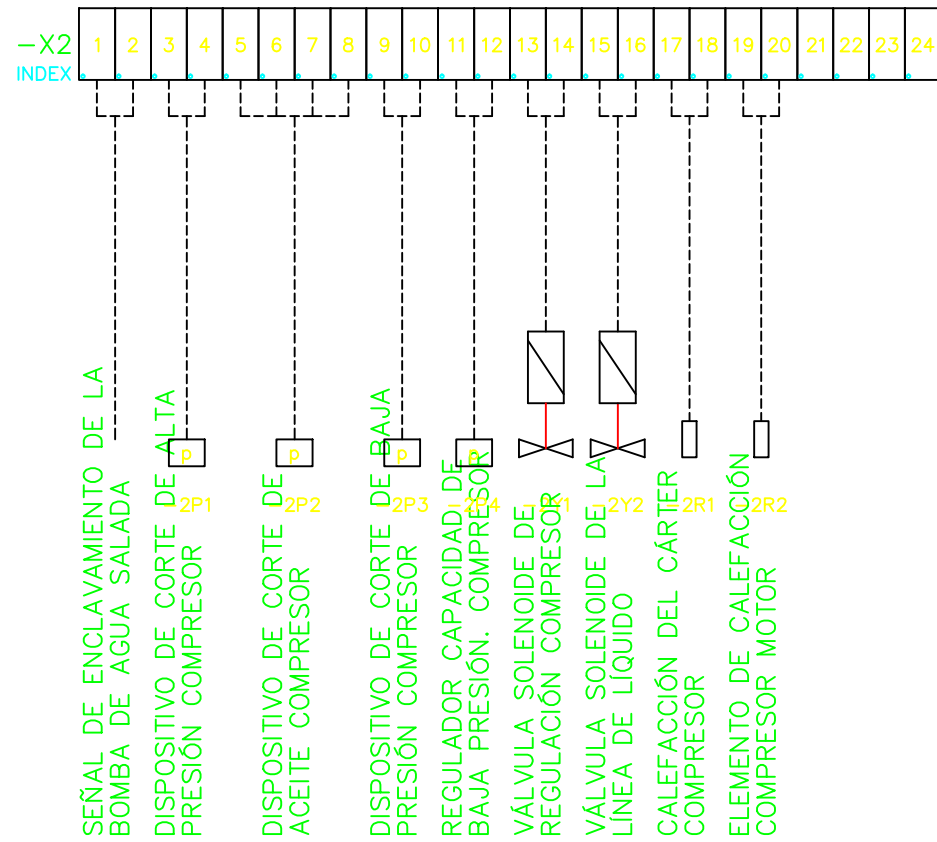





 UNIVERSIDADE DA CORUÑA 		PROYECTO FIN DE GRADO TFG/GEM/E-36-14
Proyecto de: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE		Fecha: SEPTIEMBRE-2014
Esquema de: ESQUEMA ELÉCTRICO DE MANIOBRA DE SEÑALIZACIÓN		Escala: NTS
Autor: AMABLE GARCÍA CASTIÑEIRA	Firma: 	N° Esquema: 5

COMPRESOR 1



COMPRESOR 2



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA 		PROYECTO FIN DE GRADO TFG/GEM/E-36-14
Proyecto de: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE		Fecha: SEPTIEMBRE-2014
Esquema de: ESQUEMA ELÉCTRICO UNIFILAR BORNERO		Escala: NTS
Autor: AMABLE GARCÍA CASTIÑEIRA	Firma: 	N° Plano: 6



Universidade da Coruña



“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE”

PLANOS



Universidade da Coruña

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

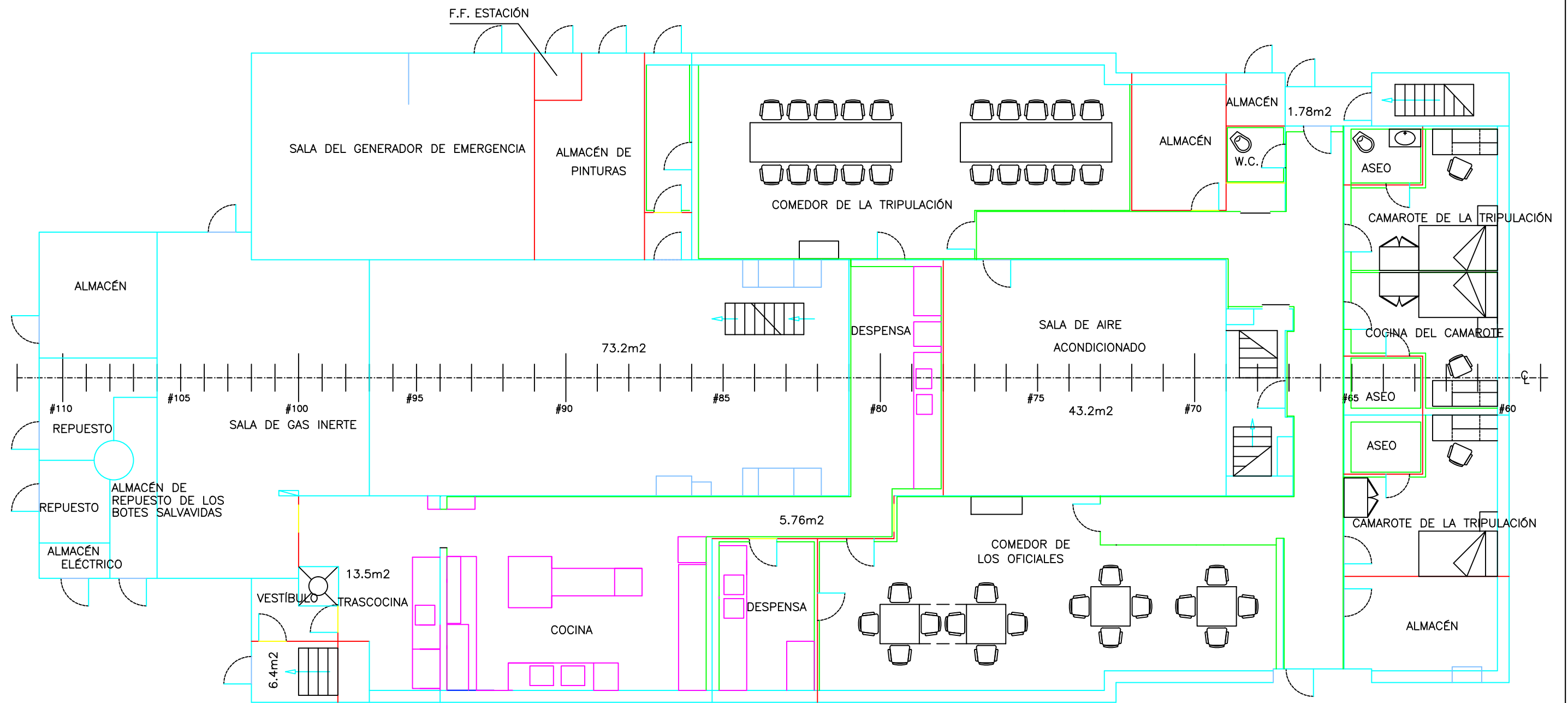
FECHA: **SEPTIEMBRE 2014**

AUTOR: Amable García Castiñeira




Fdo.:

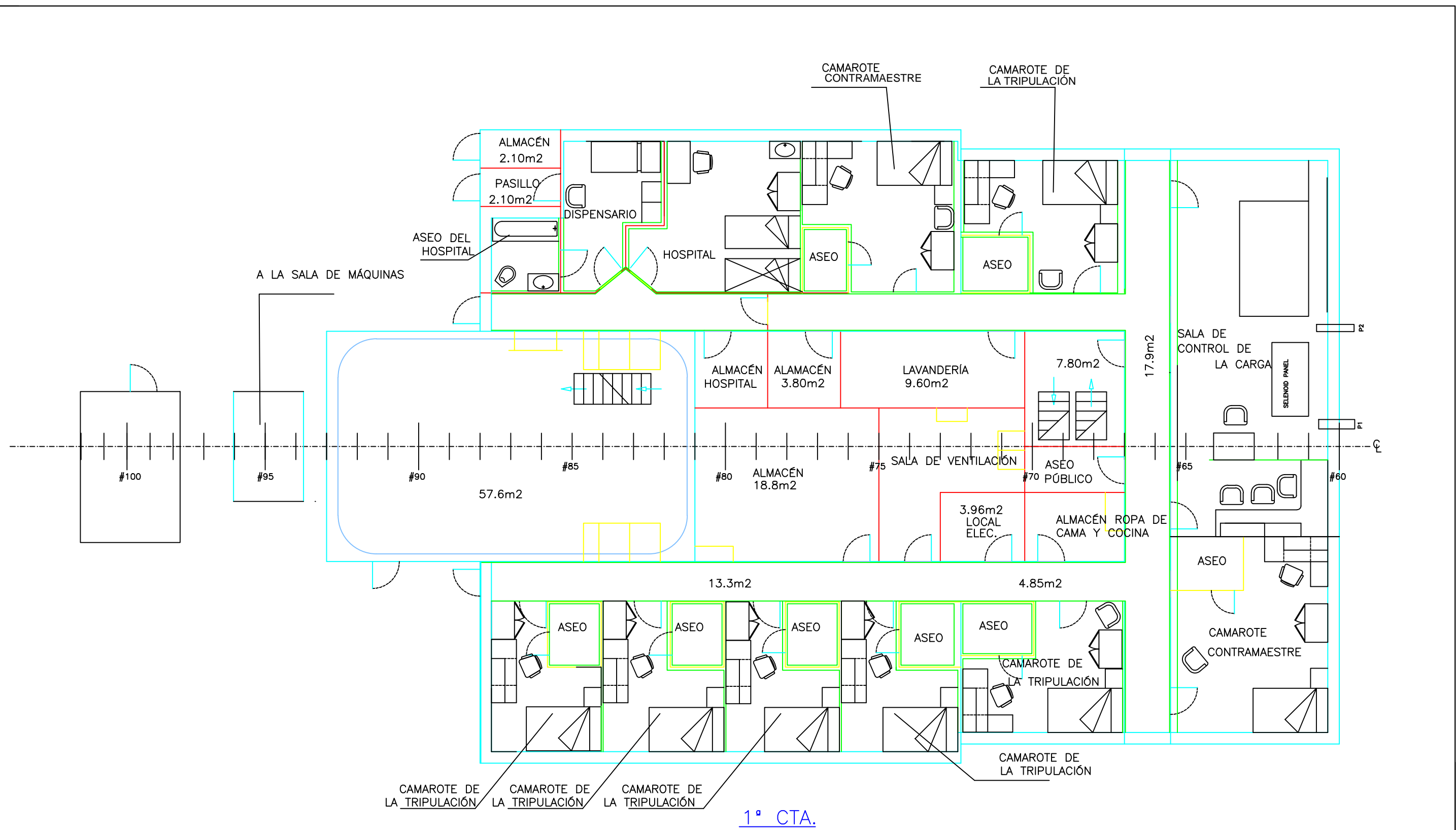
ÍNDICE PLANOS




CUBIERTA PRINCIPAL.....	PLANO Nº1
CUBIERTA Nº1.....	PLANO Nº2
CUBIERTA Nº2.....	PLANO Nº3
CUBIERTA Nº3.....	PLANO Nº4
PUENTE	PLANO Nº5
UPPER DECK.....	PLANO Nº6
INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO	PLANO Nº7
CONJUNTO MOTOR COMPRESOR.....	PLANO Nº8

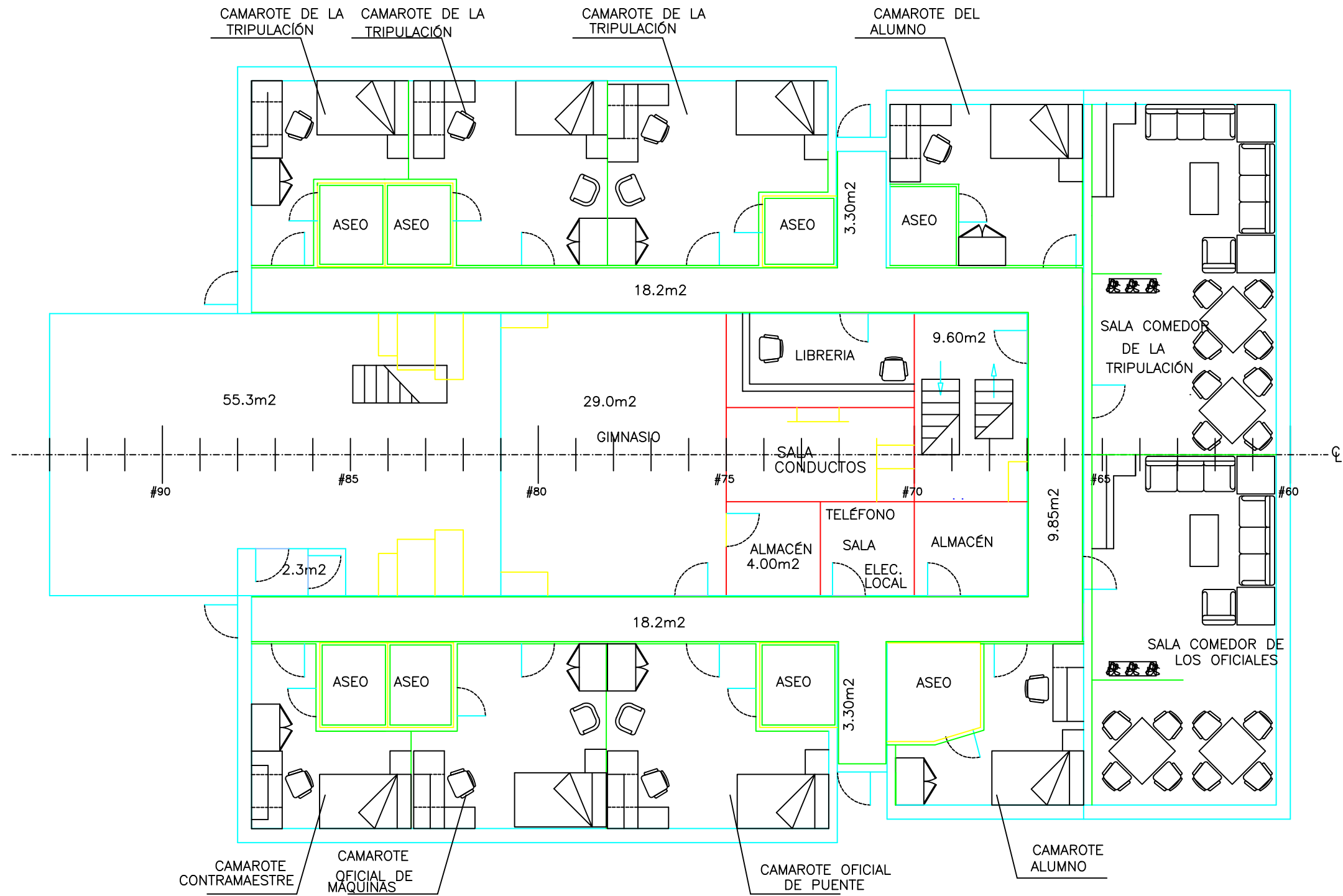


CTA. PRINCIPAL




 UNIVERSIDADE DA CORUÑA 		PROYECTO FIN DE GRADO TFG/GEM/E-36-14
Proyecto de: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE		Fecha: SEPTIEMBRE-2014
Plano de: CUBIERTA PRINCIPAL		Escala: 1/100
Autor: AMABLE GARCÍA CASTIÑEIRA	Firma: 	N° Plano: 1

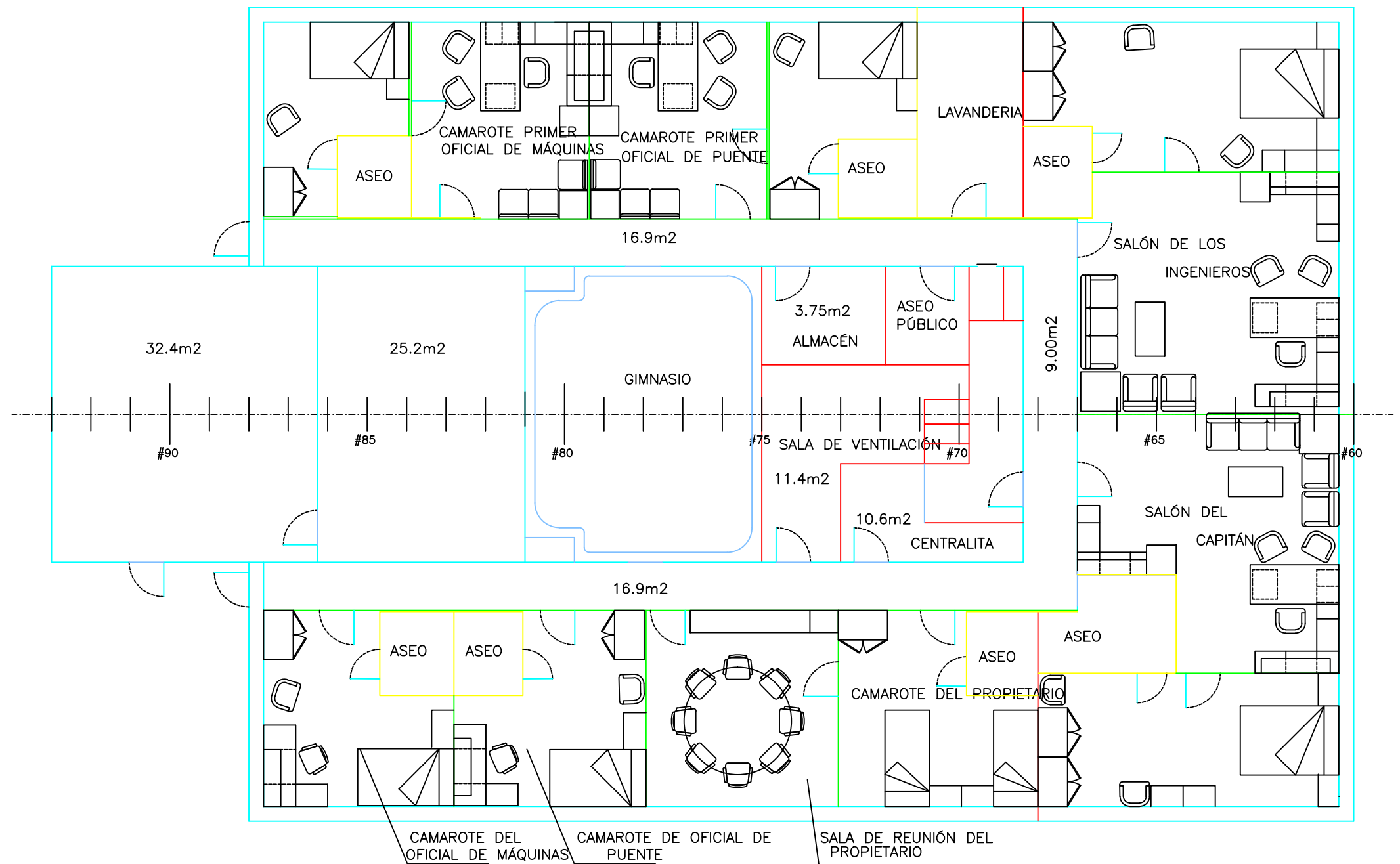


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA 		PROYECTO FIN DE GRADO TFG/GEM/E-36-14
Proyecto de: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE		Fecha: SEPTIEMBRE-2014
Plano de: CUBIERTA N° 1		Escala: 1/100
Autor: AMABLE GARCÍA CASTIÑEIRA	Firma: 	N° Plano: 2






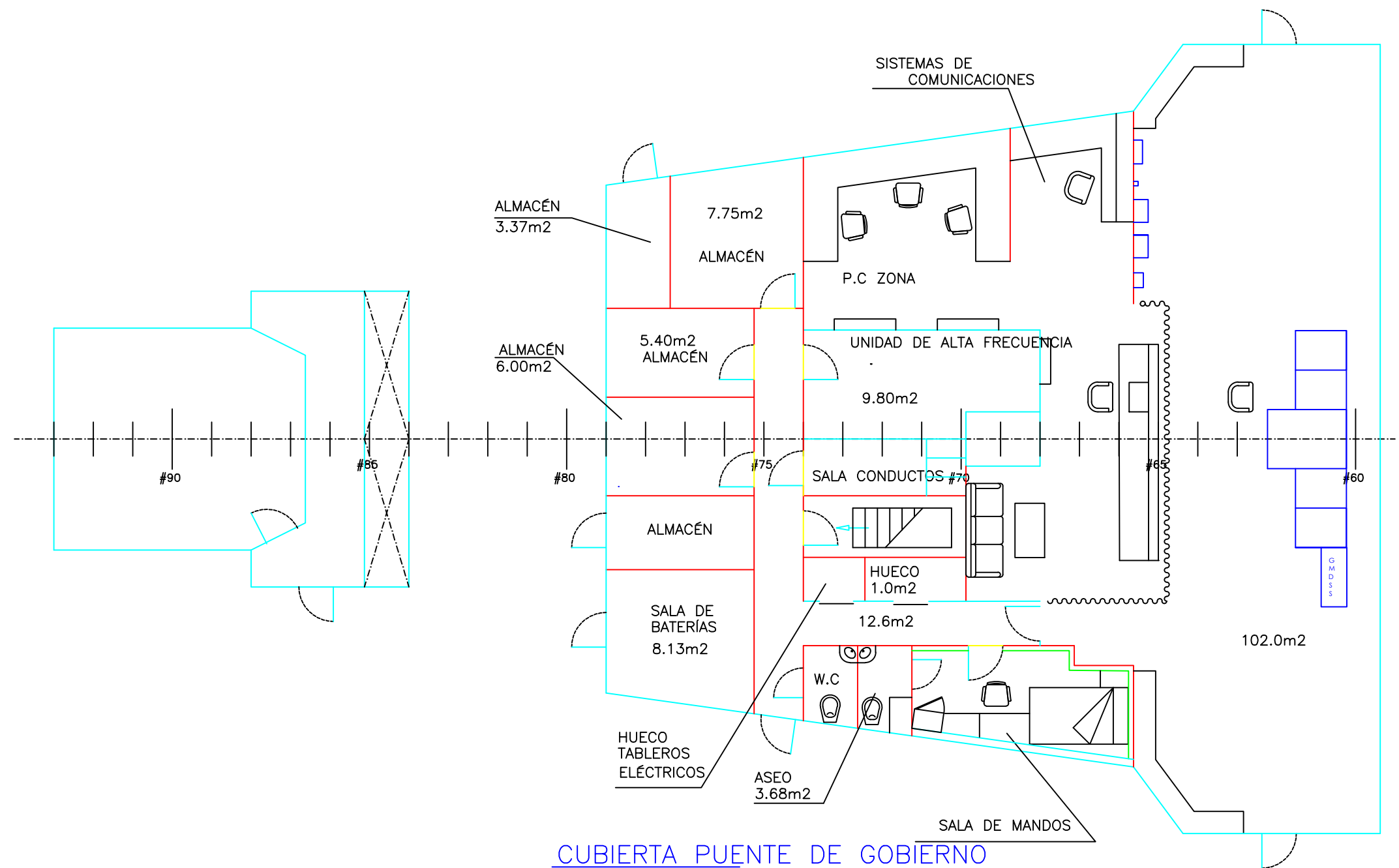
2º CUBIERTA




 UNIVERSIDADE DA CORUÑA 		PROYECTO FIN DE GRADO TFG/GEM/E-36-14
Proyecto de: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE		Fecha: SEPTIEMBRE-2014
Plano de: CUBIERTA N°2		Escala: 1/100
Autor: AMABLE GARCÍA CASTIÑEIRA	Firma: 	N° Plano: 3

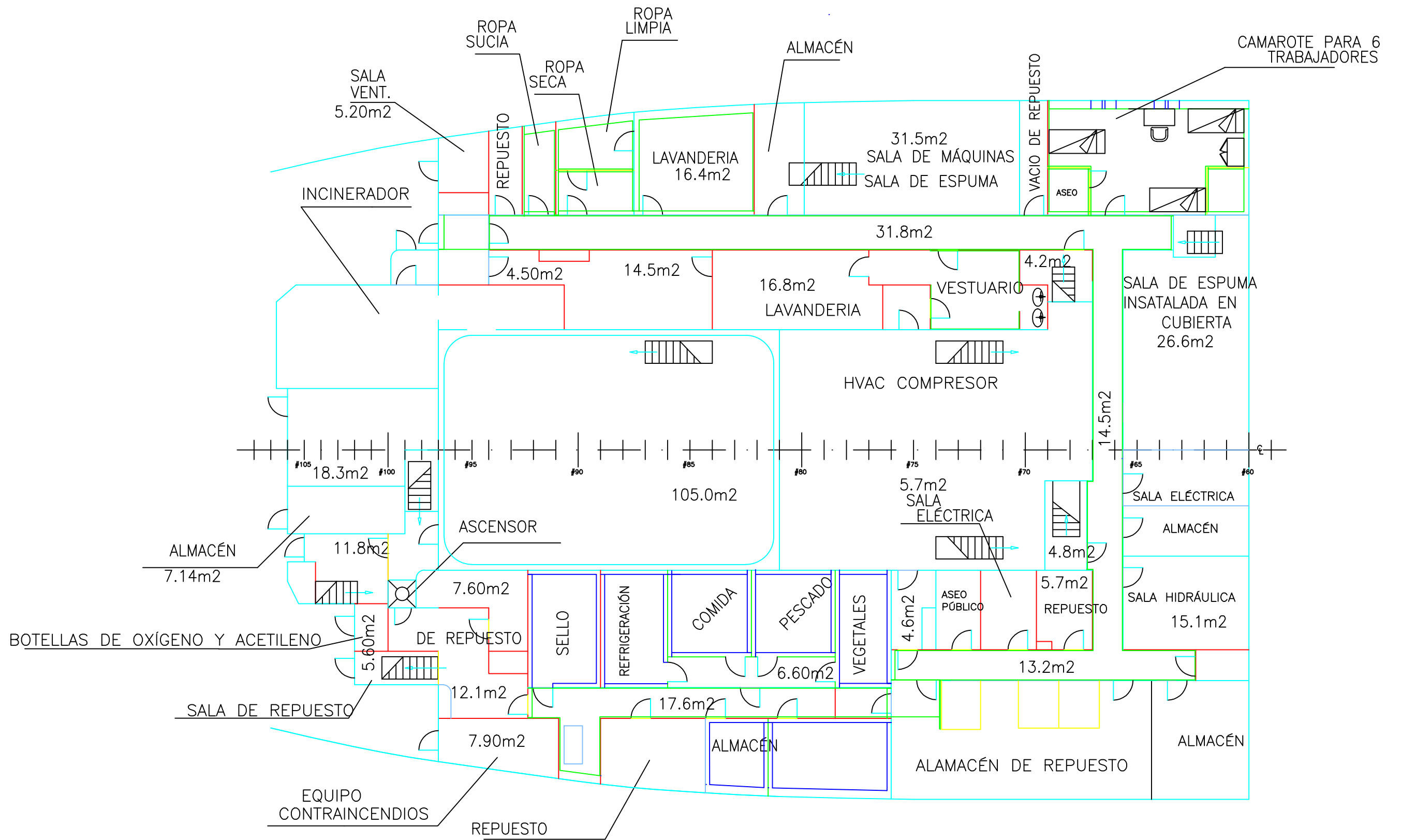


3º CUBIERTA




 UNIVERSIDADE DA CORUÑA 		PROYECTO FIN DE GRADO TFG/GEM/E-36-14
Proyecto de: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE		Fecha: SEPTIEMBRE-2014
Plano de: CUBIERTA N° 3		Escala: 1/100
Autor: AMABLE GARCÍA CASTIÑEIRA	Firma: 	N° Plano: 4

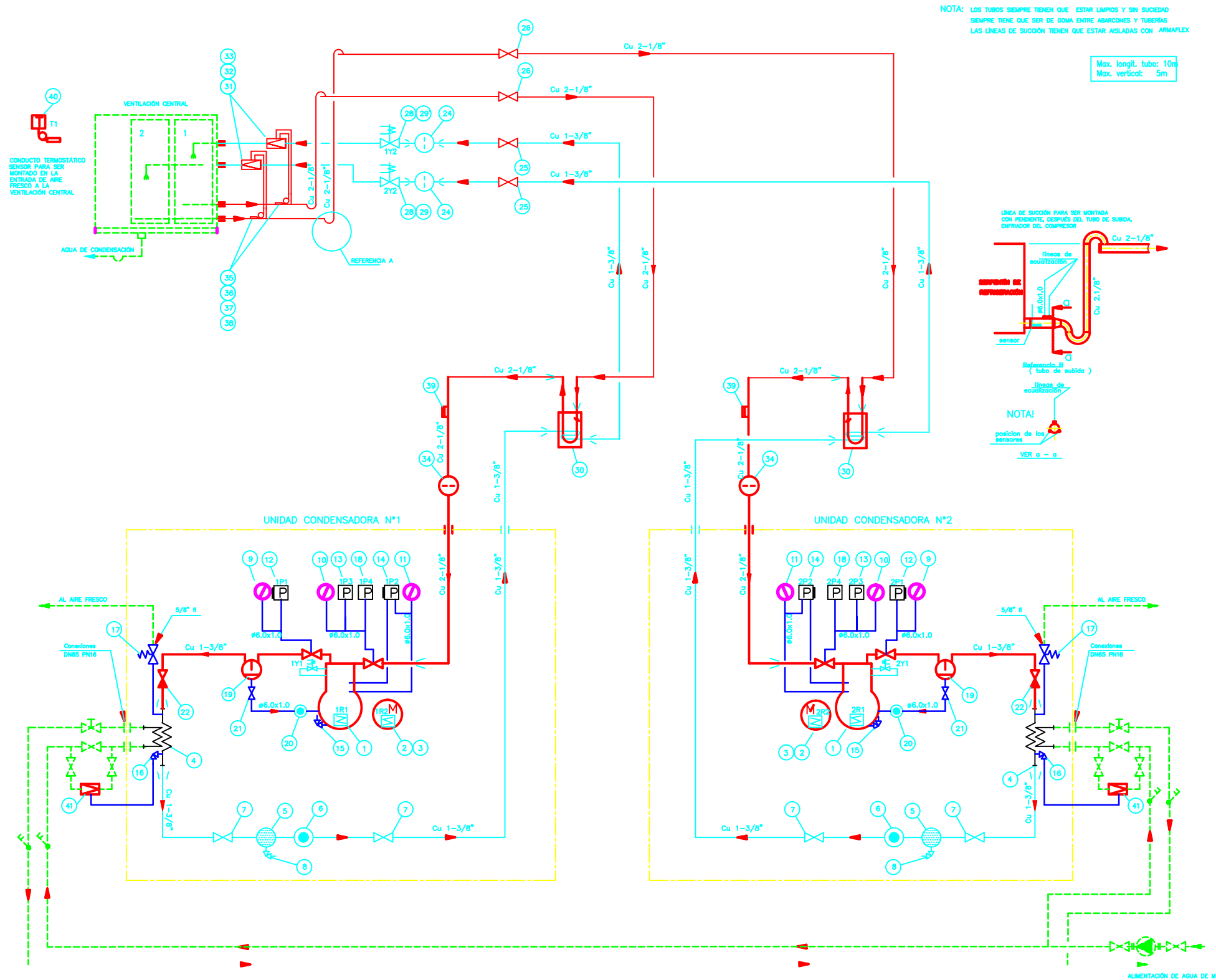


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA 		PROYECTO FIN DE GRADO TFG/GEM/E-36-14
Proyecto de: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE		Fecha: SEPTIEMBRE-2014
Plano de: PUENTE		Escala: 1/100
Autor: AMABLE GARCÍA CASTIÑEIRA	Firma: 	N° Plano: 5



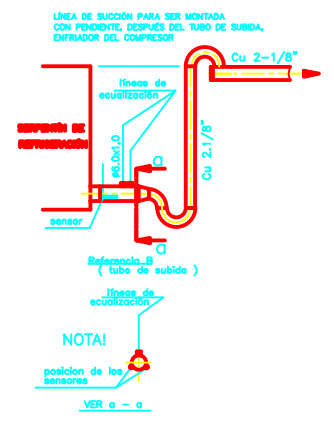
UPPER DECK

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA 		PROYECTO FIN DE GRADO TFG/GEM/E-36-14
Proyecto de: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE		Fecha: SEPTIEMBRE 2014
Plano de: UPPER DECK		Escala: 1/140
Autor: AMABLE GARCÍA CASTIÑEIRA	Firma: 	N° Plano: 6



NOTA: LOS TUBOS SIEMPRE TIENEN QUE ESTAR LIMPIOS Y SIN SUCIEDAD SIEMPRE TIENE QUE SER DE GOMA ENTRE ARMARCONES Y TUBERÍAS LAS LÍNEAS DE SUCCIÓN TIENEN QUE ESTAR AISLADAS CON ARMAFLEX

Max. longit. tubo: 10m
Max. vertical: 5m



CALIDAD DEL TUBO DE ACERO:		R-407C PRESIONES DEL CICLO:	
St 35.4	Ø6,0 X 1,0	PARTE DE ALTA PRESIÓN PRESIÓN DE DISEÑO : 17,53 BAR TEST PRESIÓN : 22,8 BAR	
CALIDAD DEL TUBO DE COBRE:		PARTE DE BAJA PRESIÓN PRESIÓN DE DISEÑO : 6,404 BAR TEST PRESIÓN : 8,32 BAR	
Cu-TUBH-2 1/8"-ANSI DN 54mm Cu-TUBDN-1 1/8"-ANSI DN 28mm Cu-TUBH-1 3/8"-ANSI DN 35mm		CAPACIDAD DE CADA COMPRESOR CAPACIDAD 103kW EVAPORADOR TEMP. +5°C CONDENSADOR TEMP. +45°C	
		CONDENSADOR.: CONSUMO DE AGUA: 19m ³ /h. PÉRDIDA DE PRESIÓN: 1.2m WG	

COMPONENTES TÉCNICOS PARA SER MONTADOS IN SITU

Item	Qty.	Name	Type
41	2	Válvula de agua de mar auto.	Penn V46BE 9600 1.1/4"BSP
40	1	Termostato, 2 grados	Penn A28QA 9115 IP 65
39	2	Tapón ciego	3/8" NPT
38	2	Enchufe para 1/4"NPT	WC-405, 1/4"NPT
37	2	Adaptador	DPR6-L
36	2	Tubo	6.0 x 1.0, St. 35.4
35	2	Tuerca de inserción	GE-6L 1/4"NPT
34	2	Filtro de aspiración	Danfoss STA 50 Ld, 148H3016
33	2	Conjunto de orificio	Alco X9117-B8B, 418318
32	2	Cuerpo de la válvula para 31	Alco 9153 7/8"x7/8", 418005
31	2	Elemento termostático	Alco XC726 NW2B
30	2	Purgador	Friga Bohn BTH-10 1.5/8", 445242
29	2	Bobina para EVR 20	Danfoss 230V 50/60Hz, 018F6732
28	2	Válvula solenoide	Danfoss EVR 20 1.1/8" Ld., 032F1244
27			
26	2	Válvula de corte	Danfoss GBC 67 2.5/8" Ld., 009G7036
25	2	Válvula de corte	Danfoss GBC 35 1.3/8" Ld., 009G7002
24	2	Filtro	Danfoss FA 20, 1.1/8" Ld.20 006-0074

COMPONENTES TÉCNICOS UNIDAD CONDENSADORA

Item	Qty.	Name	Type
22	2	Válvula de retención	Danfoss NRA-32 42/37.5, 020-2003
21	2	Válvula de corte	Danfoss BMSL 10, 3/8"S Ld.009G0122
20	2	Mirilla	Carly VCYL 13, 3/8"S
19	2	Separador de aceite	Carly,TURBOIL-F 8013 S 1 5/8"
18	4	Presostato de corte y capacidad	Danfoss KP-2, (060-112066)
17	2	Válvula de seguridad	Mueller AG-155503, 350psi (24.1bar)
16	2	Válvula receptora	Hansa 4-3295-1 1/4"flx3/8"NPT
15	2	Válvula receptora	Hansa 36BV/6B 3/8"flx1/4"NPT
14	2	Presostato diferencial de aceite	Danfoss MP-55, (060B017066)
13	2	Presostato de bajo (L.P.)	Danfoss KP-1, (060-110186)
12	2	Presostato de alta (H.P.)	Danfoss KP-5, (060-117766)
11	2	Manómetro de aceite (O.P.)	IBERCUB Ø63 MPA-330/3 01-521129
10	2	Manómetro de baja (L.P.)	IBERCUB Ø63 MPA-330/3 01-521129
9	2	Manómetro de alta (H.P.)	IBERCUB Ø63 MPA-580/3 01-521130
8	2	Válvula de recarga R407-C	Hansa 36BV/6B 3/8"flx1/4"NPT
7	4	Válvula de corte	Danfoss SVA-S 25, Ld. 148B5410
6	2	Mirilla	Danfoss SGRN 1/2"NPT, 014-0006
5	2	Secador w/3 Cores	Henry V-B144 1.1/2" Weld, Cores 848C
4	2	Condensador	Teknotherm SK6-10.3/4" F-72 L=2000
3	2	Transmisor por correa	3 x XPB 2550, Motorpulley #280
2	2	El motor 3x440V/60Hz IP55	ATB DL200L 36kW w/Heater
1	2	Compresor	Rock FX1471166 Heater 140W

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Proyecto de: **INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE**

Plano de: **INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO**

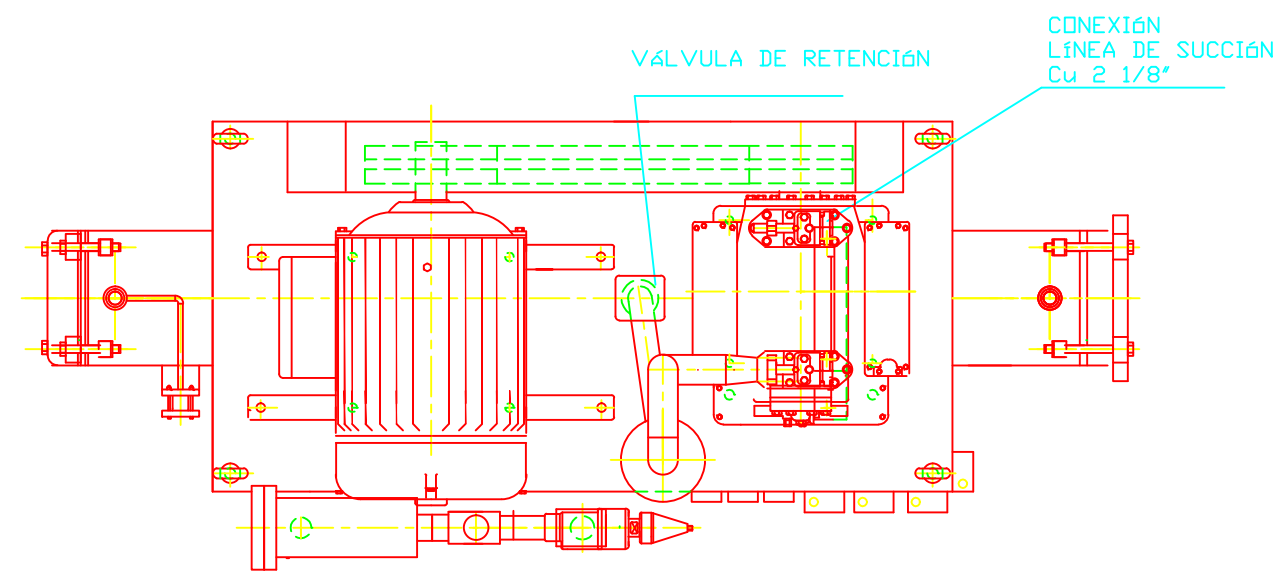
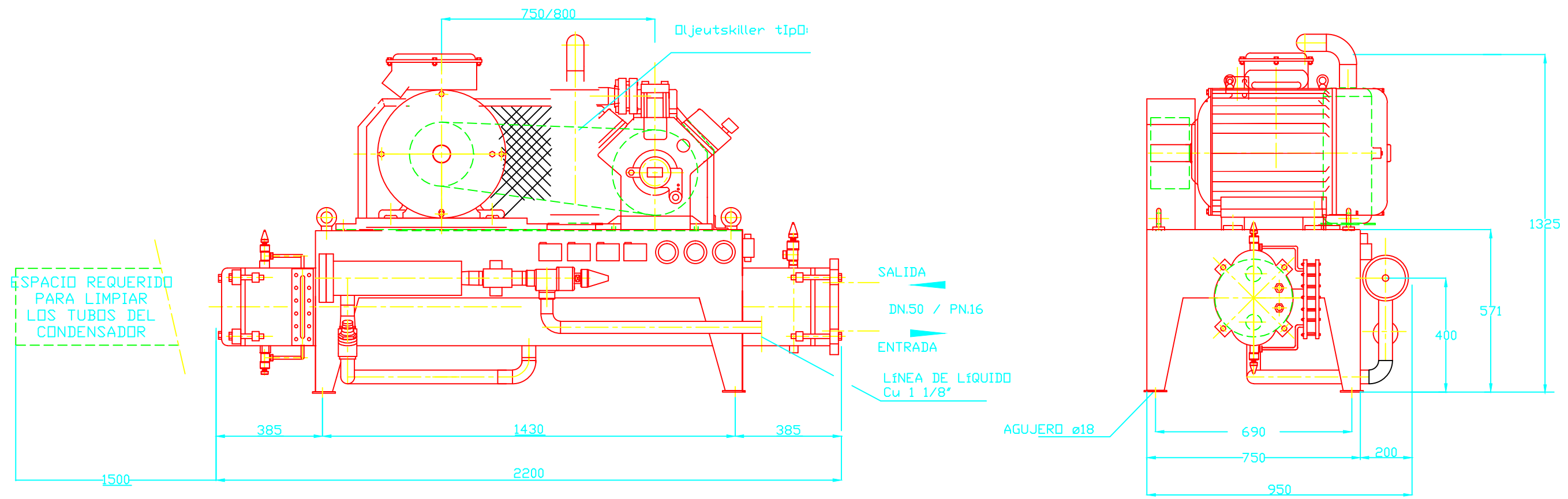
Autor: **AMABLE GARCÍA CASTIÑEIRA**

Fecha: **SEPTIEMBRE-2014**


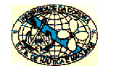

Escala: **NTS**

Nº Plano: **7**

PROYECTO FIN DE GRADO
TFG/GEM/E-36-14



COMPRESOR: BOCK FX14/1166
 CONDENSADOR: SK6-10.3/4", F-72, L-2000
 EL. MOTOR: ATB UDA200LA-4, 36kW, 3x440V-60Hz
 PESO: APPR. 850KG

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA 		PROYECTO FIN DE GRADO TFG/GEM/E-36-14
Proyecto de: INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE		Fecha: SEPTIEMBRE-2014
Plano de: CONJUNTO MOTOR COMPRESOR		Escala: 1/15
Autor: AMABLE GARCÍA CASTIÑEIRA	Firma: 	N° Plano: 8



Universidade da Coruña



“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE”

PLIEGO DE CONDICIONES



Universidade da Coruña

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **SEPTIEMBRE 2014**

AUTOR: Amable García Castiñeira

Fdo.:

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	154
1.1. Condiciones generales	154
1.2. Reglamentos y normas	155
1.3. Materiales	156
1.4. Recepción del material	156
1.5. Organización	157
1.6. Ejecución de las obras	158
1.6.1. Comprobación del replanteo	158
1.6.2. Programación de trabajo	158
1.6.3. Comienzo	159
1.6.4. Plazo de ejecución.....	159
1.7. Interpretación y desarrollo del proyecto.....	160
1.8. Variaciones del Proyecto	160
1.9. Obras complementarias	161
1.10. Modificaciones.....	161
1.11. Obra defectuosa	161
1.12. Medios auxiliares.....	162
1.13. Conservación de las obras	162
1.14. Subcontratación de obras.....	162
1.15. Recepción de las obras	162
1.15.1. Recepción provisional.....	162
1.15.2. Plazo de garantía.....	163
1.15.3. Recepción definitiva.....	163
1.16. Contratación de la empresa encargada de la obra.....	163

1.17. Contrato	163
1.18. Responsabilidades	164
1.19. Rescisión del contrato	164
2. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS	165
2.1. Mediciones y valoraciones de las obras	165
2.2. Abono de las obras.....	165
2.3. Precios.....	165
2.4. Revisión de precios	166
2.5. Precios contradictorios	166
2.6. Penalizaciones por retrasos	166
2.7. Liquidación en caso de rescisión del contrato	166
2.8. Fianza.....	166
2.9. Gastos diversos por cuenta de la empresa	167
2.10. Conservación de las obras durante el plazo de garantía.....	167
2.11. Medidas de seguridad	167
2.12. Responsabilidad por daños	168
2.13. Demoras	168
3. PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.....	169
3.1. Normas a seguir	169
3.2. Personal	169
3.3. Condiciones de los materiales empleados	170
3.4. Admisión y retirada de los materiales	170
3.5. Reconocimientos y ensayos previos.....	170
3.5.1. Carga de refrigerante en la instalación y almacenamiento	171
3.5.2. Pruebas y verificaciones.....	171
3.5.2.1. Pruebas de estanqueidad	171

4. PLIEGO DE CONDICIONES ESPECÍFICAS DE LA INSTALACIÓN

.....	174
4.1. Características generales de los equipos frigoríficos	174
4.2. Refrigerantes	174
4.3. Recipientes de refrigerante líquido	175
4.4. Bombas de refrigerante	175
4.5. Tuberías y conexiones.....	175
4.6. Compresores	177
4.7. Condensador	178
4.8. Elementos de control, protección y seguridad	178
4.8.1. Válvulas de seccionamiento	178
4.8.2. Válvulas de seguridad	178
4.8.1. Limitadores de presión	179
4.9. Aparatos indicadores y de medida	179
4.9.1. Manómetros para fluidos frigorígenos	179
4.9.2. Indicadores de nivel de refrigerante.....	179
4.10. Condiciones de ejecución y montaje	180
4.11.Sala de máquinas	180
4.12. Maquinaria frigorífica y accesorios	181
4.13. Protecciones contra sobrepresiones.....	183
4.13.1. Válvulas de seguridad	186
4.13.2. Fusibles térmicos.....	186
4.13.3. Limitadores de presión	186
4.14. Instalación de fontanería	187
4.15.Instalación eléctrica	188

1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

1.1. Condiciones generales

El presente pliego de condiciones tiene por objeto definir el lugar donde se realice la obra, en este caso el buque, el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

Determina los requisitos a los que se debe de ajustar la ejecución de la instalación.

La empresa encargada de la obra está obligada al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación de un seguro obligatorio, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

Mandos y responsabilidades:

Supervisor:

El contratista dispondrá a pie de obra de un técnico cualificado, quien ejercerá como Supervisor, controlará y organizará los trabajos objeto del contrato siendo el interlocutor válido frente a la propiedad.

Vigilancias:

El contratista será el único responsable de la vigilancia de los trabajos que tenga contratados hasta su recepción provisional.

Limpieza:

El contratista mantendrá en todo momento el recinto de la obra libre de acumulación de materiales de desecho, desperdicios o escombros debiendo retirarlos a medida que estos se produzcan.

El contratista estará obligado a eliminar adecuadamente y por su cuenta en un vertedero autorizado los desechos que se produzcan durante los trabajos a ejecutar.

Al abandonar el trabajo cada día deberá dejarse el puesto y las zonas de trabajo ordenadas.

Al finalizar la obra, esta se entregara completamente limpia, libre de herramientas andamiajes y materiales sobrantes.

Será por cuenta del contratista el suministro, la distribución y el consumo de todas las energías y fluidos provisionales que sean necesarios para el correcto y normal desarrollo de los trabajos objeto de su oferta.

Subcontratación:

El contratista podrá subcontratar parcialmente las obras contratadas, en todo caso el contratista responderá ante la Dirección Facultativa de Obra y la Propiedad de la labor de sus subcontratistas como si fuese labor propia.

La propiedad podrá recusar antes la contratación, cualquiera de las subcontratas que el subcontratista tenga previsto utilizar, teniendo este la obligación de presentar nombres alternativos.

Durante la ejecución de las obras, la Propiedad podrá recusar a cualquiera de los subcontratistas que no realice las obras adecuadamente, tanto en calidad como en plazo, lo que notificará por escrito al Contratista. Este deberá sustituir al subcontratista sin que dicho cambio pueda originar derecho a compensación alguna en cuanto a precio o plazo de la obra.

1.2. Reglamentos y normas:

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los reglamentos de seguridad y normas técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalación, tanto de ámbito internacional, como nacional o autonómico, así como todas las otras que se establezcan en la memoria descriptiva del mismo.

Se adaptarán además a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los reglamentos y normas citadas.

1.3. Materiales:

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, así como todas las relativas a la conservación de los mismos atendiendo a las particularidades de un medio hostil como es el marino.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en cualquier documento del proyecto, aún sin figurar en los restantes es igualmente obligatoria. En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, aun sin figurar en los restantes es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el taller que realizará las obras tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de Obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente y por decisión propia sin la autorización expresa.

1.4. Recepción del material:

El Director de Obra de acuerdo con el la empresa encargada de la obra dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta. La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta de la empresa encargada de la obra.

Control de calidad:

Correrá por cuenta del contratista el control de Calidad de la obra de acuerdo a la legislación vigente. El control de calidad comprenderá los siguientes aspectos:

- .- Control de materias primas.
- .- Control de equipos o materiales suministrados a obra.
- .- Calidad de ejecución de las obras (construcción y montaje).
- .- Calidad de la obra terminada (inspección y pruebas).

Una vez adjudicada la oferta el contratista enviara a la DF el Programa Garantía de Calidad de la obra.

Todos los materiales deberán ser, como mínimo, de la calidad y características exigidas en los documentos del proyecto.

Si en cualquier momento durante la ejecución de las obras o durante el periodo de garantía, la Dirección del Proyecto detectase que algún material o unidad de obra no cumple con los requisitos de calidad exigidos, podrá exigir al contratista su demolición y posterior reconstrucción. Todos los costes derivados de estas tareas serán por cuenta del Contratista, quien no tendrá derecho a presentar reclamación alguna por este concepto.

Muestras:

El contratista deberá presentar para su aprobación, muestras de los materiales a utilizar con la antelación suficiente para no retrasar el comienzo de la actividad correspondiente, la dirección del proyecto tiene un plazo de tres días para dar su visto bueno o para exigir el cambio si la pieza presentada no cumpliera todos los requisitos.

Si las muestras fueran rechazadas, el contratista deberá presentar nuevas muestras, de tal manera que el plazo de aprobación por parte de la dirección de obra no afecte al plazo de ejecución de las obras. Cualquier retraso que se origine por el rechazo de los materiales será considerado como imputable al Contratista.

1.5. Organización:

La empresa encargada de la obra actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades que le correspondan y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas y en general, a todo cuanto legisle en decretos u órdenes sobre el particular ante o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la obra así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo de la empresa encargada de la obra a quien le corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

La empresa encargada de la obra, sin embargo, deberá informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes de éste en relación con datos extremos.

Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares que la empresa encargada de la obra considere oportuno llevar a cabo y que no estén reflejados en el presente, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, corriendo a cuenta propia de la Empresa encargada de la obra.

1.6. Ejecución de las obras.

1.6.1. Comprobación del replanteo.

En el plazo máximo de 15 días hábiles a partir de la adjudicación definitiva a la empresa encargada de la obra, se comprobarán en presencia del Director de Obra, de un representante de la empresa encargada de la obra, el empresario, el replanteo de las obras efectuadas antes de la licitación, extendiéndose el correspondiente Acta de Comprobación del Reglamento.

Dicho Acta, reflejará la conformidad del replanteo a los documentos contractuales, refiriéndose a cualquier punto, que en caso de disconformidad, pueda afectar al cumplimiento del contrato. Cuando el Acta refleje alguna variación respecto a los documentos contractuales del proyecto, deberá ser acompañada de un nuevo presupuesto valorado a los precios del contrato.

1.6.2. Programa de trabajo.

En el plazo de 15 días hábiles a partir de la adjudicación definitiva, la empresa encargada de la obra presentará el programa de trabajo de la obra, ajustándose a lo que especifique el Director de Obra, siguiendo el orden de obra que considere oportuno para la correcta realización de la misma, previa notificación por escrito a la dirección de lo mencionado anteriormente.

Cuando del programa de trabajo se deduzca la necesidad de modificar cualquier condición contractual, dicho programa deberá ser redactado contradictoriamente por la empresa encargada de la obra y el Director de Obra, acompañándose la correspondiente modificación para su tramitación.

1.6.3. Comienzo.

La empresa encargada de la obra estará obligada a notificar por escrito o personalmente de forma directa al Director de Obra la fecha de comienzo de los trabajos.

1.6.4. Plazo de ejecución.

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la propiedad o en su defecto en las condiciones que se especifiquen en este pliego. Como mínimo deberán ser recepcionadas las obras dentro del plazo establecido.

El contratista presentará un plan de trabajos detallado, ajustado al plazo pactado, que se desglosará en tareas y tiempos de ejecución, que deberá ser aprobado por la Propiedad, dicho plan se incorporará como anexo al contrato, formando parte integrante del mismo.

Si se observase un retraso en el cumplimiento del plan detallado aprobado por la propiedad, la DF podrá solicitar que se tomen las medidas oportunas para recuperar dicho retraso. El coste de estas medidas de recuperación será soportado por el Contratista.

Si ocurriera un evento que se considere de acuerdo a la normativa española como causa de fuerza mayor, el contratista deberá notificar a la Dirección Facultativa tal circunstancia en el plazo máximo de dos días hábiles desde que este ocurra, indicando la duración prevista del problema y su incidencia en los plazos de ejecución de la obras (no se considerará causas de fuerza mayor los días de lluvia, agua, hielos, nevadas y fenómenos atmosféricos de naturaleza semejante).

Si el contratista cumple con la notificación del párrafo anterior, y toma las medidas oportunas para reducir al máximo la incidencia del evento de fuerza mayor, la DF autorizará la ampliación de los plazos de ejecución en el tiempo que dure la misma causa.

El incumplimiento de los plazos parcial o total de la terminación de las obras dará derecho a la Propiedad a aplicar las penalizaciones establecidas.

Cuando la empresa encargada de la obra, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo anterior que esté condicionado por la misma vendrá obligado a tener

preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por la empresa, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

1.7. Interpretación y desarrollo del proyecto.

La interpretación técnica de los documentos del proyecto corresponde al Técnico Director de Obra. La empresa encargada de la obra está obligado a someter a éste a cualquier duda, aclaración o discrepancia que surja durante la ejecución de la obra por causa del proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto con el fin de darlo solución lo antes posible.

La empresa se hace responsable de cualquier error motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del proyecto. La empresa encargada de la obra está obligada a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra aun cuando no se halle explícitamente reflejado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto. La empresa encargada de la obra notificará por escrito o en persona directamente al Director de Obra y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para la inspección de cada una de las partes de la obra para las que se ha indicado necesidad o conveniencia de las mismas o para aquellas que parcial o totalmente deban quedar ocultas.

De las unidades de obra que deban quedar ocultas, se tomarán antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de Obra de hallarlos correctos. Si no se diese el caso, la liquidación se realizará en base a los datos o criterios de medición aportados por este.

1.8. Variaciones del Proyecto.

No se consideran como mejoras o variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por el Director de Obra sin variación del importe contratado.

1.9. Obras complementarias.

El Taller tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra específicas en cualquiera de los documentos del proyecto, aunque en el mismo no figuren explícitamente mencionadas dichas complementarias, todo ello son variación del importe contratado.

1.10. Modificaciones.

La empresa encargada de la obra está obligada a realizar las obras que se encarguen resultantes de las posibles modificaciones del proyecto, tanto en aumento como en disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado. La valoración de los mismos se hará de acuerdo con los valores establecidos en el presupuesto entregado por la empresa encargada de la obra y que ha sido tomado como base del contrato.

El Director de Obra está facultado para introducir las modificaciones que considere oportunas de acuerdo a su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumpla las condiciones técnicas referidas al proyecto y de modo que no varíe el importe total de la obra.

La empresa encargada de la obra no podrá, en ninguna circunstancia, hacer alteración alguna de las partes del proyecto sin autorización expresa del Director de Obra. Tendrá obligación de deshacer toda clase de obra que no se ajuste a las condiciones expresadas en este documento.

1.11. Obra defectuosa.

Cuando la empresa halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el Proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Director de Obra podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, este fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando el Taller obligado a aceptar dicha valoración. En el otro caso, se reconstruirá a expensas de la empresa la parte mal ejecutada cuantas veces sean necesarias sin que ello sea motivo de una reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

1.12. Medios auxiliares.

Serán por cuenta de la empresa todos los medios y maquinarias auxiliares que sean necesarias para la ejecución de la Obra. En el uso de los mismos, estará obligado a cumplir todos los Reglamentos de Seguridad e Higiene en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección adecuados para sus operarios.

En el caso de rescisión por incumplimiento de contrato por parte de la empresa, podrán ser utilizados libre y gratuitamente por la dirección de obra hasta la finalización de los trabajos.

En cualquier caso, todos los medios auxiliares quedarán en propiedad de la empresa una vez finalizada la obra, pero no tendrá derecho a reclamación alguna por desperfectos a que en su caso haya dado lugar.

1.13. Conservación de las obras.

Es obligación de la empresa encargada de la obra la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la propiedad y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

1.14. Subcontratación de obras.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que, de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por la empresa encargada de la obra, podrá este concretar con terceros la realización de determinadas unidades de obra, previo conocimiento por escrito al Director de Obra. Los gastos derivados de la subcontratación correrán a cargo de la empresa encargada de la obra.

1.15. Recepción de las Obras.

1.15.1. Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Director de Obra y la propiedad en presencia de la empresa encargada de la obra, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de

ser admitidas. De no ser admitidas, se hará constar en el acta y se darán instrucciones a la empresa encargada de la obra para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional, sin que esto suponga gasto alguno para la propiedad.

1.15.2. Plazo de garantía.

El plazo de garantía será como mínimo de un año, contando de la fecha de la recepción provisional, o bien el que establezca el contrato también contado desde la misma fecha. Durante este periodo, queda a cargo de la empresa la conservación de las obras y arreglos de desperfectos derivados de una mala construcción o ejecución de la instalación.

1.15.3. Recepción definitiva.

Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional. A partir de esa fecha cesará la obligación de la empresa encargada de la obra de conservar y reparar a su cargo las obras, si bien subsistirán las responsabilidades que pudieran derivarse de defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

1.16. Contratación de la empresa encargada de la obra.

El conjunto de las instalaciones que realizará la empresa encargada de la obra que se decida una vez estudiado el proyecto y comprobada su viabilidad.

1.17. Contrato.

El contrato se formalizará mediante contrato privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, estas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el proyecto técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto la empresa encargada de la obra como el propietario deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

1.18. Responsabilidades.

La empresa encargada de la obra elegida será el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas del proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la desinstalación de las partes mal ejecutadas y a su reinstalación correcta, sin que sirva de excusa que el Director de Obra haya examinado y reconocido las obras.

La empresa encargada de la obra es el único responsable de todas las contravenciones que se cometan (incluyendo su personal) durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que, por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados, se produzcan a la propiedad, a los vecinos o terceros en general.

La empresa encargada de la obra es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral respecto su personal y por lo tanto, de los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

1.19. Rescisión del contrato.

Se consideran causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

1. Quiebra de la empresa encargada de la obra.
2. Modificación del Proyecto con una alteración de más de un 25% del mismo.
3. Modificación de las unidades de obra sin autorización previa.
4. Suspensión de las obras ya iniciadas.
5. Incumplimiento de las condiciones del contrato cuando fue de mala fe.
6. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar esta.
7. Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
8. Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin autorización del Director de Obra y del Propietario.

2. PLIEGO DE CONDICIONES ECONÓMICAS.

2.1. Mediciones y valoraciones de las obras.

La empresa encargada de la obra verificará los planos y efectuará las mediciones correspondientes. En caso de hallar anomalías reclamará al Director de Obra y éste lo comunicará a la parte interesada. La empresa encargada de la obra se pondrá de acuerdo con el Director de Obra y la parte interesada, volviendo a verificar las anomalías y en su caso se tomarán las medidas oportunas. Tal fin pretende asegurar la continuidad de las obras, sin que falte material para su ejecución y evitando de esta forma posibles retrasos.

2.2. Abono de las obras.

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos en que se abonarán las obras realizadas. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden. Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

2.3. Precios.

La empresa encargada de las obras presentará, al formalizarse el contrato, la relación de los precios de las unidades de obra que integren el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales, así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto se fijará su precio entre el Director de Obra y la empresa encargada de la obra, antes de iniciar la obra, y se presentará al propietario para su aceptación o no.

2.4. Revisión de precios.

En el contrato se establecerá si la empresa encargada de la obra tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Director de Obra alguno de los criterios oficiales aceptados.

2.5. Precios contradictorios.

Si por cualquier circunstancia se hiciese necesaria la determinación de algún precio contradictorio, el Director de Obra lo formulará basándose en los que han servido para la formación del presupuesto de este proyecto, quedando la empresa encargada de la obra obligada, en todo caso aceptarlos.

2.6. Penalizaciones por retrasos.

Por retrasos en los plazos de entrega de las obra, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

Estas cuantías podrán, bien ser cobradas a la finalización de las obras, bien ser descontadas de la liquidación final.

2.7. Liquidación en caso de rescisión del contrato.

Siempre que se rescinda el contrato por las causas anteriormente expuestas, o bien por el acuerdo de ambas partes, se abonarán a la empresa encargada de la obra las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato, llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación, el periodo de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de la nueva adjudicación.

2.8. Fianza.

En el contrato se establecerá la fianza que la empresa encargada de la obra deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de la obra realizada.

De no estipularse la fianza en el contrato, se entiende que se adoptará como garantía una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que la empresa encargada de la obra se negase a realizar por su cuenta los trabajos por ultimar la obra en las condiciones contratadas o atender la garantía, la propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la propiedad si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará a la empresa encargada de la obra en un plazo no superior a treinta días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

2.9. Gastos diversos por cuenta de la empresa encargada de la obra.

La empresa encargada de la obra tiene la obligación de montar y conservar por su cuenta el adecuado suministro de elementos básicos como agua, energía eléctrica y cuanto uso personal para las propias obras ser preciso.

Son gastos por cuenta de la empresa encargada de la obra, los correspondientes a los materiales, mano de obra y medios auxiliares que se requieren para la correcta ejecución de la obra.

2.10. Conservación de las obras durante el plazo de garantía.

Correrán por cuenta de la empresa encargada de la obra los gastos derivados de la conservación de las obras durante el plazo de garantía. En este periodo, las obras deberán estar en perfectas condiciones, condición indispensable para la recepción definitiva de las mismas.

La empresa encargada de la obra no podrá reclamar indemnización alguna por dichos gastos, que se suponen incluidos en las diversas unidades de obra.

2.11. Medidas de seguridad.

El Taller deberá cumplir en todo momento las leyes y regulaciones relativas a seguridad e higiene en el trabajo. El incumplimiento de éstas, será objeto de sanción, siguiendo las especificaciones redactadas en el contrato, donde vendrán reflejadas las distintas cuantías en función de la falta detectada.

2.12. Responsabilidad por daños.

La propiedad tiene concertada una póliza de responsabilidad civil por daños causados a terceros, en el que figura la empresa encargada de la obra como asegurado. Este seguro garantiza la responsabilidad civil de los daños causados accidentalmente a terceros con motivo de la obras.

En dicha póliza queda garantizada la responsabilidad civil que pueda serle exigida la empresa encargada de la obra por daños físicos y materiales causados a terceros por los empleados del mismo.

Queda no obstante excluida toda prestación que deba ser objeto del seguro obligatorio de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social, a los cuales, en ningún caso, esta póliza podrá sustituir o complementar.

Igualmente quedan excluidas las sanciones de cualquier tipo, tanto las multas, como los recargos en las indemnizaciones exigidas por la legislación laboral.

2.13. Demoras.

Al encargarse el trabajo, se fijará por ambas partes, el programa con la fecha de inicio y determinación. La empresa encargada de la obra pondrá los medios necesarios para ello, que deberán ser aceptados por la propiedad.

Solo se considerarán demoras excusables los retrasos o interrupciones imputables a causas de fuerza mayor, tales como huelgas generales, catástrofes naturales etc.

En el caso de que la empresa incurra en demoras no excusables, le serán aplicadas las siguientes sanciones:

Por retraso en la incorporación del personal y otros medios necesarios para la finalización del trabajo: desde un 1% hasta un máximo de 5% por día de retraso.

Por retraso en la finalización de los trabajos o retrasos en los trabajos intermedios que expresamente se indiquen: desde un 1% de la facturación de estos encargos con un tope de un 5% por cada día de retraso.

Por incumplimiento en la limpieza y orden de las instalaciones: 300€ la primera vez, aumentando en otros 300€ las sucesivas hasta un máximo de tres veces, a partir de la cual se procederá a restituir por la propiedad las condiciones de limpieza y orden, cargando el coste a la empresa encargada de la obra.

3. PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS.

3.1. Normas a seguir.

Las obras a realizar estarán de acuerdo y se guiarán por las siguientes normas además de lo descrito en este pliego de condiciones:

Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, del 25 de Noviembre.

Real decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos en que sea procedente su aplicación al contrato que se trate.

Ordenanzas Generales de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aprobada pro Orden del 9/3/71 del Ministerio de Trabajo.

Normas UNE.

Plan Nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Normas de la compañía suministradora de los materiales.

Lo indicado en este Pliego de Condiciones con preferencia a todos los códigos.

Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y posteriores modificaciones en el Real decreto 560/2010, de 7 de mayo.

3.2. Personal.

La empresa encargada de la obra tendrá al frente de la obra un encargado con autoridad sobre los demás operarios y conocimientos acreditados y suficientes para la ejecución de la obra.

El encargado recibirá cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes al Director de Obra.

La empresa encargada de la obra tendrá en la obra, además del personal que requiera el Director de Obra, el número y clase de operarios que hagan falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. La empresa encargada de la obra, estará obligado a separar de la obra a aquel personal que a juicio del Director no cumpla con sus obligaciones o realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obras de mala fe.

3.3. Condiciones de los materiales empleados.

Describiremos de la forma más completa posible, las condiciones que deben de cumplir los materiales que se emplearán en la construcción del proyecto, siendo los más adecuados para su correcto resultado final.

3.4. Admisión y retirada de materiales.

Todos los materiales empleados en este proyecto, y de los cuales se hará mención, deberán ser de la mejor calidad conocida dentro de su clase.

No se procederá al empleo de los materiales sin que estos sean examinados y aceptados en los términos que prescriben las respectivas condiciones estipuladas para cada clase de material. Esta misión será efectuada por el Director de Obra.

Se cumplirán todos los análisis, ensayos y pruebas con los materiales y elementos de obra que ordene el Director de Obra.

3.5. Reconocimientos y ensayos previos.

Cuando lo estime oportuno el Director de Obra, podrá encargar y ordenar análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones, bien sea en fábrica de origen, laboratorios oportunos o en la misma obra, según crea más conveniente, aunque estos no estén indicados en el pliego.

En el caso de discrepancia, los ensayos o pruebas se efectuarán en el laboratorio que el Director de Obra designe.

Los gastos ocasionados por estas pruebas y comprobaciones, serán por cuenta de la empresa encargada de la obra.

3.5.1. Carga de refrigerante en la instalación y almacenamiento de refrigerante

Para equipos de compresión con más de tres kilogramos de carga de refrigerante, éste deberá ser introducido en el circuito a través del sector de baja presión.

Ninguna botella de transporte de refrigerante líquido debe quedar conectada a la instalación fuera de las operaciones de carga y descarga de refrigerante.

No se almacenarán en la sala de máquinas una cantidad de refrigerante superior en un 20% a la carga de la instalación, sin que exceda de 150 kg., y siempre en botellas reglamentarias para el transporte de gases licuados a presión.

3.5.2. Pruebas y verificaciones

Los recipientes que hayan de someterse a pruebas de presión estarán provistos de conexiones para la colocación de manómetros, que serán independientes y estarán distanciadas de la conexión que se utilice para las citadas pruebas, a menos que se hayan tomado otras medidas adecuadas para asegurarse de que la presión que soportan puede conocerse con las indicaciones de un único manómetro.

3.5.2.1. Pruebas de estanqueidad

Presión mínima de prueba:

Todo elemento de un equipo frigorífico, incluidos los indicadores de nivel de líquido, que forme parte del circuito de refrigerante debe ser probado, antes de su puesta en marcha, a una presión igual o superior a la presión de trabajo, pero nunca inferior a la presión mínima de prueba de estanqueidad, que dependerá del refrigerante y equipo utilizado, temperatura máxima del ambiente a la que se encuentra cualquier parte del circuito frigorífico y según pertenezca al sector de alta o baja presión de la instalación, sin que manifieste pérdida o escape alguno del fluido en la prueba.

Los fluidos refrigerantes CFC' s, HCFC's y HFC's (puros o resultantes de mezclas), utilizarán como presión mínima de prueba de estanqueidad del *sector de alta presión* la de tarado de la válvula de seguridad o disco de rotura. La presión mínima de prueba de estanqueidad del *sector de baja* será un 10% superior a la máxima presión admitida por el compresor en dicho sector, certificada por el fabricante, y nunca superior a la presión de prueba del sector de alta. En ningún caso la presión de prueba de estanqueidad de cada sector será inferior a la presión del vapor saturado correspondiente a la temperatura máxima ambiente en el que se encuentren ubicadas cualquiera de las partes constitutivas del mismo.

Ejecución:

La prueba se efectuará una vez terminada la instalación en su emplazamiento, y es independiente del que prescribe el Reglamento de Equipos a Presión. Se exceptúan de ella los compresores, absorbedores, generadores, condensadores y evaporadores que ya hayan sido previamente probados en fábricas, así como los elementos de seguridad, manómetros y dispositivos de control.

Para los equipos compactos, semicompactos y de absorción herméticos, esta prueba de estanqueidad se efectuará en fábrica. Si se tratase de equipos a importar, esta prueba se justificará mediante certificación de una Entidad reconocida oficialmente en el país de origen, legalizada por el representante español en aquél país.

La prueba de estanqueidad se efectuará con un gas adecuado, sin presencia de gases o mezclas combustibles en el interior del circuito, al que se añadirá, en los casos en que sea posible, un aditivo que facilite la detección de la fuga. Este no ha de ser inflamable ni explosivo, debiendo evitarse las mezclas de aceite-aire.

El dispositivo utilizado para elevar la presión del circuito deberá estar provisto de manómetro a la salida y tener válvula de seguridad o limitador de presión.

Estas pruebas de estanqueidad se realizarán bajo la responsabilidad del instalador frigorista autorizado y, en su caso, del director de la instalación, quienes una vez realizadas satisfactoriamente, extenderán el correspondiente certificado.

Verificaciones:

El director de la instalación verificará, con carácter obligatorio, los siguientes elementos:

- Limitadores de presión (presostatos de seguridad o de alta presión)
- Manómetros: Se verificarán comparándolos con un manómetro patrón y se comprobará que el tubo de conexión esté libre de obstrucciones.
- Válvulas de seguridad: Se comprobará que corresponden al modelo y tipo relacionado en el proyecto, que van provistas del precinto del fabricante o instalador, y que se cumplen las prescripciones establecidas para estos elementos de seguridad en la Instrucción MI-IF 009.

4. PLIEGO DE CONDICIONES ESPECÍFICAS DE LA INSTALACIÓN:

4.1. Características generales de los equipos frigoríficos

Los elementos de los equipos frigoríficos deberán ser proyectados, construidos y ajustados de manera que cumplan las prescripciones señaladas en el vigente Reglamento de Aparatos a Presión.

Según lo especificado en la Instrucción Complementaria MI-IF del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas

Los materiales empleados en la construcción e instalación de los equipos frigoríficos deberán ser resistente a la acción de las materias con las que estén en contacto, de forma que no puedan deteriorarse en condiciones normales de utilización; en especial se tendrá en cuenta su resistencia a efectos de fragilidad a bajas temperaturas.

Se prohíbe el uso de los siguientes metales y aleaciones en la construcción de equipos frigoríficos:

- El cobre con el amoniaco y el formiato de metilo.
- El aluminio con el cloruro de metilo
- El magnesio.
- El cinc con el amoniaco, cloruro de metilo y fluidos frigorígenos clorados.
- El estaño y las aleaciones plomo-estaño con hidrocarburos fluorados para temperaturas de servicio inferiores a -10°C.
- Las aleaciones de estaño para soldaduras blandas a temperaturas de servicio inferiores a -10°C.

4.2. Refrigerantes

El refrigerante o refrigerantes a utilizar, serán los especificados en la Memoria y el anexo del Proyecto. No obstante, a la vista de las ofertas presentadas y a juicio de la Dirección Técnica, se podrán sustituir por otros siempre que queden garantizadas las condiciones técnicas y de seguridad de la instalación.

Los refrigerantes se denominarán o expresarán por su fórmula o por su denominación química, o si procede, por su denominación simbólica numérica según establecen las Instrucciones Complementarias correspondientes. En ningún caso será suficiente el nombre comercial.

4.3. Recipientes de refrigerante líquido

Los recipientes de refrigerante líquido deberán ser distintos de cualquier otro elemento de la instalación, salvo condensadores de tipo multitubular horizontal e inmersión con envolvente general, que podrán ser utilizados, en su caso, como recipientes de refrigerante líquido. En este último caso, deberá tenerse en cuenta que, al recoger la carga de la instalación, la superficie de intercambio de calor libre del refrigerante líquido sea suficiente para que en ningún momento sea superada la presión máxima de servicio.

La capacidad del recipiente de refrigerante líquido perteneciente a un equipo frigorífico con múltiples evaporadores será, como mínimo, de 1,25 veces la capacidad del evaporador mayor.

Los recipientes deberán soportar la presión de timbre (es decir, la máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio) que no podrá ser inferior a la mínima de estanqueidad especificada en la Instrucción Complementaria MI-IF-010 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

Los recipientes de refrigerante líquido deberán cumplir las prescripciones del Reglamento de Aparatos a Presión.

4.4. Bombas de refrigerante

En caso de que la alimentación de los evaporadores se efectúe mediante bombeo, las bombas a instalar tendrán las características técnicas adecuadas para los caudales y las presiones de trabajo y el tipo de refrigerantes a utilizar. Las bombas dispondrán de válvula de seguridad en la descarga y estarán provistas de un manómetro en el sector de alta presión o de impulsión. En nuestro caso no utilizamos bombas

4.5. Tuberías y conexiones

Los tubos empleados en conexiones y tuberías de paso de refrigerante deberán ser de acero estirado, acero soldado longitudinalmente a tope, por soldeo eléctrico, por resistencia (contacto o inducción) o por cualquier procedimiento que asegure una soldadura técnicamente equivalente, u otro tipo de tubo de acero que

ofrezca características de seguridad equiparables. Podrán ser también de cobre electrolítico pulido y deshidratado. Se prohíbe el uso del cobre con el amoniaco.

Cuando se prevean temperaturas de servicio inferiores a -20°C , independientemente del refrigerante utilizado, se deberá utilizar acero calmado como material de base.

En tubos de cobre, las uniones se harán por soldadura fuerte, pudiéndose recurrir a la soldadura blanda en caso de refrigerantes no combustibles y no tóxicos.

Los conductos de cobre por los que pasen refrigerantes que pueden ser combustibles o de acción tóxica estarán protegidos por tubos metálicos, rígidos o flexibles.

Los evaporadores tendrán la capacidad frigorífica suficiente para atender las necesidades del recinto a enfriar o en este caso del aire a enfriar para acondicionar los diferentes locales.

Las uniones de tuberías o elementos que contienen refrigerante que vayan a ir cubiertas o protegidas deberán ser expuestas para inspección visual y para ser probadas antes de cubrir o de colocar las protecciones.

No podrán colocarse tuberías de paso de refrigerante en zonas de paso exclusivo, como vestíbulos, entradas y escaleras; tampoco podrán ser colocadas en huecos con elevadores u objetos móviles. Como excepción, podrán cruzar un vestíbulo si no hay uniones en la sección correspondiente, debiendo estar protegidos por un tubo o conducto rígido de metal los tubos de metales no férreos de diámetro interior igual o inferior a 2,5 cm.

En espacios libres utilizables como paso, así como en los pasillos de acceso, deberán ser colocados a una altura mínima de 2,25 metros del suelo o junto al techo.

Las tuberías de paso de refrigerante en locales no industriales no podrán atravesar cubiertas o salas en general, con las excepciones siguientes:

- La tubería de descarga, desde los compresores hasta los condensadores, situados en la cubierta, podrá atravesar las cubiertas colocándola en el interior de un conducto resistente al fuego, continuo, sin aberturas y con ventilación al exterior, que no contenga instalaciones eléctricas, objetos móviles ni conducciones ajenas a la instalación frigorífica.

- En instalaciones frigoríficas con refrigerantes no combustibles ni de acción tóxica, todas las tuberías de paso de refrigerante pueden atravesar las salas necesarias mediante un conducto similar al indicado en el apartado anterior; si la instalación se efectúa mediante sistema de refrigeración directo con refrigerantes no combustibles y no tóxicos, las tuberías de paso podrán instalarse sin conductos aislantes, siempre que atraviesen locales servidos por la propia instalación.

Las tuberías susceptibles de producir condensaciones en la superficie deberán ser aisladas y revestidas de barrera antivapor. El aislamiento se efectuará después de realizadas las pruebas de estanqueidad.

Las tuberías se pintarán usando el Código Internacional de colores.

Antes de su aislamiento las tuberías de acero se protegerán con dos manos de aluminio.

Las purgas de aire y de aceite de engrase de compresores acumulado en el circuito frigorífico estarán dispuestas de modo que su operación pueda efectuarse descargando en recipientes con agua o líquidos que absorban el refrigerante o indiquen su presencia.

Los líquidos residuales contaminados con aceite, fluidos frigoríficos, no serán vertidos directamente al alcantarillado o cauce público, sino después de ser tratados adecuadamente para que los niveles de concentración de contaminantes no superen los valores indicados en su legislación vigente. Similar precaución se adoptará para la temperatura del agua residual en el momento del vertido.

4.6. Compresores

Serán de diseño moderno, accionados mediante correas y poleas o directamente por acoplamiento elástico.

El arranque se realizará con los cilindros descargados admitiéndose el by-pass para el arranque en vacío.

El engrase se efectuará por medio de bomba, con presostato diferencial de protección.

Dispondrá en su caso de regulación en función de la presión de aspiración.

En caso de construir una central, deberá asegurarse el equilibrio de aceite en los "carter" de los compresores que la constituyan.

Dispondrán en general de separador de aceite.

El motor de accionamiento del compresor será el adecuado a la capacidad de éste y a las condiciones de trabajo de la instalación, el conjunto estará montado de forma que se eviten ruidos y vibraciones, disponiendo de los elementos antivibratorios adecuados.

Dispondrán de presostato de alta y baja para regular la parada y marcha de los compresores y una válvula de seguridad en la descarga, que en caso de apertura de la misma descargue en la línea de baja presión.

Los compresores irán provistos de manómetro.

4.7. Condensador

Los condensadores a instalar permitirán disipar el calor generado por la instalación, con la diferencia máxima de temperatura entre el medio refrigerante y el vapor a condensar especificado en la Memoria.

Estarán preparados para funcionar a la intemperie y será compatible con las ordenanzas particulares de la presión de condensación.

4.8. Elementos de control, protección y seguridad

4.8.1. Válvulas de seccionamiento

Las válvulas de seccionamiento deberán estar rotuladas o numeradas.

Las válvulas de seccionamiento que se instalen en tuberías de cobre deberán tener apoyos independientes de las tuberías, de resistencia y seguridad adecuadas.

4.8.2. Válvulas de seguridad

Las válvulas de seguridad instaladas con carácter obligatorio, y sus conexiones, tendrán una capacidad de descarga tal que impidan una sobrepresión de un 10% sobre la presión de timbre. Esta condición tendrá que ser cumplida por cada una de las válvulas de seguridad consideradas independientemente.

Las válvulas de seguridad no estarán taradas a presión superior a la de timbre, ni superior a la de prueba de estanqueidad.

Las válvulas de seguridad dispondrán del reglamentario precinto como garantía de su correcto tarado. La instalación de tales precintos podrá realizarse por los fabricantes, instaladores y conservadores-reparadores frigoristas autorizados.

4.8.3. Limitadores de presión

El limitador de presión no estará tarado a presión superior a la máxima de trabajo del sector de alta del compresor, certificada por el fabricante.

4.9. Aparatos indicadores y de medida

4.9.1. Manómetros para fluidos frigorígenos

Los manómetros estarán graduados en unidades de presión, siendo adecuados para los fluidos frigorígenos que se utilicen.

Los manómetros instalados permanentemente en el sector de alta presión deberán tener una graduación superior a un 20% de la presión máxima de servicio, como mínimo.

La presión de servicio máxima de la instalación estará indicada claramente con una fuerte señal roja.

4.9.2. Indicadores de nivel de refrigerante

Los indicadores visuales de nivel de refrigerante líquido de tipo tubo comunicante o similar, de mirilla continua, estarán dotados de protección exterior adecuada para el material transparente y tendrán en sus extremos dispositivos de bloqueo automático para caso de rotura, con válvulas de seccionamiento manuales.

4.10. Condiciones de ejecución y montaje

IF-07. Las condiciones que se han de cumplir en la construcción y montaje de las Instalaciones Frigoríficas, así como en la protección de las mismas, serán determinadas en las Instrucciones Complementarias del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

4.11. Sala de máquinas

Las salas de máquinas deberán estar dotadas de iluminación artificial adecuada En el interior y exterior de la sala de máquinas figurará un cartel con las indicaciones en caso de emergencia:

- Las salas de máquinas específicas deberán servir para alojar exclusivamente los componentes de la instalación frigorífica y demás equipos técnicos auxiliares.
- Se deberá evitar que las emisiones de gas refrigerante procedentes de estas salas de máquinas puedan penetrar en los recintos próximos, escaleras, patios, pasillos, debiendo ser evacuado el gas sin ningún riesgo

- Las salas de máquinas específicas deberán tener puertas que se abran hacia afuera, en un número suficiente para asegurar, en caso de emergencia, una evacuación rápida del personal.

- Las salas de máquinas específicas se airearán mediante ventilación natural o mediante ventilación forzada hacia el exterior del buque de forma que no causen daños o supongan peligro a las personas o bienes. Dicha ventilación será suficiente tanto para condiciones de funcionamiento normales como en casos de emergencias.

- La ventilación forzada deberá garantizar mediante ventiladores capaces de evacuar de la sala de máquinas específica.
- Deberá ser posible conectar y desconectar los ventiladores mediante un interruptor tanto desde dentro como desde fuera de la sala de máquinas específica.

Los motores de aquellos ventiladores que con toda probabilidad deban funcionar en espacios con mezclas inflamables de gas/aire deberán estar emplazados fuera

del flujo de aire o bien cumplir con los requisitos para zonas con riesgos de explosión (antideflagrante). La construcción y materiales de los ventiladores no contribuirán en ningún caso a originar fuego o a la formación de chispas.

4.12. Maquinaria frigorífica y accesorios.

IF-06. En la instalación de la maquinaria frigorífica deberán observarse las siguientes prescripciones:

- Los motores y sus transmisiones deben estar suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal.
- La maquinaria frigorífica y los elementos complementarios deben estar dispuestos de forma que todas sus partes sean fácilmente accesibles e inspeccionables y, en particular, las uniones mecánicas deben ser observables en todo momento.
- Entre los distintos elementos de la sala de máquinas existirá el espacio libre mínimo recomendado por el fabricante de los elementos para poder efectuar las operaciones de mantenimiento.
- En el caso de emplear aparatos autónomos montados en fábrica, deberá preverse la posibilidad de que los aparatos deberán ser reparados y puestos a punto nuevamente fuera de la instalación. Por lo tanto, la instalación deberá disponer de accesos libres y practicables para el movimiento de los citados aparatos.
- Toda instalación frigorífica debe exhibir fijada en la sala de máquinas o en alguno de sus elementos principales, una placa metálica, en lugar bien visible, con el nombre del instalador, presión máxima de servicio, carga máxima del refrigerante para el cual se ha proyectado y construido y año de fabricación.
- Todas las partes del circuito del refrigerante se deberán diseñar y construir para mantener la estanqueidad y soportar la presión que pueda producirse durante el funcionamiento, reposo y transporte teniendo en cuenta las tensiones térmicas, físicas y químicas que puedan preverse.
- Para mezclas zeotrópicas la presión de diseño será la presión correspondiente al punto de rocío.

- El valor mínimo para la presión máxima admisible se determinará de acuerdo con la presión de saturación del refrigerante para las temperaturas de diseño, que con sector de alta presión con condensador enfriado por el agua de mar, será de 45°C, y el evaporador de 5°C.
- La presión de diseño de cada componente no será inferior a la presión máxima admisible "PS" del sistema o de la parte del mismo donde vaya instalado. Este punto no será de aplicación a los compresores que cumplan con la Norma UNEEN- 60335-2-34 o con la EN 12693.
- Todas las tuberías del circuito del refrigerante deberán cumplir con las normas aplicables especificadas en la solicitud de evaluación de conformidad cuando sea preceptivo y se diseñarán, construirán e instalarán para mantener la estanquidad y resistir las presiones y temperaturas que puedan producirse durante el funcionamiento, las paradas y el transporte, teniendo en cuenta los esfuerzos térmicos, físicos y químicos que se prevean.
- Los materiales, espesor de la pared, resistencia a la tracción, ductilidad, resistencia a la corrosión, procedimientos de conformado y pruebas serán adecuados para el refrigerante utilizado y resistirán las presiones y esfuerzos que puedan producirse.
- Las tuberías en los sistemas de refrigeración se deberán diseñar e instalar de tal forma que el golpe de ariete (choque hidráulico) no pueda dañar al sistema.
- Las uniones deberán diseñarse de forma que no sean dañadas por la congelación de agua en su exterior. Serán las adecuadas para la tubería, su material, presión, temperatura y fluido.
- Las tuberías con diferentes diámetros sólo se conectarán utilizando accesorios de reducción de diámetro normalizados.
- Si no hay razones técnicas que lo justifiquen, las uniones deberán ser soldadas.
- Serán preferibles uniones embridadas a uniones abocardadas, roscadas o de compresión, especialmente cuando se puedan producir vibraciones.
- Se evitarán los acoplamientos de cierre rápido.
- En las tuberías aisladas la posición de las uniones desmontables estará permanentemente marcada.
- Las válvulas utilizadas en los sistemas de refrigeración deberán cumplir los requisitos de la Norma UNE EN 12284.

IF-05. Materiales empleados en la construcción de los equipos frigoríficos.

- En el diseño y construcción se utilizan las normas UNE o cualquier otra norma aceptada por los países miembros de la CEE.
- Todos los elementos de los equipos frigoríficos se proyectan, construyen y ajustan de manera que cumplan las prescripciones señaladas en el Vigente Reglamento de Aparatos y Recipientes a Presión.
- Todo material empleado en la construcción e instalación de los equipos frigoríficos, es resistente a la acción de las materias con las que entra en contacto, de forma que no pueda deteriorarse en condiciones normales de utilización.
- El cobre en contacto con refrigerantes deberá estar exento de oxígeno o será desoxidado.

4.13. Protecciones contra sobrepresiones

GENERAL: Instrucción Complementaria IF 08 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas

- Las válvulas de seguridad se deberán diseñar de forma que su cierre sea estanco después de la prueba y de la eventual descarga.
- Se deberá instalar un dispositivo indicador para comprobar si la válvula de seguridad ha descargado a la atmósfera.
- En una chapa de identificación o en el cuerpo de la válvula deberán ir grabadas la presión de tarado y la capacidad nominal de descarga, o bien la presión de tarado, el coeficiente de descarga y la sección de paso.
- Durante el funcionamiento normal, parada y transporte ningún componente de los sistemas de refrigeración deberá sobrepasar la presión máxima admisible. Las presiones internas excesivas debido a causas previsibles se evitarán o aliviarán con el mínimo riesgo posible para personas, bienes y medio ambiente. En el caso de que un dispositivo de alivio de presión esté descargando, la presión en cualquier componente no deberá sobrepasar en más del 10 % la presión máxima admisible.

- Los recipientes que puedan contener refrigerante líquido en condiciones normales de funcionamiento y puedan ser independizados de otras partes del sistema de refrigeración, excepto aquellos cuyo diámetro interior sea inferior a 152 mm, deberán estar protegidos mediante un dispositivo de alivio (por ejemplo, válvula de seguridad).
- Los equipos a presión con un volumen bruto igual o mayor que 100 dm^3 deberán estar provistos de dos dispositivos de alivio montados sobre una válvula conmutadora de 3 vías; cada dispositivo deberá garantizar la capacidad de alivio requerida. Si se cumplen las condiciones expuestas en el apartado 3.4.1.4. podrá utilizarse un solo dispositivo que descargue en el sector de baja del sistema.
- Los equipos a presión con un volumen interior bruto inferior a 100 dm^3 deberán tener, como mínimo, un dispositivo de alivio, bien descargando al sector de baja, o a un recipiente receptor independiente o a la atmósfera.
- Los elementos o dispositivos de alivio de presión deberán estar conectados directamente sobre los recipientes a presión o componentes que protejan o lo más cerca posible de éstos. Deberán ser fácilmente accesibles y, salvo cuando protejan contra sobrepresiones por dilatación térmica del líquido, deberán estar conectados en la parte más alta posible, siempre por encima del nivel de líquido.
- La pérdida de presión entre el componente a proteger y la válvula (dispositivo) de alivio no deberá ser superior al valor límite indicado por el fabricante del mismo, o el resultado de los cálculos establecidos en la Norma UNE EN 13136.
- No deberán colocarse válvulas de cierre entre un componente protegido del sistema y su correspondiente dispositivo de alivio de presión, salvo cuando se empleen dispositivos que descarguen desde un equipo a presión a otro de menor presión.
- Para facilitar el mantenimiento y comprobación del dispositivo de alivio podrá instalarse una válvula conmutadora de tres vías con dos dispositivos de alivio montados sobre la misma.
- Entre la conexión del dispositivo de seguridad para limitar la presión y el generador de presión no deberá existir válvula de corte salvo que:
 - a) Exista un segundo dispositivo de seguridad y ambos estén conectados mediante válvula conmutable de tres vías.

b) El sistema esté provisto de una válvula de alivio o disco de rotura que descargue del sector de alta al de baja presión.

- Los dispositivos de seguridad limitadores de presión deberán estar diseñados de forma que para modificar su punto de ajuste sea necesario utilizar una herramienta.

- Después de una parada por fallo de corriente, deberá impedirse el arranque automático si este resultase peligroso. Si el corte de corriente afectara al dispositivo de seguridad limitador de presión o al microprocesador / ordenador, siempre que éste interviniera en la cadena de seguridad, deberá ser desconectado el compresor.

- Cuando la señal emitida por el limitador de presión sea analógica, el microprocesador / ordenador deberá parar el compresor si el valor de la señal alcanzase cualquiera de los extremos posibles del rango.

- Los dispositivos de seguridad limitadores de presión podrán conectarse directamente por medio de un microprocesador / ordenador al circuito de control del motor del compresor.

- El cálculo para dimensionar los dispositivos de alivio de presión y sus tuberías de conexión se realizará conforme a la Norma UNE-EN 13136 "Sistemas de refrigeración y bombas de calor. Dispositivos de alivio de presión y sus tuberías de conexión. Métodos de Cálculo".

- Las válvulas de seguridad, también denominadas de alivio de presión, destinadas a la protección contra sobrepresiones de cualquier componente en las instalaciones frigoríficas, no podrán tararse a presión superior a la máxima admisible declarada para el componente protegido.

- El fabricante, entregará conjuntamente con las válvulas de seguridad el Certificado de Conformidad con la Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a equipos a presión, el cual deberá formar parte de la documentación que el instalador entregue al usuario.

- El fabricante suministrará estas válvulas taradas, precintadas y con el correspondiente certificado de tarado.

4.13.1. Válvulas de seguridad

Toda instalación frigorífica cuya carga de refrigerante sea igual o mayor a 20 estará protegida, como mínimo, por un elemento de seguridad, conectado a algún elemento del sector de alta presión.

Todo elemento perteneciente al sector de alta presión, excepto las tuberías de conexión y paso de refrigerante, aislable mediante válvulas de seccionamiento y que contenga refrigerante líquido, cuyo diámetro interior sea mayor de 160 milímetros, será protegido por una válvula de seguridad.

La toma o conexión de las válvulas de seguridad se efectuará siempre en una parte del elemento protegido que no pueda ser alcanzada por el nivel del líquido refrigerante.

Las válvulas de seguridad y discos de rotura se instalarán sin válvulas de paso o seccionamiento, que puedan impedir su libre funcionamiento en cualquier circunstancia.

Si la descarga de una válvula de seguridad se efectúa por el sector de baja presión del circuito, se instalará en dicha parte otra válvula de seguridad, de tal forma que no existan válvulas de paso entre ambas.

4.13.2. Fusibles térmicos

La colocación de fusibles térmicos protectores contra sobrepresiones en caso de incendio se ajustará de forma análoga a lo indicado para las válvulas de seguridad, salvo que podrán estar en zona bañada por líquido refrigerante, y su temperatura de fusión será tal que la correspondiente presión de saturación del refrigerante no exceda ni de la presión de timbre ni de 1,2 veces la presión de prueba de estanqueidad del elemento protegido.

Los fusibles térmicos no se colocarán en el sector de baja presión.

4.12.3. Limitadores de presión (presostatos de seguridad a alta presión)

Cuando se utilicen dispositivos de seguridad contra presiones excesivas, como medida adicional durante el funcionamiento normal de la instalación deberá preverse, siempre que sea factible, un limitador que pare el generador de presión

antes de que actúe alguno de los dispositivos de seguridad con descarga a la atmósfera (válvula, disco).

-Todos los sistemas en los que el generador de presión pueda producir presiones superiores a la máxima admisible de los mismos deberán estar provistos con al menos un dispositivo de seguridad limitador de presión o temperatura.

-Todas las instalaciones en las que exista el riesgo de temperaturas bajas deberán estar provistas de un limitador de presión baja según la Norma UNE EN 12263, por ejemplo: para evitar congelaciones en los enfriadores de líquidos y la disminución de la resistencia al impacto (resistencia de los materiales utilizados).

- Compresores de desplazamiento no positivo (dinámicos) no precisarán de dispositivos de alivio, siempre que esté garantizado que no se sobrepasa la presión máxima admisible.

Se instalarán limitadores de presión que en forma automática paren el o los compresores en todos los equipos con más de 10 kg de carga de refrigerante, que trabajen por encima de la presión atmosférica.

Asimismo deberán instalarse limitadores de presión en todos los equipos a condensación por agua, o a condensación por aire, con ventilador no directamente acoplado al motor del compresor, de forma que éste o el generador pueda producir una presión superior a la de timbre, con excepción de los equipos con refrigerante no combustibles y no tóxicos (grupo primero) y carga inferior a 1,5 kg.

La conexión del elemento sensible del limitador de presión deberá efectuarse en un punto del circuito de alta presión tal que no exista ninguna válvula de seccionamiento desde la descarga del compresor o generador.

4.14. Instalación de fontanería

Las descargas de conducciones de agua de enfriamiento de compresores y condensadores al mar no se efectuarán directamente, sino interrumpiendo el conducto con un dispositivo de chorro libre que permita su observación en todo momento.

El agua procedente del enfriamiento de compresores y condensación es el agua de mar.

El suministro desde la red de agua potable estará protegido, en todo caso, por los siguientes elementos:

- un grifo de cierre
- un purgador de control de la estanqueidad del dispositivo de retención
- un dispositivo de retención

En general, toda instalación que utilice agua procedente de una red pública de distribución cumplirá lo establecido en el DB HS 4 del Código Técnico de la Edificación.

4.15. Instalación eléctrica

El proyecto de verificación y utilización de las instalaciones eléctricas necesarias, se ajustarán a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Los circuitos eléctricos de alimentación de los sistemas frigoríficos están instalados de forma que la corriente se establezca o interrumpa independientemente de la alimentación de otras partes de la instalación, y, en especial, de la red de alumbrado, dispositivos de ventilación y sistemas de alarma.

Se tendrán presente las prescripciones de la Instrucción Complementaria IF 012 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

Pruebas verificaciones según el apartado **4.3.5.2.2.**



Universidade da Coruña



“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE”

ESTADO DE MEDICIONES



Universidade da Coruña

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **SEPTIEMBRE 2014**

AUTOR: **Amable García Castiñeira**

Fdo.:

ÍNDICE ESTADO DE MEDICIONES

1.UNIDAD EN BANCADA COMÚN.....	190
1.1. Motor eléctrico	190
1.2. Compresor frigorífico	190
1.3. Bancada y accesorios	190
2.UNIDAD CONDENSADORA.....	191
3.CIRCUITO LUBRICACIÓN	191
4.TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS	191
4.1. Línea de líquido	192
4.2. Línea de aspiración.....	192
4.3. Línea de descarga	192
5.AJUSTE Y PUESTA EN MARCHA INSTALACIÓN	192
6.AJUSTE Y PUESTA EN MARCHA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	193
7.SEGURIDAD Y SALUD	193
7.1. Protecciones personales.....	193
7.2. Protecciones colectivas	193
7.3. Medicina preventiva y primeros auxilios	193

CÓDIGO	MEDICIÓN	PARTIDA
--------	----------	---------

1	UNIDADES EN BANCADA COMÚN	
---	---------------------------	--

1.1	MOTOR ELÉCTRICO	
1.1.1	2,00 u	Motor eléctrico ATBDL 200L 30kW 3x440V/60Hz
1.1.2	2,00 u	Acoplamiento motor-compresor
1.1.3	2,00 h	Mano de obra ayudante frigorista

1.2	COMPRESOR	
1.2.1	2,00 u	Compresor Bock FX14/ 1166
1.2.2	2,00 u	Válvula de servicio descarga compresor 1 3/8"
1.2.3	2,00 u	Válvula de servicio aspiración compresor 2 1/8"
1.2.4	2,00 u	Regulador de capacidad
1.2.5	2,00 u	Interruptor de flujo de aceite
1.2.6	2,00 u	Brida fijación alineación a motor
1.2.7	2,00 h	Mano de obra oficial frigorista
1.2.8	6,00 h	Mano de obra ayudante frigorista

1.3	BANCADA Y ACCESORIOS	
1.3.1	2,00 u	Bancada metálica contra corrosión, soportes auxiliares y bridas
1.3.2	2,00 u	Colector aspiración común acero inoxidable
1.3.3	2,00 u	Colector de descarga acero inoxidable
1.3.4	2,00 u	Presostato de alta KP-5
1.3.5	2,00 u	Presostato de Baja KP-1
1.3.6	2,00 u	Filtro mecánico aspiración
1.3.7	2,00 u	Válvula by-pass arranque compresor
1.3.8	2,00 u	Válvula retención descarga
1.3.9	2,00 u	Latiguillos 1/4"
1.3.10	4,00 u	Unión recta latón (Machón) 1/4"
1.3.11	4,00 u	Reducción latón
1.3.12	2,00 u	Manómetro de alta Ibercub
1.3.13	2,00 u	Manómetro de baja Ibercub
1.3.14	3,00 m	tubería acero St 35,4 6,0 x 1,00
1.3.15	13,00 h	Mano de obra oficial frigorista
1.3.16	13,00 h	Mano de obra ayudante frigorista

2 UNIDAD CONDENSADORA		
2.1	2,00 u	Condensador Teknotherm SK6-10 F-72 L=2000
2.2	8,00 u	Pernos de anclaje suelo inox
2.3	2,00 u	Válvula receptora Hansa 4-3295
2.4	2,00 u	Válvula de seguridad Danfoss SFA 15T
2.5	2,00 u	Juntas y accesorios válvula de seguridad
2.6	2,00 u	Válvula de agua de mar presostática Penn V46BE 9600
2.7	7,00 h	Mano de obra oficial frigorista
2.8	7,00 h	Mano de obra ayudante frigorista

3 CIRCUITO LUBRICACIÓN		
3.1	2,00 u	Separador de aceite Carly, TURBOIL-F 8013 S 1 3/8
3.2	2,00 u	Mirrilla Carly VCYL 13, 3/8"S
3.3	2,00 u	Válvula de cierre Danfoss BMSL 10, 3/8"S 009G0122
3.4	2,00 u	Válvula receptora Hansa 36BV/6B 3/8"
3.5	2,00 u	Interruptor de seguridad de aceite Danfoss MP-55
3.6	4,00 u	Adaptador para válvulas
3.7	2,00 u	Manómetro de aceite Ibercub
3.8	4,00 m	tubería acero St 35,4 6,0 x 1,00
3.9	4,00 u	Codo acero St 35,4 6,0 x 1,00
3.10	2,00 u	Reductor
3.11	6,00 h	Mano de obra oficial frigorista
3.12	6,00 h	Mano de obra ayudante frigorista

4 TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS		
4.1 LÍNEA DE LÍQUIDO		
4.1.1	2,00 u	Filtro deshidratador Henry V-8144
4.1.2	2,00 u	Núcleo para filtro deshidratador Henry
4.1.3	2,00 u	Filtro de línea Danfoss FA-20 1 1/8"
4.1.4	2,00 u	Mirrilla Danfoss SGRN 1/2" NPT, 014-0006
4.1.5	4,00 u	Válvula de cierre Danfoss SVA-S 25, 148B5410
4.1.6	2,00 u	Válvula de cierre Danfoss GBC 35 1 1/8" Ld., 009G7002
4.1.7	2,00 u	Válvula solenoide Danfoss EVR 20 1.1/8" Ld., 032F1244
4.1.8	2,00 u	Bobina para EVR 20: Danfoss 230V 50/60Hz, 018F6732
4.1.9	2,00 u	Elemento termostático Alco XC726 SW2B, 418119
4.1.10	2,00 u	Cuerpo de la válvula para elemento termostático Alco 9153 41800
4.1.11	2,00 u	Conjunto orificio Alco X9117-B8B, 418316

4.1.12	1,00 u	Conjunto de adaptadores, reductores y abrazaderas necesarios
4.1.13	2,00 u	Válvula de carga del refrigerante Hansa 36BV76B
4.1.14	28,00 m	Tubería de cobre Cu-TUBDN-1 1/8"
4.1.15	18,00 u	Codos cobre
4.1.16	38,00 h	Mano de obra oficial frigorista
4.1.17	38,00 h	Mano de obra ayudante frigorista

4.2	LÍNEA DE ASPIRACIÓN	
4.2.1	2,00 u	Válvula de cierre Danfoss GBC 67 2.5/8" Ld., 009G7036
4.2.2	2,00 u	Purgador, filtro de aspiración Friga Bohn BTH-10 2.1/8" Ld., 032
4.2.3	2,00 u	Filtro de aspiración Danfoss STA 50 148H3016
4.2.4	2,00 u	Tapón ciego
4.2.5	1,00 u	Conjunto de adaptadores, reductores y abrazaderas necesarios
4.2.6	2,00 u	Dispositivo de corte y capacidad (presostato) Danfoss KP-2 060-1
4.2.7	28,00 m	Tubería de cobre Cu-TUBDN-2 1/8"
4.2.8	15,00 u	Codos cobre
4.2.9	36,00 h	Mano de obra oficial frigorista
4.2.10	36,00 h	Mano de obra ayudante frigorista

4.3	LÍNEA DE DESCARGA	
4.3.1	2,00 u	Válvula de retención Danfoss NRVA-32 42/37,5, 020-2003
4.3.2	1,00 u	Conjunto de adaptadores, reductores y abrazaderas necesarios
4.3.3	15,00 m	Tubería de cobre Cu-TUBDN-1 3/8"
4.3.4	6,00 u	Codos cobre
4.3.5	14,00 h	Mano de obra oficial frigorista
4.3.6	14,00 h	Mano de obra ayudante frigorista

5	AJUSTE Y PUESTA EN MARCHA INSTALACIÓN	
5.1	1,00 u	Envase retornable freón R-407C 65 Kg
5.2	1,00 u	Envase retornable freón R-407C 25 Kg
5.3	1,00 u	Fluidos de limpieza interior de circuitos Dispersant D 20 KG
5.4	1,00 u	Envase retornable Nitrógeno deshidratar líneas 60 Kg
5.5	80,00 kg	Freón R-407C
5.6	15,00 l	Aceite
5.7	8,00 h	Mano de obra Ingeniero Técnico
5.8	16,00 h	Mano de obra oficial frigorista
5.9	16,00 h	Mano de obra ayudante frigorista

6	AJUSTE Y PUESTA EN MARCHA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	
6.1	7,00 h	Mano de obra oficial electricista
6.2	7,00 h	Mano de obra ayudante electricista

7	SEGURIDAD Y SALUD	
7.1	PROTECCIONES PERSONALES	
7.1.1	4,00 u	Casco de seguridad homologado
7.1.2	4,00 u	Protectores auditivos
7.1.3	2,00 u	Pantalla casco de seguridad para soldar
7.1.4	4,00 u	Gafas contra impactos
7.1.5	4,00 u	Gafas antipolvo
7.1.6	4,00 u	Mascarilla antipolvo
7.1.7	10,00 u	Filtro recambio mascarilla
7.1.8	4,00 u	Mono de trabajo
7.1.9	4,00 u	Peto reflectante
7.1.10	2,00 u	Cinturón de seguridad
7.1.11	2,00 u	Dispositivo anticaída
7.1.12	15,00 u	Tapones antirruído
7.1.13	3,00 u	Par de guantes soldador 34 cm
7.1.14	2,00 u	Par manguitos soldador
7.1.15	2,00 u	Par de guantes aislantes
7.1.16	4,00 u	Par de guantes de cuero
7.1.17	2,00 u	Par de polainas para soldador
7.1.18	2,00 u	Par de botas aislantes
7.1.19	4,00 u	Par de botas de seguridad de piel
7.1.20	2,00 u	Par de botas impermeables
7.1.21	2,00u	Par de botas de seguridad de lona

7.2	PROTECCIONES COLECTIVAS	
7.2.1	1,00 u	Cartel de riesgo con soporte
7.2.2	1,00 u	Cartel de riesgo sin soporte
7.2.3	2,00 u	Extintor de polvo polivalente
7.2.4	2,00 u	Válvula antirretorno para equipo de soldadura

7.3	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	
7.3.1	1,00 u	Botiquín manual de obra
7.3.2	1,00 u	Reposición material sanitario



Universidade da Coruña



“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE”

PRESUPUESTO



Universidade da Coruña

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **SEPTIEMBRE 2014**

AUTOR: **Amable García Castiñeira**

Fdo.:

ÍNDICE PRESUPUESTO

1.UNIDAD EN BANCADA COMÚN.....	195
1.1. Motor eléctrico	195
1.2. Compresor frigorífico	195
1.3. Bancada y accesorios	196
2.UNIDAD CONDENSADORA.....	197
3.CIRCUITO LUBRICACIÓN	198
4.TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS	199
4.1. Línea de líquido	199
4.2. Línea de aspiración.....	200
4.3. Línea de descarga	200
5.AJUSTE Y PUESTA EN MARCHA INSTALACIÓN	201
6.AJUSTE Y PUESTA EN MARCHA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	202
7.SEGURIDAD Y SALUD	203
7.1. Protecciones personales.....	203
7.2. Protecciones colectivas	203
7.3. Medicina preventiva y primeros auxilios	204
8.RESUMEN PRESUPUESTO	205

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

CAPÍTULO 1: UNIDADES EN BANCADA COMÚN

1.1 MOTOR ELÉCTRICO

1.1.1	u Motor eléctrico ATBDL 200L 30kW 3x440V/60Hz	2,00	4.638,85	9.277,70
1.1.2	u Acoplamiento motor-compresor	2,00	490,20	980,40
1.1.3	h Mano de obra ayudante frigorista	2,00	17,01	34,02
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 MOTOR ELÉCTRICO				10.288,00

1.2 COMPRESOR FRIGORÍFICO

1.2.1	u Compresor Bock FX14/ 1166	2,00	5.293,73	10.587,46
1.2.2	u Válvula de servicio descarga compresor 1 3/8"	2,00	342,14	684,28
1.2.3	u Válvula de servicio aspiración compresor 2 1/8"	2,00	455,18	910,36
1.2.4	u Regulador de capacidad	2,00	528,21	1.056,42
1.2.5	u Interruptor de flujo de aceite	2,00	263,11	526,22
1.2.6	u Brida fijación alineación a motor	2,00	358,14	716,28
1.2.7	h Mano de obra oficial frigorista	2,00	20,01	40,02
1.2.8	h Mano de obra ayudante frigorista	6,00	17,01	102,06
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 COMPRESOR FRIGORÍFICO				14.617,22

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.3 BANCADA Y ACCESORIOS				
1.3.1	u Bancada metálica contra corrosión, soportes auxiliares y bridas	2,00	1.244,50	2.489,00
1.3.2	u Colector aspiración común acero inoxidable	2,00	298,12	596,24
1.3.3	u Colector de descarga acero inoxidable	2,00	203,08	406,16
1.3.4	u Presostato de alta KP-5	2,00	101,04	202,08
1.3.5	u Presostato de Baja KP-1	2,00	84,03	168,06
1.3.6	u Filtro mecánico aspiración	2,00	159,46	318,92
1.3.7	u Válvula by-pass arranque compresor	2,00	217,09	434,18
1.3.8	u Válvula retención descarga	2,00	146,06	292,12
1.3.9	u Latiguillos 1/4"	2,00	11,00	22,00
1.3.10	u Unión recta latón (Machón) 1/4"	4,00	1,72	6,88
1.3.11	u Reducción latón	4,00	2,20	8,80
1.3.12	u Manómetro de alta Ibercub	2,00	155,06	310,12
1.3.13	u Manómetro de baja Ibercub	2,00	155,06	310,12
1.3.14	m tubería acero St 35,4 6,0 x 1,00	3,00	9,15	27,45
1.3.15	h Mano de obra oficial frigorista	13,00	20,01	260,13
1.3.16	h Mano de obra ayudante frigorista	13,00	17,01	221,13
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.3 BANCADA Y ACCESORIOS				6.073,39
TOTAL CAPÍTULO 1 UNIDADES EN BANCADA COMÚN				30.978,61

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 2: UNIDAD CONDENSADORA				
2.1	u Condensador Teknotherm SK6-10 F-72 L=2000	2,00	3.106,24	6.212,48
2.2	u Pernos de anclaje suelo inox	8,00	4,00	32,00
2.3	u Válvula receptora Hansa 4-3295	2,00	124,21	248,42
2.4	u Válvula de seguridad Danfoss SFA 15T	2,00	381,65	763,30
2.5	u Juntas y accesorios válvula de seguridad	2,00	573,33	1.146,66
2.6	u Válvula de agua de mar automática Penn V46BE 9600	2,00	486,39	972,78
2.7	h Mano de obra oficial frigorista	7,00	20,01	140,07
2.8	h Mano de obra ayudante frigorista	7,00	17,01	119,07
TOTAL CAPÍTULO 2 UNIDAD CONDENSADORA.....				9.634,78

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 3: CIRCUITO LUBRICACIÓN				
3.1	u Separador de aceite Carly,TURBOIL-F 8013 S 1 3/8"	2,00	542,72	1.085,44
3.2	u Mirilla Carly VCYL 13, 3/8"S	2,00	46,32	92,64
3.3	u Válvula de cierre Danfoss BMSL 10, 3/8"S 009G0122	2,00	96,04	192,08
3.4	u Válvula receptora Hansa 36BV/6B 3/8"	2,00	124,21	248,42
3.5	u Interruptor de seguridad de aceite Danfoss MP-55	2,00	209,88	419,76
3.6	u Adaptador para válvulas	4,00	50,02	200,08
3.7	u Manómetro de aceite Ibercub	2,00	205,68	411,36
3.8	m tubería acero St 35,4 6,0 x 1,00	4,00	9,15	36,60
3.9	u Codo acero St 35,4 6,0 x 1,00	4,00	7,00	28,00
3.10	u Reductor	2,00	6,30	12,60
3.11	h Mano de obra oficial frigorista	6,00	20,01	120,06
3.12	h Mano de obra ayudante frigorista	6,00	17,01	102,06
TOTAL CAPÍTULO 3 CIRCUITO LUBRICACIÓN				2.949,10

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 4: TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS				
4.1 LÍNEA DE LÍQUIDO				
4.1.1	u Filtro deshidratador Henry V-8144	2,00	123,45	246,90
4.1.2	u Núcleo para filtro deshidratador Henry	2,00	36,41	72,82
4.1.3	u Filtro de línea Danfoss FA-20 1 1/8" soldar	2,00	147,06	294,12
4.1.4	u Mirilla Danfoss SGRN ½" NPT, 014-0006	2,00	41,02	82,04
4.1.5	u Válvula de cierre Danfoss SVA-S 25, 148B5410	4,00	174,07	696,28
4.1.6	u Válvula de cierre Danfoss GBC 35 1.1/8" Ld., 009G7002	2,00	140,06	280,12
4.1.7	u Válvula solenoide Danfoss EVR 20 1.1/8" Ld., 032F1244	2,00	190,08	380,16
4.1.8	u Bobina para EVR 20: Danfoss 230V 50/60Hz, 018F6732	2,00	32,81	65,62
4.1.9	u Elemento termostático Alco XC726 SW2B, 418119	2,00	277,11	554,22
4.1.10	u Cuerpo de la válvula para elemento termostático Alco 9153 41800	2,00	109,04	218,08
4.1.11	u Conjunto orificio Alco X9117-B8B, 418316	2,00	106,28	212,56
4.1.12	u Conjunto de adaptadores, reductores y abrazaderas necesarios	1,00	730,29	730,29
4.1.13	u Válvula de carga del refrigerante Hansa 36BV76B	2,00	139,56	279,12
4.1.14	m Tubería de cobre Cu-TUBDN-1 1/8"-	28,00	3,00	84,00
4.1.15	u Codos cobre	18,00	4,24	76,32
4.1.16	h Mano de obra oficial frigorista	38,00	20,01	760,38
4.1.17	h Mano de obra ayudante frigorista	38,00	17,01	646,38
TOTAL SUBCAPÍTULO 4.1 LÍNEA DE LÍQUIDO				5.679,41

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4.2 LÍNEA DE ASPIRACIÓN				
4.2.1	u Válvula de cierre Danfoss GBC 67 2. 1/8" Ld., 009G7036	2,00	400,06	800,12
4.2.2	u Purgador, filtro de aspiración Friga Bohn BTH-10 2.1/8" Ld., 032	2,00	246,68	493,36
4.2.3	u Filtro de aspiración Danfoss STA 50 148H3016	2,00	250,10	500,20
4.2.4	u Tapón ciego	2,00	12,00	24,00
4.2.5	u Conjunto de adaptadores, reductores y abrazaderas necesarios	1,00	380,15	380,15
4.2.6	u Dispositivo de corte y capacidad (presostato) Danfoss KP-2 060-1	2,00	85,03	170,06
4.2.7	m Tubería de cobre Cu-TUBDN-2 1/8"	28,00	5,00	140,00
4.2.8	u Codos cobre	15,00	12,51	187,65
4.2.9	h Mano de obra oficial frigorista	36,00	20,01	720,36
4.2.10	h Mano de obra ayudante frigorista	36,00	17,01	612,36
TOTAL SUBCAPÍTULO 4.2 LÍNEA DE ASPIRACIÓN.....				4.028,26
4.3 LÍNEA DE DESCARGA				
4.3.1	u Válvula de retención Danfoss NRVA-32 42/37,5, 020-2003	2,00	284,31	568,62
4.3.2	u Conjunto de adaptadores, reductores y abrazaderas necesarios	1,00	254,10	254,10
4.3.3	u Tubería de cobre Cu-TUBDN-1 3/8"	15,00	4,54	68,10
4.3.4	u Codos cobre	6,00	5,90	35,40
4.3.5	h Mano de obra oficial frigorista	14,00	20,01	280,14
4.3.6	h Mano de obra ayudante frigorista	14,00	17,01	238,14
TOTAL SUBCAPÍTULO 4.3 LÍNEA DE DESCARGA.....				1.444,50
TOTAL CAPÍTULO 4 TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS.....				11.152,17

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 5 AJUSTE Y PUESTA EN MARCHA INSTALACIÓN				
Puesta en marcha de la instalación de forma coordinada con los demás proveedores incluyendo: Limpieza interior tuberías, deshidratación interior de tuberías, carga de freón, carga de aceite compresores, prueba de presión de timbre, prueba de seguridades recipientes a presión, búsqueda de fugas, ajuste y prueba de presostatos y termostatos, toma de parámetros de funcionamiento, etc.				
5.1	u Envase retornable freón R-407C 65 Kg	1,00	173,07	173,07
5.2	u Envase retornable freón R-407C 25 Kg	1,00	97,04	97,04
5.3	u Fluidos de limpieza interior de circuitos Dispersant D 20 Kg	1,00	373,15	373,15
5.4	u Envase retornable Nitrógeno deshidratar líneas 60 Kg	1,00	111,04	111,04
5.5	kg Freón R-407C	80,00	12,00	960,00
5.6	l Aceite	15,00	12,61	189,15
5.7	h Mano de obra Ingeniero Técnico	8,00	30,01	240,08
5.8	h Mano de obra oficial frigorista	16,00	20,01	320,16
5.9	h Mano de obra ayudante frigorista	16,00	17,01	272,16
TOTAL CAPÍTULO 5 AJUSTE Y PUESTA EN MARCHA INSTALACIÓN				2.735,85

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 6 AJUSTE Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
Puesta en marcha de la instalación de forma coordinada con los demás proveedores incluyendo ajuste y prueba protecciones, ajuste y prueba automatización.				
6.1	h Mano de obra oficial electricista	7,00	20,01	140,07
6.2	h Mano de obra ayudante electricista	7,00	17,01	119,07
TOTAL CAPÍTULO 6 AJUSTE Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA				259,14

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

CAPÍTULO 7: SEGURIDAD Y SALUD

SUBCAPÍTULO 7.1 PROTECCIONES PERSONALES

7.1.1	u Casco de seguridad homologado	4,00	2,16	8,64
7.1.2	u Protectores auditivos	4,00	10,44	41,76
7.1.3	u Pantalla casco de seguridad para soldar	2,00	22,27	44,54
7.1.4	u Gafas contra impactos	4,00	12,16	48,64
7.1.5	u Gafas antipolvo	4,00	3,10	12,40
7.1.6	u Mascarilla antipolvo	4,00	2,78	11,12
7.1.7	u Filtro recambio mascarilla	10,00	0,64	6,40
7.1.8	u Mono de trabajo	4,00	14,21	56,84
7.1.9	u Peto reflectante	4,00	17,67	70,68
7.1.10	u Cinturón de seguridad	2,00	71,60	143,20
7.1.11	u Dispositivo anticaída	2,00	27,81	55,62
7.1.12	u Tapones antirruído	15,00	0,27	4,05
7.1.13	u Par de guantes soldador 34 cm	3,00	8,44	25,32
7.1.14	u Par manguitos soldador	2,00	11,48	22,96
7.1.15	u Par de guantes aislantes	2,00	30,30	60,60
7.1.16	u Par de guantes de cuero	4,00	7,71	30,84
7.1.17	u Par de polainas para soldador	2,00	11,55	23,10
7.1.18	u Par de botas aislantes	2,00	26,23	52,46
7.1.19	u Par de botas de seguridad de piel	4,00	30,27	121,08
7.1.20	u Par de botas impermeables	2,00	14,22	28,44
7.1.21	u Par de botas de seguridad de lona	2,00	19,60	39,20

TOTAL SUBCAPÍTULO 7.1 PROTECCIONES PERSONALES 907,89

SUBCAPÍTULO 7.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

7.2.1	u Cartel de riesgo con soporte	1,00	21,95	21,95
7.2.2	u Cartel de riesgo sin soporte	1,00	6,99	6,99
7.2.3	u Extintor de polvo polivalente	2,00	60,02	120,04
7.2.4	u Válvula antirretorno para equipo de soldadura	2,00	135,17	270,34

TOTAL SUBCAPÍTULO 7.2 PROTECCIONES COLECTIVAS 419,32

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
7.3 MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS				
7.3.1	u Botiquín manual de obra	1,00	324,27	324,27
7.3.2	u Reposición material sanitario	1,00	62,09	62,09
TOTAL SUBCAPÍTULO 7.3 MEDICINA PREVENTIVA Y				386,36
TOTAL CAPÍTULO 7 SEGURIDAD Y SALUD.....				1.713,57
TOTAL				59.423,22

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	UNIDADES EN BANCADA COMÚN	30.978,61	52,13
2	UNIDAD CONDENSADORA	9.634,78	16,21
3	CIRCUITO LUBRICACIÓN	2.949,10	4,96
4	TUBERÍAS, VÁLVULAS Y ACCESORIOS	11.152,17	18,77
5	AJUSTE Y PUESTA EN MARCHA INSTALACIÓN	2.735,85	4,60
6	AJUSTE Y PUESTA EN MARCHA DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA	259,14	0,44
7	SEGURIDAD Y SALUD	1.713,57	2,88
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		59.423,22	
	13,00 % Gastos generales	7.725,02	
	6,00 % Beneficio industrial	3.565,39	
SUMA DE G.G. y B.I.		11.290,41	
	21,00 % I.V.A.	14.849,86	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		85.563,49	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		85.563,49	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de OCHENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS SESENTA Y TRES EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS



Universidade da Coruña



“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE”

ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA



Universidade da Coruña

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **SEPTIEMBRE 2014**

AUTOR: **Amable García Castiñeira**

Fdo.:



Universidade da Coruña



“INSTALACIÓN DE AIRE ACONDICIONADO DE UN BUQUE MERCANTE”

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



Universidade da Coruña

ESCOLA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA E MÁQUINAS

FECHA: **SEPTIEMBRE 2014**

AUTOR: Amable García Castiñeira

Fdo.:

ÍNDICE DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. INTRODUCCIÓN	207
2. ESTIMACIÓN DE LOS RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN LOS TRABAJOS A REALIZAR.....	208
2.1.Caídas al mismo nivel	208
2.2.Caídas a distinto nivel	208
2.3.Caídas de objetos de cotas superiores, materiales desplomados, manipulados o desprendidos.....	209
2.4.Golpes y/o cortes por objetos o herramientas	210
2.5.Atrapamientos en operaciones de carga	211
2.6.Atropellos por máquinas en movimiento.....	211
2.7.Contactos térmicos.....	212
2.8.Contactos eléctricos	112
2.9.Incendio y/o explosión	213
2.10.Ruido	213
2.11.Sobreesfuerzos	214
2.12.Agentes químicos	214
3.RELACIÓN DE EQUIPOS Y MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA E INDIVIDUAL.....	214
4.FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES	216
5.MODO DE ACTUAR EN CASO DE EMERGENCIA Y TELÉFONOS	216
6.OTRAS CONSIDERACIONES	217
7. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES	217

1. INTRODUCCIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento del Real Decreto 1627/97. Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en Obras de Construcción, se realiza el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud.

Este estudio servirá para darle, a la empresa instaladora, las directrices básicas para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos laborales, así como, ayudar a la elaboración del plan de seguridad y salud.

El proceso constructivo de la obra se ajustará, en la medida de lo posible, a las partidas que se describen en la Memoria de este proyecto y en el orden en que se establecen cumpliendo siempre con las medidas preventivas adecuadas.

El Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, dispone en su Artículo 4.

Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud o del estudio básico de seguridad y salud en las obras, que:

“1. El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:

a. Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).

b. Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

c. Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.

d. Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

2. En los proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos previstos en el apartado anterior, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud.”

Por tanto, la realización de un **estudio básico de seguridad y salud**, se justifica debido a que las obras proyectadas en el presente documento no cumplen con ninguno de los supuestos de este artículo.

2. ESTIMACIÓN DE LOS RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS EN LOS TRABAJOS A REALIZAR

2.1. Caídas al mismo nivel

Objetos abandonados en los pisos (tornillos, piezas, herramientas, materiales, trapos, recortes, escombros, etc.), cables, tubos y cuerdas cruzando la zona de paso (cables eléctricos, mangueras, cadenas, etc.), alfombras y moquetas sueltas, pavimento con desniveles, resbaladizo e irregular, agua, aceite, grasa y detergentes.

Prevención:

Las zonas de trabajo deberán ser lo suficientemente amplias para el tránsito del personal, mirando que el mismo esté libre de obstáculos a fin de evitar torceduras, contusiones y cortes.

Todas las herramientas, piezas y restos de objetos se almacenarán en lugares destinados para ello y no se dejarán nunca en la zona de paso de otros trabajadores o terceras personas.

Bajo ningún concepto se dejarán nunca sin estar debidamente protegidos, tapados o acordonados con barandillas rígidas, resistentes y de altura adecuada.

Se utilizará calzado de seguridad con suelas antideslizantes, y punteras y plantillas de acero.

2.2. Caídas a distinto nivel

Escaleras de peldaños, escalas fijas de servicio, escalas de mano, altillos, plataformas, pasarelas, fosos, muelles de carga, estructuras y andamios, zanjas, aberturas en piso, huecos de montacargas, etc.

Prevención:

Es obligatorio utilizar el arnés de seguridad adecuado para todo trabajo en altura, efectuado desde lugares que no dispongan de protección colectiva (bordes del hueco del ascensor).

Se dispondrán líneas de vida sujetas a puntos fijos, sólidos y resistentes a los que atar los mosquetones de los cinturones de seguridad durante todos los trabajos a realizar en las condiciones descritas anteriormente.

No se arrojarán herramientas ni materiales al interior de la excavación. Se pasarán de mano en mano o utilizando una cuerda o capazo para estos fines.

Será balizado el perímetro de bordes de desniveles que no estén protegidos (por no superar la profundidad de 2 metros).

Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente y normas de seguridad.

Los accesos a los al foso o partes inferiores del hueco del ascensor se realizarán mediante escaleras de mano en perfectas condiciones, siempre que la disposición del trabajo lo permita, o en su caso por las escaleras normales del buque, nunca saltando al foso para bajar o escalando por la construcción para subir.

2.3. Caídas de objetos de cotas superiores, materiales desplomados, manipulados o desprendidos

Posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras elevadas, estanterías, pilas de materiales, mercancías almacenadas, tabiques, escaleras, hundimientos por sobrecarga, etc.

Prevención:

No se colocarán materiales, herramientas, etc., en la proximidad de máquinas o aparatos que por su situación, puedan ser atrapados por los mismos y/o que puedan caer desde altura a cotas inferiores.

Los trabajadores no pasarán ni permanecerán bajo otros operarios trabajando, ni bajo cargas suspendidas.

Las cargas suspendidas serán guiadas con cuerdas hasta el lugar de recibido.

Antes de utilizar cualquier aparato de elevación de cargas (camión grúa) se comprobará:

- a) El buen estado de los elementos de sujeción (cuerdas, cables, cadenas, eslingas y ganchos), los cuales indicarán la carga máxima que soportan, al igual que el propio aparato de elevación.
- b) Que la carga a elevar y/o transportar no excede el límite de carga, ni del aparato de elevación, ni de los elementos de sujeción.
- c) Que la carga está correctamente eslingada y/o contenida completamente en recipiente apropiado.

Cuando se maneje cualquier aparato de elevación de cargas se tendrá siempre presente lo siguiente:

- a) Revisar el trayecto a realizar por la carga y asegurarse de que todos los operarios de la zona afectada por el desplazamiento de la mencionada carga son advertidos.
- b) No avanzar con la carga si no se ve perfectamente la zona de avance de la misma.

Está completamente prohibido pasar cargas suspendidas sobre los trabajadores, así como balancear las cargas.

2.4. Golpes y/o cortes por objetos o herramientas

Lesión por un objeto o herramienta que se mueve por fuerzas diferentes a la de la gravedad. Se incluyen golpes con martillos y otras herramientas de uso habitual o esporádico utilizadas por los operarios.

Prevención:

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo, y en especial las salidas y vías previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de forma que esa sea posible utilizarlas sin dificultad en todo momento.

Los manuales de instrucciones de todas las máquinas y portátiles se encontrarán a disposición de los trabajadores que las manejen.

No se anularán los dispositivos de seguridad de las máquinas herramientas (radiales, taladros, sierras, etc.).

Todas las herramientas que se utilicen estarán en perfecto estado de uso y conservación.

Se revisarán periódicamente, inspeccionando cuidadosamente mangos, filos, zonas de ajuste, partes móviles, partes cortantes y/o susceptibles de proyección.

Se utilizarán guantes contra agresiones mecánicas para cualquier operación de corte y para el manejo de piezas con aristas cortantes.

2.5. Atrapamientos en operaciones de carga

Elementos tales como partes en rotación y traslación de máquinas, equipos, instalaciones u objetos y procesos.

Prevención:

Para el tránsito por las instalaciones se presentará la máxima atención al movimiento de las máquinas utilizando los pasillos y zonas de paso lo suficientemente alejados de las mismas ya que, aunque estén paradas, podrían ponerse en movimiento de forma inesperada.

Durante las operaciones de manipulación mecánica de cargas sólo permanecerán en la zona los trabajadores imprescindibles para recibir el material.

La zona de recepción de materiales y/o piezas pesadas estará señalizada en su perímetro para impedir que personas ajenas a la citada operación atraviesen la zona de izado.

Se prohíbe la permanencia y/o tránsito de trabajadores bajo cargas suspendidas o bajo el radio de acción de máquinas de elevación.

En el caso de que la carga, por sus dimensiones, deba ser guiada, la guía se realizará con cuerdas, además, la operación deberá ser supervisada por el encargado.

Las labores de mantenimiento, limpieza o sustitución de útiles (brocas, discos, etc.) de la maquinaria se realizará de acuerdo a las instrucciones del fabricante, con ella parada y desconectada de la fuente de alimentación.

2.6. Atropellos por máquinas en movimiento

Comprende los atropellos de personas por vehículos (a la hora de recepcionar el material), así como los accidentes de vehículos en los que el trabajador lesionado va sobre el mismo. En este apartado no se contemplan los accidentes “in itinere”

Prevención:

Deberán adoptarse medidas de organización para evitar que se encuentren trabajadores a pie de la zona de trabajo de equipos de trabajo automotores.

2.7. Contactos térmicos

Accidentes debidos a las temperaturas extremas que tienen los objetos que entran en contacto con cualquier parte del cuerpo, incluyéndose líquidos y sólidos calientes.

En el caso supuesto que este tipo de causa o riesgo se presente conjuntamente con exposición a temperaturas extremas, prevalecerá ésta última.

Prevención:

Deberán seguirse escrupulosamente las instrucciones proporcionadas por el fabricante del equipo de soldadura de plásticos técnicos, teniendo especialmente en cuenta las señales de advertencia relativas a las partes calientes de la máquina.

2.8. Contactos eléctricos (cables de alimentación, cables de máquinas, cuadros eléctricos, motores)

Riesgo de daño por descarga eléctrica al entrar en contacto con algún elemento sometido a tensión eléctrica (cables de alimentación, cables de máquinas, cuadros eléctricos, motores, etc.).

Prevención:

Toda instalación provisional y equipos eléctricos cumplirán la normativa vigente. En todo caso se evitará que los cables estén en el suelo o en zonas húmedas y en general donde puedan ser dañados.

Los conductores eléctricos, enchufes y tomas serán revisados periódicamente y sustituidos en cuanto se observe deterioro en su aislamiento. Se revisarán periódicamente las protecciones contra contactos directos e indirectos de máquinas e instalaciones, corrigiéndose de inmediato cualquier deficiencia.

Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros y/o ladrones y/o alargadores, etc., sin la utilización de clavijas macho-hembra en perfectas condiciones de conservación.

Siempre se utilizarán conductores y enchufes de intemperie. Las clavijas permanecerán elevadas del suelo, especialmente en zonas húmedas o mojadas. Se evitará el abuso de ladrones.

A la hora de conectar un equipo a la red eléctrica cerciorarse de que es a la toma adecuada a la tensión que necesita el equipo.

Los conductores eléctricos no se situarán en zonas por las que circulen o puedan circular vehículos. Si resulta imprescindible que atraviesen dichas zonas, estarán protegidos.

Se suspenderán los trabajos con herramientas eléctricas en régimen de lluvias. Si el lugar de trabajo está mojado se utilizarán portátiles de baterías en vez de herramientas conectadas a la red.

La instalación eléctrica que forma parte de los trabajos contratados será realizada por un instalador autorizado. La manipulación y operaciones en los cuadros eléctricos están reservadas exclusivamente al personal especializado y autorizado.

Se procederá a verificar el corte de corriente de las zonas de trabajo ateniéndose a alguno de los procedimientos de seguridad consistentes en tarjetas de corte.

2.9. Incendio y/o explosión

Accidentes generados por los efectos del fuego y sus consecuencias (efectos calóricos, térmicos, humos, etc.), debido a la propagación del incendio por no disponer de medios adecuados para su extinción.

Acciones que dan lugar a lesiones causadas por la onda expansiva o efectos secundarios de deflagraciones, explosiones, detonaciones, etc.

Prevención:

Se dispondrá de un extintor de incendios de eficacia (polvo polivalente) y carga apropiada en función de los materiales combustibles en la obra.

Se avisará a los bomberos de cualquier anomalía que pueda ser origen de un incendio o una explosión.

2.10. Ruido

Posibilidad de lesión auditiva por exposición a un nivel de ruido superior a los límites admisibles.

Prevención:

Se utilizarán cascos o tapones anti ruido en los trabajos de más de 90dB, como por ejemplo, la utilización de radiales.

2.11. Sobreesfuerzos

Comprende o engloba los riesgos capaces de generar accidentes debidos a la utilización inadecuada de cargas, cargas excesivas, fatiga física y movimientos mal realizados por los operarios con posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas.

Prevención:

No se transportarán manualmente cargas superiores a 25 kg. Por parte de un solo trabajador. Durante la manipulación manual de cargas se adoptarán posturas correctas, manteniendo siempre la espalda recta.

2.12. Agentes químicos

Están contruidos por materia inerte no viva y puede estar presente en el aire o en el ambiente de trabajo de diversas formas. Exposición a polvos minerales o vegetales, gases, humos y vapores, nieblas, etc., son algunos de los ejemplos.

Prevención:

En el caso de utilización, se dispondrá de las fichas de datos de seguridad de los productos químicos a utilizar, las cuales permanecerán a disposición de los trabajadores que manipulen dichos productos.

Los envases de los productos químicos estarán correctamente etiquetados.

Los trabajadores utilizarán los equipos de protección personal indicados en dichas etiquetas y/o fichas de datos de seguridad.

3. RELACIÓN DE EQUIPOS Y MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA E INDIVIDUAL

-Casco de seguridad: casco contra agresiones mecánicas; categoría II LD 440 Vac; característica según la norma UNE-EN 397 sobre cascos de protección.

-Botas de seguridad: categoría II SR + P + WRU + SUELA ANTIDESLIZANTE + EMPEINE REFORZADO.

-Equipos anticaídas: arnés anticaídas y sus dispositivos de amarre y sujeción; categoría III; características según la norma UNE-EN 354; mosquetón ovalado

asimétrico, según especificaciones UNE-EN 362, de 10x120 mm de longitud, con cierre y bloqueo automático, apertura de 17mm de diámetro). Norma UNE-EN 361 especificaciones sobre EPI's contra caídas. Arnese: arnés anti caída con punto de enganche en zona dorsal, hombreras y perneras regulables.

-Gafas antiimpactos: gafas antiimpactos con montura integral (365.2 I 1 F N); categoría II; características según norma CE-EN 166; resistente a impactos de partículas a alta velocidad y baja energía; antivaho.

-Protectores auditivos: orejeras adaptables al casco de seguridad o tapones. Categoría II; características según normas UNE-EN 352-2 y UNE-EN 358.

-Guantes de cuero contra agresiones mecánicas: categoría II; características según normas UNE-EN 388 y 407; mecánica 3221: abrasión – nivel 3, corte – nivel 2, desgarrado – nivel 2, perforación – nivel 1; térmica 410240: combustibilidad – nivel 4, calor contacto – nivel, calor convectivo - nivel 0, calor por radiación – nivel 2, pequeñas salpicaduras metal – nivel 4, grandes cantidades de metal – nivel 0.

-Otros:

- Pantalla de soldador.
- Mascarillas antipolvo.
- Protectores auditivos.
- Polainas de soldador.
- Manguitos de soldador.
- Mandiles de soldador.
- Cinturón de seguridad de sujeción.
- Tapas provisionales para huecos.
- Vallas de limitación y protección.
- Señales de seguridad.
- Cinta de balizamiento.
- Tubo de sujeción cinturón de seguridad.
- Anclajes para tubo.
- Extintores.

- Interruptores diferenciales.
- Tomas de tierra.
- Válvulas antirretroceso.

4. FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES

Todo el personal participante en estos trabajos habrá de conocer los riesgos contenidos en este Estudio Básico de Seguridad y Salud, así como las medidas preventivas que han de tomarse.

Para ello, serán formados e informados previamente al inicio de la obra.

5. MODO DE ACTUAR EN CASO DE EMERGENCIA Y TELÉFONOS

Los trabajadores deben ser instruidos y ser conocedores de cómo actuar en caso de emergencia.

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Si se produce un accidente se actuará con serenidad, socorriendo primero a los heridos que presenten asfixia o hemorragia intensa y siguiendo las siguientes pautas:

Se avisará inmediatamente a la ambulancia – Servicios Médicos y/o a las Bomberos, o a Vigilancia según sea la necesidad por la naturaleza del accidente o emergencia, indicándose de manera clara y precisa el lugar al que deben acudir, el número de heridos y la causa de la lesión. Las personas implicadas se situarán, y harán lo mismo que sus compañeros si están heridos, en un lugar seguro. Se actuará siempre de forma que no cunda el pánico y a ser posible se despejará la zona donde ocurra la emergencia.

Se saldrá al encuentro de los servicios que se avisen para informarles dónde deben actuar y para indicarles las particularidades de la obra o de la instalación, tales como si hay gas o humos, si hay cables eléctricos con tensión, si hay fosos o huecos en el suelo o al vacío o cualquier otro peligro inesperado.

En caso de accidente o incidente se avisará inmediatamente a los técnicos de seguridad y a los gestores del contrato.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis,

etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo, y que será repetido en el período de un año.

6. OTRAS CONSIDERACIONES

Si la empresa contratista principal subcontrata a otros la realización de trabajos u obras, deberá vigilar el cumplimiento por parte de dichos subcontratistas de toda la normativa de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular las exigencias y medidas de prevención y protección recogidas en su plan específico de seguridad, debiendo facilitar a los subcontratistas toda la información por ella recibida, asegurándose de que la misma sea transmitida a los trabajadores de los subcontratistas como si fuesen propios.

Cuando durante el desarrollo de los trabajos en cualquier fase de la obra, se presenten situaciones de riesgo o peligro que hagan necesario la aplicación de medidas preventivas diferentes a las contempladas en el Estudio Básico de Seguridad y Salud, tal circunstancia se pondrá en conocimiento de los responsables de factoría, recogiéndose las medidas adicionales de prevención que resulten necesarias en un documento complementario del Plan de Seguridad y Salud del contratista, las cuales serán trasladadas en todos los casos a los trabajadores afectados.

Los trabajadores de la empresa contratista principal y de las empresas subcontratadas tendrán en vigor los reconocimientos médicos periódicos pertinentes de acuerdo con lo establecido por el servicio de Vigilancia de la Salud. Dichos reconocimientos médicos serán específicos para cada puesto de trabajo.

7. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES

- Estatuto de los Trabajadores.

- Ley 31/95, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, incluyendo las modificaciones realizadas por la Ley 54/03 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

- Real Decreto 39/97, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención,
- Real Decreto 604/06, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/97, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 780/98, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/97, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 286/06, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Ley 32/06, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la Construcción.
- Real Decreto 614/01, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 773/97, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 486/97, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/97, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/97, de 18 de julio, sobre utilización de equipos de trabajo.

- Real Decreto 487/97, de 14 de abril, sobre manipulación de cargas.

- Estatuto de los trabajadores.