

UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

INGENIERÍA MARINA

ENERGÍA Y PROPULSIÓN.

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA

**“INSTALACIÓN FRIGORÍFICA DE
GAMBUZA CON TRES
TEMPERATURAS”**

TRABAJO FIN DE GRADO

TFG/GEM/E-27-15

FEBRERO - 2015

AUTOR: José Ricardo Senra Soneira

TUTOR: Felipe Antelo González

“INSTALACIÓN FRIGORÍFICA DE GAMBUZA CON TRES TEMPERATURAS”

INDICE GENERAL

GRADO DE INGENIERÍA MARINA.

ENERGÍA Y PROPULSIÓN

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA: FEBRERO -2015

AUTOR: El alumno

Fdo.: José Ricardo senra Soneira

INDICE GENERAL**Página**

1	MEMORIA.	10
1.1	Objeto.	10
1.2	Alcance.	10
1.3	Antecedentes.	10
1.3.1	Descripción general del buque.	10
1.3.2	La pesca de Palangre	11
1.3.2.1	Seme-pelagico.	12
1.3.2.2	Pelagico	13
1.3.3	Producto a capturar y su conservación.	13
1.3.3.1	La Merluza	13
1.3.3.2	El Pez Espada	13
1.3.3.3	El Marrojo	14
1.4	Normas y referencias.	16
1.4.1	Disposiciones legales y normativas aplicables.	16
1.4.2	Bibliografía.	17
1.4.3	Programas de cálculo.	17
1.4.4	Otras referencias.	18
1.5	Definiciones y abreviaturas.	18
1.6	Requisitos de diseño.	23
1.6.1	Capacidad de congelación.	23

1.6.2	Capacidad de conservación.	23
1.6.3	Requisitos técnicos.	24
1.7	Análisis de soluciones.	24
1.7.1	Solución adoptada.	24
1.7.1.1	Armario de congelación por placas.	24
1.7.1.2	Bodega y entrepuentes de conservación.	25
1.7.1.3	Datos comunes.	25
1.8	Resultados finales.	25
1.8.1	Soluciones adoptadas en cuanto a circuitos y principio de funcionamiento.	26
1.8.1.1	Principios de refrigeración mecánica.	27
1.8.1.2	Ciclos de refrigeración mecánica.	28
1.8.1.3	Ciclos de compresión.	28
1.8.1.4	Sistema de condensación.	29
1.8.1.5	Sistema de evaporación.	31
1.8.1.6	Armario de congelación por placas.	31
1.8.1.7	Evaporadores de bodega y entrepuentes.	35
1.8.1.8	Válvulas de expansión termostática.	36
1.8.1.9	Sistema de desescarche.	36
1.8.1.10	Tuberías de refrigerante.	36
1.8.1.11	Mecanismos de regulación y control.	37
1.8.1.12	Programas de cálculo.	38
1.8.2	Aislamiento térmico de los recintos.	39
1.8.3	Instalaciones eléctricas.	40

1.8.3.1	Previsión de consumo de potencia eléctrica.	40
1.8.3.2	Generalidades.	41
1.8.3.3	Prescripciones especiales.	41
1.8.3.4	Cuadro eléctrico.	41
1.9	Orden de prioridad de los documentos básicos.	41

INDICE DE LOS ANEXOS**Página****2 - ANEXOS.**ANEXO 1;

2.1- Cálculo del aislamientos térmico de los recintos	43
2.1.1-Cálculo de los coeficientes de convección y conducción de transmisión de calor.	43
2.1.1.1- Cálculo de los coeficientes de conducción de transmisión de calor.	43
2.1.1.2- Cálculo de los coeficientes de convección de transmisión de calor.	43
2.1.1.2.1 - Coeficientes de convección interiores.	43
2.1.1.2.2 - Coeficientes de convección exteriores.	44
2.1.1.2.2.1- Bodegas de conservación.	44
2.1.1.2.3 - Entrepunte de carga.	46
2.1.2- Cálculo de los espesores del aislamiento en los distintos recintos.	48
2.1.2.1- Cálculo del espesor del aislamiento fijando el flujo de calor máximo permitido en la bodega de conservación.	49
2.1.2.3 - Cálculo del espesor de aislamiento fijando el flujo de calor máximo permitido en los entrepuentes conservación.	50

ANEXO 2

2.2 - Cálculo de los balances térmicos de los servicios.	55
2.2.1 - Cálculo del balance térmico del armario de congelación por placas.	55
2.2.2 - Cálculo del balance térmico de la bodega de frescos.	56
2.2.3 - Cálculo del balance térmico de la bodega de congelación.	57
2.2.4 - Cálculo del balance térmico de la bodega de frigeración.	58

ANEXO 3

3.1 - Cálculo-selección de los equipos frigoríficos principales.	60
3.2 - Selección de los compresores.	60
3.3 - Cálculo y selección de los condensadores y bombas de agua de mar para dar servicio a los mismos.	66

2.3.2 - Cálculo de los condensadores de circoio de congelación formado por dos unidadescompresoras F160VSD*HE.	66
2.3.2.1 -Cálculo del condensador y bomba de agua para el circuito de conservación formado por una unidad compresora F125SUD*HE.	67
2.3.3 - Cálculo y selección de los evaporadores de sala de congelación	79
2.3.3.1 - Cálculo y selección de evaporadores de la sala de conservación.	79
2.3.3.2 - Cálculo y selección de electroventiladores de las salas	81
2.3.3.3 - Cálculo y selección de evaporadores de la salsa frigorífica	84
2.3.4 - Cálculo de la carga de refrigerante y del recipiente de líquido.	89
2.3.4.1 - Cálculo de la carga de refrigerante.	89
2.3.4.2 - Cálculo del recipiente de líquido.	91
2.3.5 - Cálculo de las válvulas de expansión y válvulas solenoides.	92
2.3.5.1 - Cálculo de las válvulas de expansión.	92
2.3.5.2 - Cálculo de las válvulas solenoides.	98
2.3.6 - Cálculo de las válvulas de seguridad y tubería de descarga (alivio)	103
2.3.6.1 - Cálculo y selección de las válvulas de seguridad.	105
2.3.6.2 - Cálculo de la tubería de descarga de las válvulas de seguridad.	107

ANEXO 4;

2.4 - Cálculo de tuberías de la instalación.	109
2.4.1- Cálculo de tuberías de aspiración.	109
2.4.2 - Cálculo de tuberías de líquido.	114
2.4.3 - Cálculo de tuberías de descarga.	125
2.4.4 - Cálculo de otras líneas.	119

INDICE PLANOS		Página
3	PLANOS	
3.1	PLANO N°1. Disposición de equipos en sala de máquinas.	167
3.2	PLANO N°2. Disposición de gambuzas	168
3.3	PLANO N°3. Esquema de bancada.	169
3.4	PLANO N°4. Disposición de Gambuza en el Buque	170
3.5	PLANO N°5. Esquema frigorífico	171
3.6	PLANO N°6. Esquema eléctrico	172
3.7	PLANO N°7. Planos de equipos	198
3.8	Empacho unidad MYCOM mod. F160	199
3.9	Circuito aceite unidad MYCOM mod. F160	200
3.10	Empacho unidad MYCOM mod. F125	201
3.10.1	Circuito aceite unidad MYCOM mod. F125	201
3.10.2	Recipiente de líquido	202
3.11	Bombas de agua de mar para la condensación	203
3.11.1	Bomba MN-50/125-132S	204
3.12.2	Condensadores multitubulares marinos	205
3.13.	Condensador CFB-32-18,9-2/92	206
3.13.1	Condensador CFB-24-15-2/56	207
3.13.2	PLANO N° 8. Disposición de serpentines en bodegas.	208
3.14	PLANO N° 9. Armario de congelación por placas.	209
3.14.1	Plano de estructura del armario de congelación placas.	210
3.14.2	Plano de detalle del armario de congelación por placas	211
3.15	PLANO N° 10. Esquema de agua de mar de condensador	212

INDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES		Página
4	PLIEGO E CONDICIONES.	
4.1	Objeto.	210
4.2	Contenido.	210
4.2.1	Especificaciones de los materiales y equipos de la instalación frigorífica.	210
4.2.1.1	Circuito de salas y armario de congelación.	210
4.2.1.2	Circuito de bodegas y entrepuestos de conservación.	215
4.2.1.3	Elementos comunes.	218
4.2.1.4	Bandejeros, soportes de ventiladores y chapas deflectoras, para las salas de congelación.	219
4.2.1.5	Otros accesorios y componentes necesarios para completar la instalación frigorífica.	220
4.2.1.6	El refrigerante de la instalación, el R-404A.	221
4.2.1.7	Tuberías.	228
4.2.1.8	Estructuras metálicas y polines.	231
4.2.1.9	Soldaduras.	231
4.2.1.10	Aislamientos térmicos.	231
4.2.1.11	Condiciones generales que deben reunir los proveedores de los equipos y las empresas instaladoras.	232
4.2.1.12	Condiciones que deben reunir los materiales en general.	234
4.2.2	Reglamentación y normativa.	235

4.2.2.1	Criterios de la sociedad de clasificación ABS, sobre el sistema de refrigeración.	236
4.2.2.2	Cumplimiento del Reglamento de Seguridad para plantas e Instalaciones Frigoríficas.	240
4.2.3	Condiciones de índole facultativa.	245
4.2.3.1	Condiciones relativas a la dirección facultativa.	245
4.2.3.2	Condiciones relativas a la propiedad.	247
4.2.3.3	Condiciones relativas al contratista o empresa instaladora.	247
4.2.3.4	Condiciones referentes a aspectos económicos.	251
4.2.3.5	Condiciones referentes a plazos.	252
4.2.3.6	Medición definitiva de los trabajos y liquidación final de la obra.	253
4.2.3.7	Plazo de garantía.	253

INDICE DE ESTADO DE MEDICIONES y PRESUPUESTO		Página
5	ESTADO DE MEDICIONES y PRESUPUESTO	
5.1	Presupuestos parciales	254
5.1.1	Equipos frigoríficos	254
5.1.1.1	Elementos para el circuito de túneles y armario de congelación	254
5.1.1.2	Elementos para el circuito de bodegas y entrepuentes	257
5.1.1.3	Elemento comunes	259
5.1.2	Elementos auxiliares	261
5.1.2.1	Bandejeros y soportes para las salas	261
5.1.3	Mano de obra	262
5.1.4	Equipos de seguridad	263
5.1.5	Tuberías y primeras cargas de refrigerante y aceite	264
5.2	Resumen presupuesto	265



“INSTALACIÓN FRIGORÍFICA DE GAMBUZA CON TRES TEMPERATURAS”

MEMORIA

GRADO DE INGENIERÍA MARINA.

ENERGÍA Y PROPULSIÓN.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA: **FEBRERO -2015**

AUTOR: El alumno

Fdo.: José Ricardo Senra Soneira

MEMORIA.

1.1 Objeto.

Este proyecto tiene por objeto definir y justificar todos los elementos constructivos y técnicos de la instalación de frío industrial para un buque pesquero refrigerador destinado a manipular, envasar y congelar pescado en el alta mar principalmente en aguas del caladero de la N.A.F.O.

No son objeto de este proyecto la definición y cálculos de las demás instalaciones que afecten a la instalación frigorífica, 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.

1.2 Alcance.

Quedan dentro del alcance del presente proyecto el diseño, cálculo y definición de los diferentes elementos que componen la instalación frigorífica así como la especificación de materiales, componentes, equipos y condiciones de montaje:

Los diferentes apartados a definir serán los siguientes:

Circuitos de la instalación frigorífica
Armario de placas.
Bodegas para la conservación del pescado.
Control de los distintos equipos.

1.3 Antecedentes.

1.3.1 Descripción general del buque.

El buque será un barco de acero proyectado para la pesca por popa para largar aparejo e por babor para levantar.

El buque dispondrá de proa lanzada con bulbo. La zona del buque reservada a bodegas estará situada hacia el centro-proa del buque.

La cámara de máquinas se dispondrá a popa. El buque estará propulsado por un motor diesel, que irá acoplado a una hélice de paso controlable a través de un reductor.

El buque refrigerador es un pesquero de palangre por popa de 48.50m de eslora, tiene la base en Bilbao y está diseñado principalmente para la pesca de la Merluza. Como equipo de pesca en la popa tiene dispuesta una rampa para el largado del aparejo e izado del mismo, se realiza gracias a un alador situado por el costado de babor que remata en la cubierta superior.

Para la manipulación, procesado conservación está dotado de un parque de pesca compuesto de canaletas, cintas transportador, maquina desalladora, etc., todas necesarias para el proceso de eviscerado y lavado del pescado para su posterior congelación. Las capturas son congeladas en un armario de placas y posteriormente estas capturas, una vez congeladas, se conservan en la bodega a una temperatura de -25°C.

Este buque, es un buque real, es el buque MOCADA DEL MAR, construido por el astillero marines de NODOSA, en el año 2003.

Se adjunta plano de Disposición General que complementa a la Especificación.

1.3.2 - La pesca de Palangre.

Se denomina palangre a un tipo de aparejo utilizado en la pesca artesanal. El palangre de fondo reposa sobre el lecho marino. El palangre pelágico o de superficie, flota a la deriva en el mar.

De manera análoga al espinel, en el cual se atan brazoladas a una línea madre, el palangre está formado por un elemento flotante con forma de toro, del cual se sostienen brazoladas (normalmente un hilo plástico) en cuyos extremos penden los anzuelos, con medidas que varían según las capturas (peces) buscados.

Existe en el mundo varios tipos de pesca con palangre. La Pesca de Palangre (Fig.- 1.3.2.1), consiste en una línea única y principal ramificada con líneas de anzuelos conectadas a ella. Su armado depende del sitio donde el pez a atrapar se encuentre.

Está diseñada y aparejada para capturas de especies que viven sobre o cerca del fondo marino. En las aguas del Mar del Norte, donde se prevé como zona de pesca de este buque, se utilizan estos artes para capturar bacalao, eglefino, carbonero y las diversas especies de peces capturados con palangre.

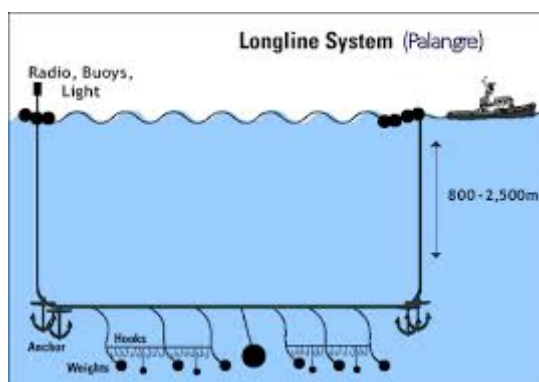
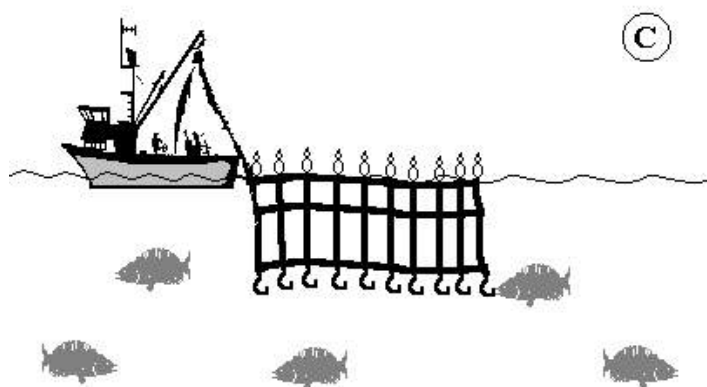
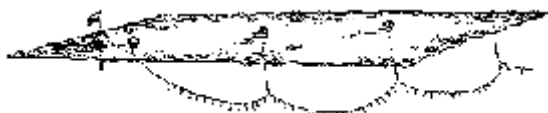


Figura 1.3.2.1.- Esquema-ejemplo de pesca con palangre.

El principal sistema de arte que utiliza este buque es el pelágico.



1.3.2.1 - SEMI-PELAGICO: Tres son los sistemas usados. El primero es el más ampliamente usado, consiste de una línea principal dotada de flotadores en vez de pesos, y líneas de flotación -de longitud variable- con pesos que mantienen la línea principal a media agua. (Fig. 2). Los pesos sirven también para prevenir la deriva del arte por las corrientes o abatimiento por los vientos marinos. El segundo método es el único en el que el arte se usa y se bota. Esta dotado una línea principal mono-filamento amarrada a muchos flotadores. Cuando se levanta el arte, primero se recogen todos los flotadores y luego se levanta la línea, con lo que la línea queda irreparablemente enredada. Este método es usado solamente por la pesquería Coreana de bacalao. El tercer método usa una línea que está instalada en forma permanente, y que cada día se levanta, se remueve la pesca, se ceban los anzuelos y se tira nuevamente. La pesca artesanal de bacalao en la costa de Terranova se usa este método.

1.3.2.2 - PELAGICO: Usado principalmente en la pesca del atún y *Pez espada*, la línea principal está atada a boyas en cada extremo, y de flotadores a intervalos regulares a lo largo de la línea (Fig. 3). Algunos de los ramales tienen pesos, pero en general este método depende del hundimiento de la línea principal por su propio peso para alcanzar la profundidad deseada.

1.3.2.2 – El producto a capturar:

El producto a capturar por el pesquero, objeto de este proyecto serán un 90% de peces como la merluza y espada y un 10% de marrojo.

1.3.3.1- La merluza:

Es el nombre común de varios peces marinos del orden de los gadiformes. Fig: 1.3.3.1.1. Estos peces realizan dos tipos de migraciones: una de carácter diario, ascendiendo durante la noche a las capas superiores del mar para alimentarse y descendiendo durante el día, y otra de tipo estacional, relacionada al ciclo reproductivo de cada especie.

Todas las especies de merluza pueden ser encontradas en el cono sur americano: Argentina, Chile y Perú. En Chile, pasan por los mares de Valparaíso hasta el estrecho de Magallanes. En el sector atlántico están estrechamente relacionadas con la corriente de Malvinas. La merluza austral también tiene una población en Nueva Zelanda, mientras que la merluza negra puede ser encontrada en el océano Índico.



Figura: 1.3.3.1.1

1.3.3.2 - El Espada:

El pez espada o emperador (*Xiphias gladius*) Fig: 1.3.3.2.1. Es una especie de pez perciforme de la familia Xiphiidae.² Son grandes peces predadores altamente migratorios, caracterizados por su pico largo y aplanado, diferente del de sus parientes, los marlines, que es cónico. El pez espada constituye la única especie perteneciente a la familia Xiphiidae, y su pesca es un deporte popular. Son estilizados y tienen la característica de perder todos sus dientes y escamas en su etapa adulta. Alcanzan un tamaño máximo de 4,3 m y un peso de 540 kg. El récord de la International Game Fish Association corresponde a un espécimen de 536 kg capturado durante 1953 en Iquique, Chile, donde es conocido como albacora.

El pez espada es conocido comúnmente como “el gladiador” (de allí el epíteto de su nombre científico, *gladius*), debido a la forma de su cuerpo y a la similitud de su pico con una espada (*gladius* en latín), el cual utiliza como arma tanto para atacar a sus presas, como para defenderse de sus depredadores naturales. En ocasiones, también se le denomina “emperador”, a pesar de que este nombre se refiere también a una especie muy distinta: *Luvarus imperialis*. Esta confusión está provocada por la similitud de la carne de los filetes de ambas especies.

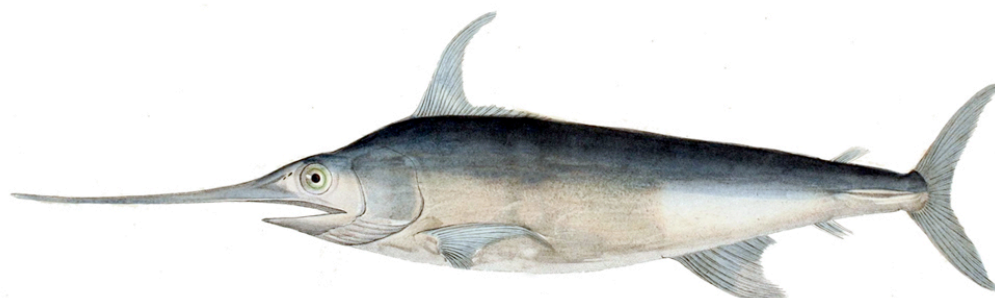


Figura 1.3.3.2.1.- El espada o gladiador. (*gladius*).

1.3.3.3 – El Marrajo:

El marrajo es una de las pocas especies marinas lo suficientemente grande y rápido como para atrapar y matar un pez espada adulto; Figura: 1.3.3.3.1. Los jóvenes son mucho más vulnerables a la depredación por parte de otros peces pelágicos de mayor tamaño.



Son especies procedentes del Atlántico Norte, Canadá y Alaska muy presentes en nuestro mercado y, sin embargo, poco conocidas por su auténtica denominación comercial.

Generalmente aparecen en forma de filetes frescos y congelados con una carne blanca de gran aceptación culinaria, aunque no sea comparable su textura con la del lenguado europeo o el gallo.

Tienen el hábita, en las aguas del Atlántico noroccidental y del Atlántico oriental, desde el golfo de Vizcaya hasta el mar Blanco (un entrante del mar de Barents en la costa noroeste de Rusia), pasando por el mar del Norte.

Se encuentran a una profundidad de hasta 200 m sobre los fondos arenosos y frecuentemente se adentran en los estuarios.

1.4 Normas y referencias.

1.4.1 Disposiciones legales y normativas aplicables.

La elaboración del presente proyecto se ha desarrollado según el siguiente conjunto de normas:

El buque con todo su equipo y maquinaria se construirá bajo la vigilancia de la Inspección de Buques, y de acuerdo a la Regla 2 del cap. 1 del SOLAS, por pertenecer el buque al grupo 111, clase "R".

El proyecto y la construcción del buque cumplirán con las normas y reglas de la sociedad de clasificación American Bureau Veritas "ABS". (Pesca de gran altura).

El desarrollo de las normas y reglas de la sociedad de clasificación American Bureau Veritas "ABS" en su apartado referente a instalaciones y posición de maquinaria de refrigeración y refrigerantes esta desarrollado en el pliego de condiciones.

La instalación frigorífica deberá ajustarse en todo momento a lo prescrito por el vigente "REGLAMENTO DE SEGURIDAD PARA PLANTAS E INSTALACIONES FRIGORÍFICAS" (REAL DECRETO 3099/1977, de 8 de septiembre) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias denominadas MI IF así como las siguientes modificaciones:

Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas e instrucciones técnicas complementarias. Proyecto de Real Decreto 10.37 E 71-5 de 10 de Junio.

Asimismo los recipientes de líquido y demás recipientes del sector de alta presión de la instalación cumplirán el "REGLAMENTO DE APARATOS A PRESION" del Ministerio de Industria y Energía, e Inspección de Buques.

Reglamento de equipos a presión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Real Decreto 2060/2008 de 12 de Diciembre.

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias. Real Decreto 560/2010, de 7 de Mayo.

Protocolo de Montreal relativo a las sustancias que agotan la capa de Ozono. 22ª reunión. Bangkok, Noviembre de 2010.
Cualquier otra normativa o reglamentación, aplicables a este tipo de instalaciones.

1.4.2 Bibliografía

Para la realización de este proyecto se consultaron las siguientes fuentes bibliográficas:

-Yunus A. Çengel, Michael A. Boles, "TERMODINÁMICA" editorial Mc Graw Hill, 2009 ISBN 978-970-10-7286-8.

-Juan Antonio Ramirez, "REFRIGERACIÓN", Editorial Ceac, 1994, ISBN 84-329-6521-9.

-P. J. Rapín, "INSTALACIONES FRIGORÍFICAS". Editorial Marcombo, 1990, ISBN 84-267-0348-8.

-M^a Teresa y Sánchez y Pineda de los Infantes. INGENIERIA DEL FRIO: TEORIA Y PRACTICA. AMV Ediciones, 2001.

-MANUAL DEL TÉCNICO FRIGORISTA. Sociedad Danesa de fabricantes de maquinaria frigorífica. Editorial Acribia.

-PRINCIPIOS DE REFRIGERACIÓN. Ray J.Dorsat. Compañía editorial continental S.A.

1.4.3 Programas de cálculo.

-BpFRIO. Programa para realizar el cálculo de balances térmicos de cámaras de conservación y túneles de congelación.

-DIRCALCTM 1.26. Programa para realizar el cálculo de los diámetros e tuberías adecuados, valvulería, etc.

-COOLSELECTOR. Programa para realizar el cálculo de las válvulas de expansión y las válvulas solenoides.

- MYCOM 14.2epME. Programa de selección de los compresores MYCOM.
- Otros programas informáticos usados: AUTOCAD, WORD y EXCEL.

1.4.4 Otras referencias.

También se consultaron las siguientes páginas web como fuentes de información y selección de material.

-<http://www.frimarte.com/>
(Fechas de consulta: Agosto 2014)

-<http://www.learning.danfoss.com/spanish>
(Fechas de consulta: 27-28 / 08 / 2014)

-<http://www.mayekwa.es>
(Fechas de consulta: 26-27 / 08 / 2014)

1.5 Definiciones y abreviaturas.

En el desarrollo del proyecto se utilizaran las siguientes abreviaturas:

- R-404A:Refrigerante formado por una mezcla zeotrópica, a base de HFC
- Caudal: Caudal, expresado generalmente en m³/h.
- p: Presión, expresada generalmente en bar.
- T: Temperatura, expresada generalmente en °C.
- v: Volumen específico, expresado generalmente en m³/kg.
- Sup.: Superficie, expresada en m²
- Capac. Frig. Potencia frigorífica necesaria expresada en kW.
- Pot_compresor: Energía necesaria por el compresor, en kW.

La terminología usada en el proyecto la define la ITC-MI-IF 01 como:

- Sistemas de refrigeración: Conjunto de componentes interconectados que contienen refrigerante y que constituyen un circuito frigorífico cerrado, en el cual el

refrigerante circula con el propósito de extraer o ceder calor (es decir, enfriar o calentar) a un medio externo al circuito frigorífico.

- 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.

- 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, no accesible al público, 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.

- Cámara frigorífica: Recinto o mueble cerrado, dotado de puertas herméticas, mantenido por un sistema de refrigeración, y destinado a la conservación de productos. No tendrá consideración de espacio habitado u ocupado.

- Presión absoluta. Presión referida al vacío absoluto.

- Presión relativa (manométrica): Presión cuyo valor es igual a la diferencia algebraica entre la presión absoluta y la presión atmosférica.

- Presión de diseño: Presión elegida para determinar la presión de cálculo de cada componente.

- Presión de prueba de estanqueidad: Presión que se aplica para verificar que un sistema o cualquier parte del mismo es estanco.

- Presión de prueba de resistencia: Presión que se aplica para comprobar que un sistema o cualquier parte o componente del mismo es capaz de soportar dicha presión sin que se produzcan deformaciones permanentes, roturas o fugas.

- Presión máxima admisible: Presión máxima para la que está diseñado el equipo, especificada por el fabricante.

- Instalación frigorífica: Conjunto de los componentes de uno o varios sistemas de refrigeración y de todos los elementos necesarios para su funcionamiento (cuadro

y cableado eléctrico, circuito de agua, etc.). Incluye los sistemas de refrigeración de cualquier dimensión, comprendidos los utilizados en acondicionamiento de aire y en bombas de calor, así como los sistemas secundarios de enfriamiento y los de calefacción generada por equipos frigoríficos (incluidas las bombas de calor).

- Componentes frigoríficos: Elementos que forman parte del sistema de refrigeración, por ejemplo, compresor, condensador, generador, adsorbedor, 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 de desplazamiento positivo (volumétrico): Compresor en el que la compresión se obtiene por variación del volumen interior de la cámara de compresión.

- Compresor abierto: Compresor con el eje de transmisión que atraviesa la carcasa estanca que contiene al refrigerante.

- Equipos a presión: Cualquier parte del sistema de refrigeración que contiene refrigerante, exceptuando: Compresores. Bombas. Componentes de un sistema de absorción hermético. Evaporadores, en los que cada sección por separado no supere en más de 15 dm el volumen que contiene refrigerante. Serpentes y baterías construidos exclusivamente con tubos. Tuberías y sus válvulas, uniones y accesorios. Dispositivos de control. Colectores y otros componentes que tengan un diámetro interno no superior a 152 mm. Y un volumen interior neto no superior a 100 dm³.

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

- Recipiente de líquido: Recipiente conectado permanentemente al sistema mediante tuberías de entrada y salida, utilizado para acumulación de refrigerante líquido.

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

- Intercambiador de calor: Equipo para transferir calor entre dos fluidos sin que estos entren en contacto directo.

- Serpentin: Parte del sistema de refrigeración construido con tubos curvos o rectos convenientemente conectados, que sirve como intercambiador de calor (evaporador, condensador, etc.).

- 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.
- Separador de aceite: Equipo a presión colocado en la descarga del compresor para separar y recuperar el aceite empleado en la lubricación del compresor.
- Volumen interior bruto: Volumen calculado conforme a las dimensiones interiores del recipiente, sin tener en cuenta el volumen ocupado por cualquier parte interna.
- Volumen interior neto: Volumen calculado conforme a las dimensiones interiores del recipiente deducido el volumen ocupado por las partes internas.
- Red de tuberías: Tuberías o tubos (incluidas mangueras, compensadores o tubería flexible) para la interconexión de las diversas partes de un sistema de refrigeración.
- Unión por soldadura: Unión obtenida por ensamblaje de partes metálicas en estado plástico o de fusión.
- Dispositivo de seccionamiento (válvula de corte): Dispositivo para abrir o cerrar el flujo de fluido; por ejemplo, refrigerante, salmuera.
- Válvulas de interconexión: Pares de válvulas de cierre que aíslan partes del circuito frigorífico y están dispuestas para que estas secciones puedan unirse antes de la apertura de las válvulas o separarse después de cerrarlas.
- 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.
- Presostato automático: Dispositivo de desconexión de rearme automático, que se denomina PSH para protección contra una presión alta y PSL para protección contra una presión baja.
- Presostato con rearme manual: Dispositivo de desconexión de rearme manual sin ayuda de herramientas, denominado PZH si la protección es contra una presión alta y PZL si la protección es contra una presión baja.

- Presostato de seguridad con bloqueo mecánico: Dispositivo de desconexión accionado por presión, con bloqueo mecánico y rearme manual, únicamente con la ayuda de una herramienta. Se denomina PZHH si la protección es contra una presión muy alta y PZLL si la protección es contra una presión muy baja.

- Refrigerante (fluido frigorígeno): 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.

- Refrigerante fluorado: Se entiende por refrigerantes fluorados aquellos que contengan alguna de las sustancias enumeradas en los grupos I, II, III, VII, VIII y IX del anexo I del Reglamento (CE) nº 1005/2009 del Parlamento Europeo y del

Consejo de 16 de septiembre de 2009 sobre sustancias que agotan la capa de ozono o de las enumeradas en el anexo I del Reglamento (CE) n.º 842/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo.

- Zeotropo o mezcla zeotrópica: Mezcla de fluidos refrigerantes cuyas fases vapor y líquido en equilibrio y a cualquier presión poseen distinta composición.

- Toxicidad: Propiedad de una sustancia que la hace nociva o letal para personas y animales debido a una exposición intensa o prolongada por contacto, inhalación o ingestión. Nota: No se considera nocivo todo malestar temporal que no perjudica a la salud.

- HFC: halocarbono parcialmente halogenado que contiene hidrógeno, flúor y carbono.

- Potencial de agotamiento de la capa de ozono (PAO) en inglés ODP (Ozone Depletion potential): Parámetro adimensional que mide el potencial de agotamiento de la capa de ozono estratosférico de la unidad de masa de una sustancia en relación con la del R-11 que se adopta como unidad.

- Potencial de Calentamiento Atmosférico (PCA) en inglés GWP (Global Warming Potential): Parámetro que mide el potencial de calentamiento atmosférico producido por un kilo de toda sustancia emitida a la atmósfera, en relación con el efecto producido por un kilo de dióxido de carbono, CO₂, que se toma como referencia, sobre un tiempo de integración dado. Cuando el tiempo de integración es de 100 años se indica con PCA 100.

- TEWI (TOTAL EQUIVALENT WARMING IMPACT) Impacto total equivalente sobre el calentamiento atmosférico: Es un parámetro que evalúa la contribución total al calentamiento atmosférico producido durante su vida útil por un sistema de

refrigeración utilizado. Engloba la contribución directa de las emisiones de refrigerante a la atmósfera y la indirecta debida a las emisiones de CO₂ (dióxido de carbono) consecuencia de la producción de energía necesaria para el funcionamiento del sistema de refrigeración durante su período de vida útil. Se expresa en kilogramos equivalentes de CO₂.

- Deslizamiento (en inglés, glide): Es la diferencia, en valor absoluto, de temperatura existente, en el proceso isobárico de ebullición o condensación de una mezcla de refrigerantes, entre la temperatura del punto de burbuja y la temperatura del punto de rocío.

- Temperatura del punto de burbuja: Es la temperatura en la que una mezcla zeotrópica de refrigerantes en fase líquida subenfriada sometida a calentamiento isobárico inicia su ebullición.

- Temperatura del punto de rocío: Es la temperatura en la que una mezcla zeotrópica de refrigerante en fase gaseosa recalentada sometida a enfriamiento isobárico inicia su condensación.

- Puesta en marcha: Acción de poner a punto y en servicio una instalación en correcto funcionamiento.

1.6 Requisitos de diseño.

Los requisitos del diseño en este caso, vienen única y exclusivamente de la empresa armadora del barco. El armador del buque quiere una instalación frigorífica con capacidad para:

1.6.1 Capacidad de congelación.

Un armario de congelación por placas, con capacidad para congelar aproximadamente entre 100 y 300 Kg/ciclo de mezcla de pescado (sin seleccionar).

1.6.2 Capacidad de conservación.

La conservación del pescado una vez congelados, se realizará en entre la bodega del buque y dos entrepuentes dispuestos en la cubierta principal del buque; un entrepuente de carga y otro entrepuente de cartonaje, que una vez llenos los dos espacios anteriores, también se usará como entrepuente de carga.

La capacidad de almacenaje de estos espacios será lo mayor posible, pero es una labor del astillero constructor, en colaboración con el armador definir el volumen final e las mismas.

La temperatura de conservación del pescado congelados en todas ellas deberá ser aproximadamente -25°C .

1.6.3 Requisitos técnicos.

Los únicos requisitos técnicos impuestos por el armador del buque, es que el refrigerante usar sea un refrigerante alogenado, tipo R-404a o R-507A, y que los compresores de la instalación sean de la marca MYCOM.

1.7 Análisis de soluciones.

1.7.1 Solución adoptada.

Teniendo en cuenta los requisitos del armador del buque, y considerando que con estas soluciones se cumplen todos sus requisitos, se ha decidido instalar una instalación frigorífica formada por:

1.7.1.1 Armario de congelación por placas.

Para la congelación de la mezcla de pescado y teniendo en cuenta los requisitos del armador, se instalará un armario de congelación por placas con una capacidad 810 kg./ciclo con un tiempo estimado de congelación de 120 min, Trabaja con un numero de 10 ciclos al día aproximadamente y con una capacidad de congelación total en 24 horas de 8,1 Toneladas.

El pescado capturado entrará en el armario a $+15^{\circ}\text{C}$ y saldrá a una temperatura final de -18°C

ARMARIO DE CONGELACION POR PLACAS.

Nº de armarios	1.
Capacidad	810 Kg./ciclo.
Tiempo estimado de congelación	120 min.
Nº de ciclos día	10 aprox.
Capacidad de congelación total en 24 h	8,1 Ton.
Temperatura de entrada del pescado	$+15^{\circ}\text{C}$.
Temperatura de salida del pescado	-18°C .

1.7.1.2 Bodega y entrepuentes de conservación de congelados.

Después de congelar el pescado capturado se conservará en unas bodegas con un volumen total aproximado bodega y entrepuente (470+230) 700 m³.

El pescado entrará a la temperatura de -18 °C y se tendrá a la temperatura de régimen de -25 °C

BODEGAS Y ENTREPUENTES DE CONSERVACION DE CONGELADOS.

Volumen total aproximado bodega y entrepuente (470+230)700 m³.

Temperatura de régimen -25 °C

Temperatura entrada de pescado -18 °C

Coeficiente de simultaneidad de los servicios: 1

1.7.1.3 Datos comunes.

Para el perfecto funcionamiento de armario y bodega de conservación de congelados necesitamos conocer y explicar los siguientes datos comunes.

Toda instalación frigorífica tanto de armario y bodegas trabajaran con el refrigerante R-404a con sistema de inyección de refrigerante expansión directa. Las bodegas tendrán un funcionamiento semiautomático y tanto las bodegas como el armario tendrán un funcionamiento manual. El desescarche será igualmente manual en bodegas, mediante gas caliente. Se considerará una temperatura ambiente de +25 °C y la temperatura del agua del mar +20 °C.

Se tendrán una clase de corriente alterna con tensión 380V ,50 Hz y se tendrá en cuenta que el coeficiente global de transmisión de calor 10 Kcal/h.m.

1.8 Resultados finales.

Para atender a los servicios descritos con el mayor ahorro de energía posible la Instalación frigorífica estará dividida en dos circuitos completamente independientes, uno para el circuito de congelación compuesto por los armarios de congelación por placas (circuito nº 1) con temperatura de régimen de los servicios -35° C, otro para atender al circuito de conservación compuesto por bodega y entrepuente a de régimen -35° C (circuito nº 2).

Como ya se ha mencionado antes El refrigerante utilizado será R-404A.

La potencia frigorífica a instalar en cada circuito se determina en función de los balances térmicos obtenidos con el programa BpFrío (ver en el capítulo ANEXOS (ANEXO 1):

Circuito de congelación, formado por:

-	Armario de congelación por placas:	51,70	kW.
	Potencia frigorífica total del circuito congelación:	51,70	kW. .

Circuito de conservación, formado por:

-	Bodegas de conservación:	14,50	kW. .
-	Entrepunte de carga	6,37	kW.
-	Entrepunte de cartonaje	6,78	kW.
	Potencia frigorífica total del circuito congelación:	27,65	kW. .

1.8.1. Soluciones adoptadas en cuanto a circuitos y principio de funcionamiento.

El circuito de congelación, será atendido por dos unidades compresoras iguales tipo tornillo, marca MYCOM modelo F160VSD-HE, accionadas por un motor eléctrico de 150 C.V. cada una, cada uno de ellos aportara el 50% de la potencia total del circuito de armarios de congelación por placas, trabajando en régimen $-35/+40^{\circ}$ C y con una potencia frigorífica mínima de 106,7 kW. cada uno.

El circuito de conservación, será atendido por una unidad compresora tipo tornillo, marca MYCOM modelo F125SUD-HE, accionada por un motor eléctrico de 75 C.V. que aportará el 100% de la potencia total del circuito de bodega y entrepunte, trabajando en régimen $-35/+40^{\circ}$ C y con una potencia frigorífica mínima de 48,6 kW.

El sistema de alimentación de refrigerante R-404A a los evaporadores situados en las placas del armario de congelación y a los circuitos de serpentines de la bodega y entrepentes, se hará mediante válvulas de expansión termostática desde el respectivo recipiente de líquido de alta presión de cada circuito.

1.8.1.1 Principios de refrigeración mecánica.

Refrigeración es el proceso de bajar la temperatura de un cuerpo por debajo de la temperatura ambiente.

El cuerpo que absorbe calor debe estar a una temperatura más baja que la del cuerpo que lo produce. El calor extraído del cuerpo que está siendo enfriado por el refrigerante, debe ser trasladado y entregado a un nivel superior de donde procede.

Si se va a mantener la temperatura más baja del cuerpo enfriado, éste debe rodearse de un material aislante, de forma que el calor no pueda volver a él al menos con facilidad.

Entonces tenemos que el cometido del refrigerante es absorber calor de un cuerpo frío, y cederlo a otro cuyo nivel térmico es superior.

En los líquidos refrigerantes se cumple la ley de correspondencia entre temperatura y presión.

Esto significa que a cada temperatura de almacenamiento corresponde una presión determinada o viceversa. Por ejemplo en uno de los refrigerantes que nos ocupa, R-404A, si sometemos a una temperatura de 0 °C, el recipiente que lo contenga, la presión a que éste se pondría sería de 6,1 atmósferas. Si por el contrario, podemos mantener la presión en estas condiciones usando, por ejemplo, un compresor, el refrigerante alcanzaría una temperatura de 0 °C. Este es el principio de refrigeración mecánica.

Cuando la temperatura de un líquido refrigerante se eleva hasta su punto de ebullición, el líquido y su vapor pueden coexistir juntos. Este estado se llama saturado. El vapor que contiene partículas de líquido se llama saturado húmedo. Si el vapor saturado no tiene ninguna partícula de líquido se llama saturado seco. Cuando la temperatura del vapor se eleva por encima de su temperatura de saturación se convierte en recalentado y se llama vapor recalentado.

En refrigeración mecánica se utilizan líquidos con bajo punto de ebullición. Los líquidos que cambian a vapor después de haber absorbido calor se llaman refrigerantes primarios.

A las salmueras, el aire y el agua fría, que actúan como transportadores de calor se los llama refrigerantes secundarios.

1.8.1.2 Ciclos de refrigeración mecánica.

En un ciclo de refrigeración mecánica, el fin básico perseguido es extraer calor de un espacio o fuente entregar éste calor en otra zona o medio. Como se ha indicado anteriormente, el calor sólo fluye de una forma natural desde una fuente caliente a un medio o zona más fría. Cuando se quiere extraer calor de una zona y entregarlo a otra de mayor temperatura, es utilizado un sistema de refrigeración. Para conseguir esto, se requiere un fluido (refrigerante) adecuado. Este fluido debe evaporarse absorbiendo calor a temperatura suficientemente baja y condensarse, arrojando calor a una temperatura suficientemente alta, para que sea adecuado al campo deseado de temperaturas de aspiración a que se destina. En las unidades refrigerantes que se describen, se emplea como refrigerante el R-404A.

Generalmente, una planta frigorífica por compresión consistente en cuatro partes principales. El compresor frigorífico, el condensador, los dispositivos de control y el evaporador.

Todas estas partes se comunican entre si por tuberías. La planta se llena de refrigerante en forma gaseosa o líquida y también de estas dos formas mezcladas.

1.8.1.3 Sistema de compresión.

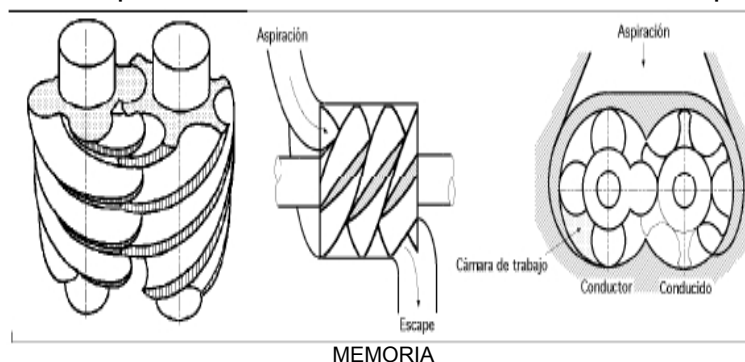
Para el circuito nº 1 se instalarán unidades compresoras con compresores de tipo tornillo abiertos, montados sobre una bancada metálica en la que también se montan el resto de componentes de la unidad compresora, como son: motor eléctrico, separador de aceite horizontal, enfriador de aceite, bomba de aceite (en caso de ser precisa), filtros, etc.

Para el circuito nº 2 se instalará una unidad compresora con compresor de tipo tornillo abierto, montado sobre una bancada metálica en la que también se montan el resto de componentes de la unidad compresora, como son: motor eléctrico, separador de aceite horizontal, enfriador de aceite, bomba de aceite (en caso de ser precisa), filtros, etc.

Estos compresores también llamados compresores helicoidales, se utilizan para la obtención de potencias frigoríficas muy elevadas.

No emplean válvulas de aspiración ni de descarga y la compresión del refrigerante evaporado se obtiene en el espacio resultante entre los engranajes helicoidales de igual diámetro exterior, montados dentro de un cárter de fundición de alta resistencia.

Figura 1.8.1.3.1.- Esquema de funcionamiento básico e un compresor tipo tornillo.



El compresor de tornillo, tal como se muestra en la Fig.- 1.8.1.3.1, compuesto de dos engranajes helicoidales, uno macho, de perfil semicircular, con cuatro lóbulos y el otro, hembra, con seis huecos de igual perfil, realiza la compresión de los vapores refrigerantes por la reducción volumétrica que se consigue en el espacio cerrado entre el cárter y los huecos entre engranajes. En esta compresión el fluido es arrastrado tanto radial como axialmente.

El compresor de tornillo combina las ventajas de los compresores de desplazamiento positivo con las de los compresores centrífugos.

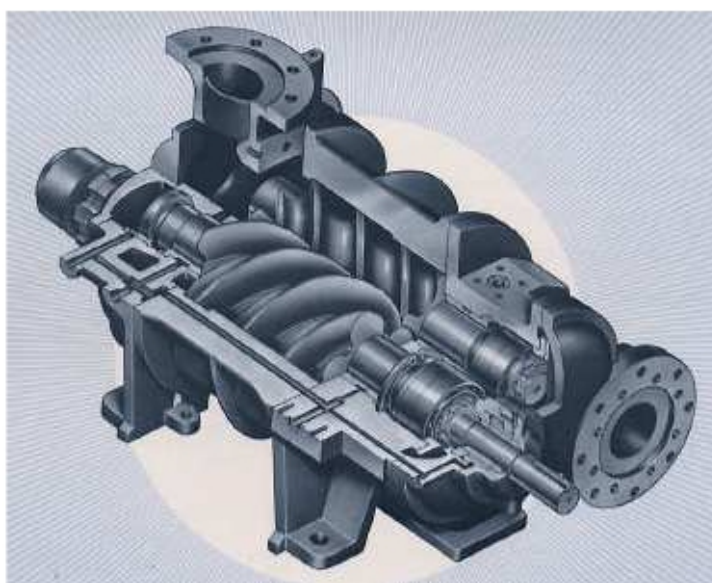


Figura 1.8.1.3.2.- Vista interior de un compresor de tornillo MYCOM

En los anexos, se adjuntarán el cálculo de dichos compresores.

NOTA IMPORTANTE:

Asegurarse de que al compresor le llegue sólo gas.

1.8.1.4 Sistema de condensación.

La condensación de los gases procedentes de la descarga de los compresores se realizará por medio de condensadores multitubulares enfriados por agua de mar, uno por unidad compresora. Los condensadores se ubicaran soldados al techo de la sala de maquinas.

La licuación del refrigerante gaseoso a alta presión, es decir de los gases que partiendo del evaporador han sido aspirados y comprimidos por el compresor, se lleva a cabo en el condensador.

El condensador es el lugar donde se produce la eliminación de calor de un sistema de refrigeración, sumidero final de la energía total introducida en el sistema. Por tanto, la carga calorífica del condensador será siempre superior a la del evaporador en una cantidad igual al trabajo de compresión.

El aceite que circula con el refrigerante tenderá a separarse formando una capa aislante sobre las paredes de los tubos, reduciendo el valor del coeficiente de transmisión, por lo que se aconseja colocar un separador de aceite antes del condensador.



Figura 1.8.1.4.1.- Condensador multitubular marino.

Dentro de esta familia de condensadores multitubulares enfriados por agua de mar, hay dos categorías:

- Sistemas en los que el agua de enfriamiento no es recirculada. (estos son los que se usan habitualmente en las instalaciones frigoríficas en buques).
- Sistemas que reutilizan el agua de enfriamiento. (normalmente son condensadores para servicios terrestres)

En los sistemas en los que el agua de enfriamiento no es utilizada de nuevo, el agua es tomada del mar y posteriormente tras su paso por el condensador arrojada de nuevo o al mar. Naturalmente, en los sistemas en los que el agua no es recirculada, la disponibilidad y el coste de la misma son factores importantes a la hora de determinar la cantidad de agua que circula por unidad de carga del condensador. Generalmente, y debido a los problemas de escasez de agua, este sistema tiene su uso reducido a pequeñas capacidades, a no ser que el agua utilizada sea agua de mar, con lo cual el condensador se debe fabricar de materiales anticorrosivos y realizar un buen mantenimiento para que el agua salada no dañe el material del condensador.

En los anexos, se adjuntarán el cálculo de dichos condensadores.

1.8.1.5 Sistema de evaporación.

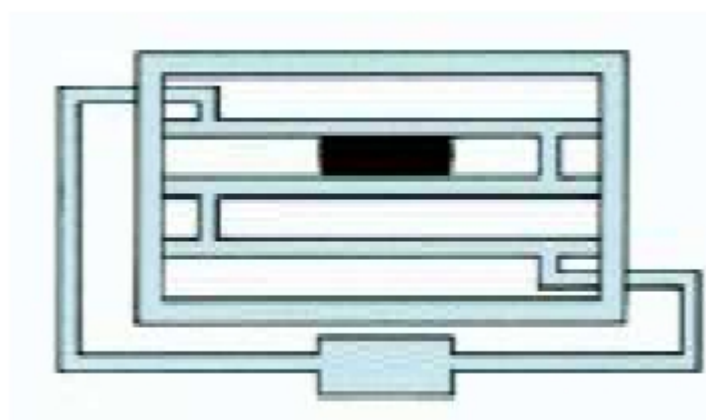
El evaporador recibe el refrigerante en parte líquido y en parte gaseoso. Aquí se evapora el refrigerante debido al calor absorbido del aire o agua que por él circula.

El compresor succiona el gas así formado y vuelve a empezar el ciclo de la instalación frigorífica.

Un evaporador es cualquier intercambiador de calor en el que el fluido refrigerante se evapora a baja temperatura. El evaporador en una instalación frigorífica está ubicado entre la válvula de expansión termostática y la tubería de aspiración del compresor. Su misión es la de absorber calor del recinto a refrigerar y transmitir ese calor al fluido refrigerante, lo que se consigue de la forma siguiente: el fluido proveniente de la válvula de expansión entra al evaporador a la temperatura de ebullición correspondiente a la presión existente en el mismo, y lo hace como vapor saturado muy húmedo (con un título de vapor muy bajo); debido a su baja temperatura, absorbe calor a través de las paredes del evaporador, por lo que se evapora la fracción líquida y aumenta el título del vapor hasta el valor $x = 1$ (vapor saturado seco) en el momento de salida del evaporador. Es común en las instalaciones actuales que se sobrecaliente $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ el vapor saturado seco para asegurarse de que al compresor le llegue sólo gas.

1.8.1.6 Armario de congelación por placas.

El principio básico de funcionamiento de un armario de congelación por placas, se basa en la transferencia de calor desde el producto a unas placas metálicas refrigeradas que están en contacto con él (Fig.- 1.8.1.6.1). El calor se transfiere por conducción, lo que mejora el rendimiento de la instalación y, consecuentemente, permite reducir el tiempo de congelación.



1.8.1.6.1.- Esquema básico de funcionamiento de un armario de congelación por placas horizontales.

Las placas suelen construirse de aluminio extruído, en cuyo interior circula el refrigerante, que se suele circular con bomba o por expansión directa como es en este caso. Con el fin de que el contacto entre producto y placas sea lo más íntimo posible, se suele ejercer una ligera presión sobre las placas, mediante una instalación hidráulica, de manera que ambas superficies estén en contacto permanente mientras dura la congelación, pero su valor debe ser pequeño para evitar deformar el producto, así como permitirle una pequeña dilatación al congelarse.

Existen dos tipos de congeladores de placas: HORIZONTALES y VERTICALES, atendiendo a la situación de las mismas.

Figura 1.8.1.6.2.- Armarios de congelación horizontal.



Los **armarios horizontales** (Fig.- 1.8.1.6.2), se utilizan preferentemente para bloques prismáticos, filetes o pescado pequeño entero en bloque, preparados en espesores de entre 3 y 10 cm, pero cuidando que en una carga todos los espesores sean iguales, con el fin de que el contacto entre las superficies horizontales sea similar en todas las placas. El número de éstas oscila según los modelos, pero suele estar entre 8 y 20. La carga debe repartirse bien y evitando que existan protuberancias sobre los bloques de producto (por exceso de carga en alguno de ellos) o sobre las placas (suciedades o escarcha), para que la presión se ejerza de una forma homogénea. Si fuera necesario, se pueden colocar tacos de madera entre las placas para igualar la presión. El producto se suele colocar directamente sobre las placas y puede ir envasado o no. Si la carga se efectúa bien y la presión es adecuada, el tiempo de congelación no debe superar las dos horas, aunque dependerá del espesor. La carga y descarga se hacen a través de una puerta lateral, aunque en algunos modelos se sitúan una a cada lado, según sea carga o descarga. Una vez finalizada la congelación, el bloque se extrae eliminando, simplemente, la presión hidráulica.

Una vez vaciado el congelador debe procederse a su desescarche, el cual suele hacerse con gas caliente.



Figura 1.8.1.6.3.- Armarios de congelación vertical

Los armarios congeladores de placas **verticales** (Fig.- 1.8.1.6.3), se usan normalmente para pescado entero grande, eviscerado o no, o a granel, por lo que es más flexible que el horizontal. Las placas están situadas verticalmente y son desplazables horizontalmente. El congelador está dividido en una serie de cámaras o estaciones en dónde se introduce el pescado, cada una de ellas puede albergar hasta 50 kg de pescado de hasta 10 cm de espesor, aunque, a veces, cada cámara se subdivide en dos de la mitad de tamaño. También puede llenarse cada estación con agua y pescado pequeño a granel, o éste en bolsas con agua, y congelar todo el conjunto, con lo cual se conserva en perfecto estado y sin peligro de enranciamiento.

La carga del congelador suele hacerse por la parte superior, a mano. La descarga, por las partes superior o inferior, según modelos, e, incluso, lateralmente.

A veces, el fondo es giratorio o elevable hidráulicamente, lo que facilita la descarga. Antes de proceder a ésta, es necesario desescarchar durante algunos minutos. La carga, por gravedad, debe hacerse lo más homogéneamente posible, para que la presión de las placas sea regular. Normalmente se clasifica el pescado por tamaños y estaciones. Es más flexible que el horizontal, pero la presentación del producto es peor, es rápido de carga y descarga y el ciclo de congelación no durará más de 4 horas.

En ambos tipos, los armarios ocupan poco espacio, lo que supone una ventaja sobre el túnel, y suelen ser de aluminio o aleación de éste aislado, con el fin de disminuir las pérdidas de frío al mínimo. Respecto a los túneles, tienen el inconveniente de ser menos flexibles y de poder dañar al pescado por la presión de las placas, pero son más rápidos y requieren menos energía para la misma producción.

1.8.1.7 Evaporadores de bodega y entrepuentes.

En la bodega y entrepuente se ha optado por utilizar un evaporador estático dispuesto por todo el techo del recinto. Se ha empleado para la realización del mismo un serpentín aleteado de las siguientes características:

Construidos con tubería de acero estirado s/s norma DIN-2440, de 15 mm ($\frac{1}{2}$ "), calidad ST- 5, aleteado exteriormente con pletina de acero, altura de aleta 25mm., separación de aleta 18 mm. Y galvanizados en caliente, por inmersión en baño de zinc.

Cada metro lineal de esta disposición de evaporador equivale a 0.84m^2 de superficie de transferencia de calor con un coeficiente de transferencia de calor de $10\text{ Kcal./hm}^2\text{ }^\circ\text{C}$. Cuando se emplean evaporadores estáticos en bodegas de conservación, al no tener un ventilador que nos mueva todo el aire de la cámara, ya que el éste se mueve por convección natural.

Hay que tener en cuenta el volumen total de la cámara. Así pues, es interesante ocupar todo el techo de la cámara, para que la circulación natural de aire afecte a toda la cámara. Hay una norma empleada en oficinas técnicas, que trabajan con estos evaporadores, la cual aconseja siempre que sea posible que se disponga una superficie de transferencia de calor del evaporador equivalente en número al volumen de la cámara, es decir, un m^2 de superficie de evaporador por cada m^3 de volumen de cámara.

Con estos datos y sabiendo los volúmenes tendremos que diseñar unos evaporadores que tengan un mínimo de 470 m^2 para la bodega y 230 m^2 para los entrepuentes de superficie de intercambio.

Por motivos de perdidas de carga y para dar mayor versatilidad al evaporador, se ha dividido en tres evaporadores o mejor llamados circuitos en la bodega y en dos evaporadores cada uno de los entrepuentes, cada uno de ellos con su correspondiente sistema de inyección de líquido. En total, la superficie de transmisión de calor es de 395 y 191 m^2 para bodega y entrepuentes respectivamente y están dispuestos por el techo tal y como se indica en los planos de la bodega y entrepuente que están en los anexos.

En los anexos, se adjuntarán el cálculo de dichos evaporadores o circuitos de serpentines.

1.8.1.8 Válvulas de expansión termostática.

La válvula de expansión es un dispositivo que controla la cantidad de flujo del refrigerante que pasa del condensador (tanque de líquido) al evaporador, reduciendo a un líquido caliente a alta presión al entrar, a un líquido a baja presión al subir.

Dichas válvulas serán del tipo automático, regulada por la temperatura del evaporador.

Las válvulas seleccionadas para esta instalación, serán de la marca Danffos, del modelo TES, y serán seleccionadas teniendo en cuenta cuatro parámetros fundamentales:

- El tipo de refrigerante de la instalación. (en este caso R-404A).
- La capacidad frigorífica del evaporador al que dará servicio.
- La temperatura de evaporación de dicho evaporador
- La pérdida de presión que debemos mantener.

En los anexos, se adjuntarán el cálculo de las mismas.

1.8.1.9 Sistema de desescarche.

El desescarche tanto de los túneles, como del armario como de la bodega y entrepuentes, será por aire o por baldeo de agua a presión, cuando el buque esté en puerto, haya terminado las operaciones de descarga y la instalación frigorífica esté parada.

1.8.1.10 Tuberías de refrigerante.

La tubería utilizada será de acero estirado sin soldadura, cincada exteriormente, ASTM 333 GR6 hasta 1 ½" y según DIN 2448 calidad St 35.8.I para diámetros mayores. Para los circuitos auxiliares será de cobre especial para instalaciones frigoríficas deshidratado y acabado espejo.

Para el dimensionado de las tuberías se tendrán en cuenta las siguientes velocidades máximas de circulación del fluido:

- Aspiración: 15 m/s.

- Líneas de gas caliente: 20 m/s.
- Línea de líquido: 1,5 m/s.

Perdidas de carga equivalentes máximas permitidas:

- Aspiración: 2,5 K.
- Líneas de gas caliente: 1,5K.
- Línea de líquido: 1,5 K.

Todos los tramos de aspiración deberán estar aislados para evitar condensaciones.

En general se aislará cualquier tubería ó elemento del circuito frigorífico susceptible de producir condensaciones.

El aislamiento de las tuberías y recipientes que lo necesiten, se realizará con coquilla de poliuretano acabado en fibra de vidrio. El espesor será variable entre 80 y 40 mm., según el diámetro y la temperatura del refrigerante que circule por el interior, o bien se aislaran con coquilla ó planchas (según el diámetro) de espuma elastomérica.

1.8.1.11 Mecanismos de regulación y control.

La instalación será totalmente automática, tanto en relación con la temperatura de régimen de los recintos o servicios a refrigerar, como de paradas y arranques de compresores y motores-ventiladores, para lo cual cada servicio (formado por uno o más evaporadores) irá provisto de válvula solenoide de paso de refrigerante, regulada mediante sonda de temperatura ambiente independiente para cada servicio.

La instalación se controlará por medio de un autómata programable y una pantalla táctil, para lo cual toda la instalación dispondrá de elementos adecuados para tal fin. El autómata y la pantalla táctil se ubicarán en el cuadro eléctrico en la sala de maquinas.

Así mismo cada evaporador irá dotado de una válvula de expansión termostática

que actuará como regulación de paso de refrigerante a cada evaporador de túnel, cada placa de armario y cada circuito de serpentines.

La regulación de capacidad de cada compresor así como su parada ó puesta en marcha se conseguirá mediante transductores de presión conectados al autómata situado en el cuadro eléctrico.

La regulación de las presiones de condensación de cada circuito se realizará mediante transductores conectados al autómata situado en el cuadro eléctrico.

El control del nivel de refrigerante en los circuitos de R-404A se realizará mediante visores de nivel de líquido colocados en los recipientes y visores de nivel con indicación de humedad en las líneas de líquido.

En el recipiente de líquido refrigerante se colocarán visores para un control visual del nivel de refrigerante en los mismos.

Cada recinto frigorífico deberá ir dotado de al menos una sonda de temperatura ambiente y/o termostato digital para controlar la temperatura del mismo. Estas sodas se conectarán al autómata situado en el cuadro eléctrico.

1.8.1.12 Programas de cálculo.

Estos ya han sido mencionado con anterioridad en el apartado 1.4.3, pero como están relacionados directamente con este apartado, se vuelven a enumerar aquí:

- BpFRIO. Programa para realizar el cálculo de balances térmicos de cámaras de conservación y túneles de congelación.

- DIRCALC™ 1.26. Programa para realizar el cálculo de los diámetros e tuberías adecuados, valvulería, etc.

- COOLSELECTOR. Programa para realizar el cálculo de las válvulas de expansión y las válvulas solenoides

- MYCOM 14.2epME Programa de selección de los compresores MYCOM.

1.8.2 Aislamiento térmico de los recintos.

La función del aislamiento es mantener la temperatura del recinto, evitando las entradas de calor desde el exterior e impermeabilizándolo para evitar la entrada de vapores. Los materiales aislantes utilizados en la industria frigorífica presentan la característica común de estar contruidos por multitud de celdillas o células que contienen aire u otros gases en reposo, con coeficientes de conductividad muy bajos.

Para evitar el paso del vapor de agua a través del aislamiento, el uso de materiales adecuados y de barreras antivapor son las soluciones adoptadas. Si el vapor de agua penetra en el aislamiento, puede llegar a condensarse, rellenando las celdas de aire y haciendo perderle características como aislante, a la par que, posteriormente, pasará el agua al local frigorífico. Hay materiales que dificultan enormemente dicho paso, como son el acero u otros metales y ciertos plásticos, pero también pueden usarse revestimientos, principalmente bituminosos o algunas resinas, que se aplican siempre sobre la cara exterior del aislante. Es necesario cuidar especialmente el paso de conductos, tuberías, etc, así como las juntas de los revestimientos y del aislante, ya que por ellos el vapor de agua tiende a pasar.

Los aislamientos más frecuentemente usados son el corcho, las lanas de vidrio o minerales, el poliestireno y el poliuretano. El más utilizado hoy en día es este último, porque es el que reúne unas características de conductividad / precio más idóneas. Puede utilizarse en planchas, inyectado entre los forrados interior y exterior de la bodega o, el más adecuado, proyectado sobre la pared exterior del almacén y posteriormente, forrarlo interiormente, con lo cual se asegura que no quedan zonas sin aislar. Tanto proyectado como inyectado, tienen la ventaja adicional de no tener juntas de unión, lo que, como se ha explicado, favorece la impermeabilidad. Especial cuidado debe prestarse a evitar los puentes térmicos, por los que el calor pasaría al interior, para lo que los refuerzos deberán rodearse con una capa de aislante de al menos 40 mm o utilizarse tacos de madera o el aislamiento debe reunir plástico que interrumpan la conducción de calor. otras cualidades, como son resistir la compresión, ya que debe soportar la presión del producto, sobre todo en el piso. A veces se extiende una capa de hormigón sobre éste, con el fin de permitir el paso de

carretillas. Su densidad no debe ser muy alta, sobre todo en bodegas de buques, porque incrementaría innecesariamente el peso en rosca de la embarcación. Tampoco debe disgregarse por vibraciones, por lo que las lanas o mantas aislantes a bordo de los buques no suelen ser muy adecuadas. Debe ser resistente al fuego y, si éste se produce, no desprender humos tóxicos. Esta es la principal desventaja del poliuretano frente a otros aislamientos.

Normalmente, el interior del aislamiento se protege con un revestimiento, cuya principal función debe ser protegerle contra los golpes. Puede ser estanco, lo que favorece el baldeo del local, o no, que evita que el agua del aislamiento se quede en él, y lo deteriore. Los revestimientos más usados son los tableros de madera contrachapada, a veces recubiertos con una capa de fibra de vidrio que los impermeabiliza, y las láminas de metal, normalmente chapa galvanizada o aluminio. Se puede colocar el revestimiento directamente sobre el aislamiento o dejar una capa de aire entre ambos, que evita que la transferencia de calor pase directamente al producto, pero que, como inconveniente, disminuye el volumen útil del local.

El aislante elegido para la instalación es el poliuretano expandido. Se pueden emplear paneles montables que hay en el mercado pero lo más idóneo es proyectado sobre la pared y además, debido a la forma de la bodega se hace imposible colocar paneles. Es un trabajo que acostumbra a hacerse en el astillero y se ha determinado el espesor que debe tener.

1.8.3 Instalaciones eléctricas.

1.8.3.1 Previsión de consumo de potencia eléctrica.

Teniendo en cuenta que el coeficiente de simultaneidad para los servicios de la instalación frigorífica es 1, es decir, todos los servicios podrán estar en marcha al mismo tiempo, se estima el consumo de potencia eléctrica de los equipos que componen la instalación frigorífica en 316,27 kW (una vez los servicios han alcanzado la temperatura de régimen).

1.8.3.2 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.

El montaje, verificación y utilización de las instalaciones eléctricas, se ajustará a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, y en lo referente a la Instrucción MI IF-012 del Reglamento de Seguridad para Plantas e instalaciones Frigoríficas.

Los circuitos eléctricos de alimentación de los sistemas frigoríficos se instalarán de forma que la corriente se establezca independientemente de la alimentación de otras partes de la instalación.

1.8.3.3 Prescripciones especiales.

Se dispondrán dos dispositivos de llamada en la puerta de las bodegas, y por su parte interior, uno de ellos conectado a una fuente propia de energía (batería), convenientemente alumbrados con un piloto y de forma que se impida la formación de hielo sobre aquel. Este piloto estará encendido siempre que estén cerradas las puertas y se conectará automáticamente a la red de alumbrado de emergencia, caso de fallar el fluido a la red general.

1.8.3.4 Cuadro eléctrico.

En la sala de maquinas, se colocará el cuadro general para el mando, control y protección de todos los componentes de la instalación, siendo los armarios del tipo metálico y mural. El cuadro se ejecutará de acuerdo al "REGLAMENTO ELECTROTECNICO PARA BAJA TENSION".

En el cuadro se instalará al menos: seccionador de corte en carga, equipos de medida, protectores térmicos, magnetotérmicos con sus bloques de contactos y contactores. La información de estos dispositivos será enviada a un autómata que la evaluará y actuará consecuentemente en el sistema de mando.

La supervisión y el control de todo el sistema será llevado a cabo por un autómata y una pantalla táctil, que permitirán:

Visualización y control de los distintos elementos principales:

- compresores, - condensadores, - bombas de refrigerante, etc.

Visualización y modificación de parámetros.

Visualización de alarmas.

Histórico de alarmas.

1.9 Orden de prioridad entre los documentos básicos.

En este proyecto el orden de prioridad entre los documentos básicos es el siguiente:

1. Pliego de Condiciones.
2. Planos.
3. Presupuesto



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
NÁUTICA Y MÁQUINAS

“INSTALACIÓN FRIGORÍFICA DE GAMBUZA CON TRES TEMPERATURAS”

ANEXOS

GRADO DE INGENIERÍA MARINA

ENERGÍA Y PROPULSIÓN.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA: **FEBRERO-2015**

AUTOR: El alumno

Fdo.: José Ricardo Senra Soneira

2. ANEXOS.

2.1 ANEXO 1; Cálculo del asilamiento térmico de los recintos.

2.1.1 Cálculo de los coeficientes de convección y conducción de transmisión de calor.

Para obtener muchos de los datos utilizados en el cálculo de las necesidades frigoríficas se deberán recordar las siguientes equivalencias:

Superficie	Flujo	hc
Horizontal	Descendente	1 Kcal/h m ² °C = 1,163 W/m ² °C
Horizontal	Ascendente	6 Kcal/h m ² °C = 6,978 W/m ² °C
Vertical	Hacia el interior	4 Kcal/h m ² °C = 4,652 W/m ² °C

Tabla 2.1.1.1- Equivalencias de unidades

2.1.1.1 Cálculo de los coeficientes de conducción de transmisión de calor.

Tanto las bodega como los entrepuentes, tienen al menos dos las bodegas y entrepuentes están formadas por la chapa de acero del casco del buque de **20 milímetros** de espesor con un coeficiente de transmisión de calor de **58 W/m² °C**.

El aislante empleado es poliuretano aplicado in-situ de una densidad que va desde los 35 a los 40 kg/m³. El coeficiente de transmisión es de **0,023 W/m² °C**.

2.1.1.2 Cálculo de los coeficientes de convección de transmisión de calor.

En este apartado calcularemos a través de formulas empíricas y valores obtenidos por distintas personas mediante mediciones, los coeficientes de convección.

Los coeficientes se dividen entre internos y externos.

2.1.1.2.1 Coeficientes de convección interiores.

Cuando se desea conocer el coeficiente superficial de transmisión en un recinto cerrado donde la velocidad del aire es inferior a 0,2 m/s, se pueden emplear los valores obtenidos por Croiset, (1976):

Tabla 2.1.1.2.1.1- Valores de Croiset, para velocidad del aire < 2 m/s

Por lo tanto, para el interior de las bodegas, los valores considerados serían:

Superficie horizontal y flujo descendente, techo de la túneles y bodegas:

h_{IT} : coeficiente de convección interior en techo.

$$h_{IT} = 1 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C} = 1,163 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$$

Superficie horizontal y flujo ascendente, suelo de la túneles y bodegas:

h_{IS} : coeficiente de convección interior en suelo.

$$h_{IS} = 6 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C} = 6,978 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$$

Superficie vertical, paredes de la de la túneles y bodegas:

h_{IP} : coeficiente de convección interior en paredes.

$$h_{IP} = 4 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C} = 4,652 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$$

2.1.1.2.2 Coeficientes de convección exteriores.

2.1.1.2.2.1 Bodegas de conservación.

Para el cálculo de los aislamientos vamos a considerar que la bodega esta formada por cuatro paredes, suelo y techo. hay que averiguar cual es su coeficiente de convección exterior de cada una de las distintas superficies.

PAREDES LONGITUDINALES:

Las paredes longitudinales son dos, los dos costados del buque.

Paredes que dan al costado del barco:

Estas paredes se encuentran sumergidas en el agua. Para el cálculo del coeficiente se emplea la formula simplificada Melgarejo.

Suponiendo igual que en el apartado anterior que el barco se desplaza a una velocidad de 15 nudos:

$$V = 15 \text{ millas/hora} = 7,716 \text{ m/s}$$

$$h_{CB} = 300 + 1800 \cdot 7,716 = 5300 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C} = 5815,232 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

PAREDES TRANSVERSALES:

La bodega tiene dos paredes transversales, la de proa y la de popa. En este caso el coeficiente exterior, lo consideraremos como un coeficiente interno, debido a que ambas paredes son adyacentes a tanques de combustible, tanques de agua dulce o sala de máquinas, lugares donde no existe movimiento alguno de aire.

El valor del coeficiente lo vamos a tomar al igual que en los interiores de pared vertical.

h_{EP} : Coeficiente de convección exterior en paredes.

$$h_{EP} = 4 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C} = 4,652 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

REDES HORIZONTALES:

En este apartado calcularemos los coeficientes exteriores del techo y suelo de la bodega.

Techo:

Sobre el techo de la bodega se encuentran otros locales frigoríficos como los de congelación y los dos entrepuentes. En este caso el coeficiente exterior lo consideraremos como coeficiente interno. Como el estudio de la planta frigorífica es en las peores condiciones, a la hora de hacer el cálculo las peores condiciones serían si los recintos descritos se encontrasen. Al estar vacío su temperatura es de unos 25 °C.

El valor del coeficiente lo vamos a tomar al igual que en una superficie horizontal y flujo descendente:

h_{IS} : Coeficiente de convección interior en techo.

$$h_{IS} = 1 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C} = 1,163 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

Suelo:

Bajo el suelo de la bodega están los tanques dobles fondos, para este valor habrá que interpolar en tablas.

h_{DF} : Coeficiente de transmisión de los dobles fondos.

$$h_{DF} = 4,456 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

2.1.1.2.2.3 Entrepunte de carga.

Para el cálculo de los aislamientos vamos a considerar que este entrepunte está formado por cuatro paredes, suelo y techo. hay que averiguar cual es su coeficiente de convección exterior de cada una de las distintas superficies.

PAREDES LONGITUDINALES;

Las paredes longitudinales son dos, los dos costados del buque.

Paredes que dan al costado del barco:

Estas paredes se encuentran sumergidas en el agua. Para el calculo del coeficiente se emplea la formula simplificada Melgarejo (2.1.1.2.2.1.1), ya usada en el apartados anteriores.

Suponiendo igual que en el apartado anterior que el barco se desplaza a una velocidad de 15 nudos:

$$V = 15 \text{ millas/hora} = 7,716 \text{ m/s}.$$

$$h_{CB} = 300 + 1800 \quad 7,716 = 5300 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^\circ\text{C} = 5815,232 \text{ W/m}^2\text{ } ^\circ\text{C}$$

PAREDES TRANSVERSALES:

Este entrepuente tiene dos paredes transversales, la de proa y la de popa.

En este caso el coeficiente exterior, lo consideraremos como un coeficiente interno, debido a que ambas paredes son adyacentes a tanques de combustible la pared de proa y al otro entrepuente la pared de popa, lugares donde no existe movimiento alguno de aire.

El valor del coeficiente lo vamos a tomar al igual que en los interiores de pared vertical.

h_{EP} : Coeficiente de convección exterior en paredes.

$$h_{EP} = 4 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C} = 4,652 \text{ W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$$

PAREDES HORIZONTALES:

En este apartado calcularemos los coeficientes exteriores del techo y suelo de este entrepuente.

Techo:

Sobre el techo de este entrepuente se encuentran locales de habitación del buque, los cuales suponemos tienen una superficie rugosa y una velocidad

E.T.S.N.M

del aire de 0,25 m/s.

h_{PP} : Coeficiente de transmisión del techo.

$$h_{PP} = 5,32 + 3,70 \cdot 0,25^1 = 6,245 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C} = 7,262 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}.$$

Suelo:

En este caso el coeficiente exterior, lo consideraremos como un coeficiente interno, debido a que el suelo de este entrepunte es adyacente a la bodega principal, lugar donde no existe movimiento alguno de aire.

El valor del coeficiente lo vamos a tomar al igual que en los interiores de pared horizontal ascendente.

h_{EP} : Coeficiente de convección exterior en pared horizontal con flujo ascendente

.

$$h_{EP} = 6 \text{ kcal/h}\cdot\text{m}^2\cdot\text{°C} = 6,978 \text{ W/m}^2\cdot\text{°C}.$$

2.1.2. Cálculo de los espesores del aislamiento en los distintos recintos.

Calcularemos el espesor de poliuretano a inyectar. Este estudio siempre se va a hacer considerando las peores condiciones.

Esto significa que cuando más transmisión de calor recibe un local es cuando a su alrededor los túneles o bodegas están vacíos y sin servicio. Estos ceden calor al túnel o bodega que vamos a realizar el estudio.

Solamente se va a calcular el aislamiento de un túnel y la bodega de conservación:

2.1.2.1 Cálculo del espesor de aislamiento fijando el flujo de calor máximo permitido en la bodega de conservación.

PARED LONGITUDINAL DEL COSTADO DEL BUQUE;

Datos de diseño:

$$Q_{\text{máx}} = 6,96 \text{ W/m}^2 \text{ (Máximo permitido).}$$

$$h_{\text{CB}} = \text{Coeficiente de convección en los costados del buque} = 5815,2$$

$$32 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

$$h_{\text{IP}} = \text{Coeficiente de convección interior en paredes.} = 4,652 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

$$Q_{\text{máx}} = 6,96 \text{ W/m}^2 \text{ (Máximo permitido).}$$

$$h_{\text{CB}} = \text{Coeficiente de convección en los costados del buque} = 4,652 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_{\text{IP}} = \text{Coeficiente de convección interior en paredes.} = 4,652 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$e_1: \text{Espesor del forro exterior del casco} = 20 \text{ mm} = 0,020 \text{ m}$$

$$e_3: \text{Espesor del forro interior de la túnel} = 3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}$$

$$k_1 \text{ y } k_3 = k_{\text{ACERO}}: \text{Coeficiente de transmisión de calor del acero} = 58 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_2 = k_{\text{POLIURETANO}}: \text{Coeficiente de transmisión de calor del poliuretano.}$$

$$k_{\text{POLIURETANO}} = 0,023 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_i = -25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_e = +25 \text{ }^\circ\text{C}$$

Realizando las operaciones convenientes para obtener el espesor, e , tenemos que:

$$\Delta T = (T_e - T_i) = [25 - (-25)] = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$e = \left\{ \frac{50}{6,96} - \left[\frac{1}{4,652} + \frac{1}{4,652} + \left(\frac{0,020}{58} + \frac{0,003}{58} \right) \right] \right\} 0,023 = 0,1553 \text{ m}$$

Normalmente se suele aumentar un 5% a 20 % el espesor de la capa de aislante para tener un margen de seguridad.

2.1.2.3 Cálculo del espesor de aislamiento fijando el flujo de calor máximo permitido en los entrepuentes de conservación.

Siguiendo el mismo método de cálculo, los espesores del aislamiento de las paredes, techo y suelo de los entrepuentes, serán los siguientes:

ENTREPUNTE DE CARGA:

Paredes longitudinales (estribor y babor):	0,200 m. de poliuretano expandido.
Paredes transversal de proa:	0,200 m. de poliuretano expandido.
Paredes transversal de popa:	0,150 m. de poliuretano expandido.
Techo:	0,200 m. de poliuretano expandido.

Normalmente se suele aumentar un 5% a 20% el espesor de la capa de aislante para tener un margen de seguridad.

PAREDES HORIZONTALES:

Techo:

Datos de diseño:

$$Q_{\text{máx}} = 6,96 \text{ W/m}^2 \text{ (Máximo permitido).}$$

$$h_{\text{CB}} = \text{Coeficiente de convección exterior del techo} = 1,163 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_{\text{IP}} = \text{Coeficiente de convección interior en paredes.} = 4,652 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$e_1: \text{Espesor del forro exterior del casco} = 20 \text{ mm} = 0,020 \text{ m}$$

$$e_3: \text{Espesor del forro interior de la túnel} = 3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}$$

$$k_1 \text{ y } k_3 = k_{\text{ACERO}}: \text{Coeficiente de transmisión de calor del acero} = 58 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$k_2 = k_{\text{POLIURETANO}}: \text{Coeficiente de transmisión de calor del poliuretano.}$$

$$k_{\text{POLIURETANO}} = 0,023 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_i = -25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_e = +25 \text{ }^\circ\text{C}$$

Realizando las operaciones convenientes para obtener el espesor, e, tenemos que:

$$\Delta T = (T_e - T_i) = [25 - (-25)] = 50 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$e = \left\{ \frac{50}{6,96} - \left[\frac{1}{4,652} + \frac{1}{1,163} + \left(\frac{0,020}{58} + \frac{0,003}{58} \right) \right] \right\} 0,023 = 0,140 \text{ m}$$

Normalmente se suele aumentar un 5% a 20 % el espesor de la capa de aislante para tener un margen de seguridad.

Suelo:

Datos de diseño:

Realizando las operaciones convenientes para obtener el espesor, e, tenemos que:

$$\Delta T = (T_e - T_i) = [40 - (-25)] = 65 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$e = \left\{ \frac{65}{6,96} - \left[\frac{1}{4,652} + \frac{1}{4,652} + \left(\frac{0,020}{58} + \frac{0,003}{58} \right) \right] \right\} 0,023 = 0,2049 \text{ m}$$

Normalmente en esta pared, por seguridad, se les suele aumentar hasta un 30% el espesor de la capa del aislamiento, debido a las altas temperaturas de la sala de máquinas.

PARED TRANSVERSAL DE PROA ADYACENTE A TANQUES DE COMBUSTIBLE, TANQUES DE AGUA DULCE:

Datos de diseño:

$$Q_{\text{máx}} = 6,96 \text{ W/m}^2 \text{ (Máximo permitido).}$$

$$h_{\text{CB}} = \text{Coeficiente de convección exterior de la pared} = 4,652 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$h_{\text{IP}} = \text{Coeficiente de convección interior en paredes} = 4,652 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$e_1: \text{Espesor del forro exterior del casco} = 20 \text{ mm} = 0,020 \text{ m}$$

$$e_3: \text{Espesor del forro interior de las cubas} = 3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}$$

$$k_1 \text{ y } k_3 = k_{\text{ACERO}}: \text{Coeficiente de transmisión de calor del acero} = 58 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$k_2 = k_{\text{POLIURETANO}}: \text{Coeficiente de transmisión de calor del poliuretano.}$$

$$k_{\text{POLIURETANO}} = 0,023 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_i = -25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_e = +25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Realizando las operaciones convenientes para obtener el espesor, e, tenemos que:

$$\Delta T = (T_e - T_i) = [25 - (-25)] = 50 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$e = \left\{ \frac{50}{6,96} - \left[\frac{1}{4,652} + \frac{1}{4,652} + \left(\frac{0,020}{58} + \frac{0,003}{58} \right) \right] \right\} 0,023 = 0,1553 \text{ m}$$

e_3 : Espesor del forro interior de las cubas = 3 mm = 0,003 m
 k_1 y $k_3 = k_{ACERO}$: Coeficiente de transmisión de calor del acero = 58 W/m² °C
 $k_2 = k_{POLIURETANO}$: Coeficiente de transmisión de calor del poliuretano.
 $k_{POLIURETANO} = 0,023$ W/m²°C
 $T_i = -25$ °C
 $T_e = +32$ °C

Realizando las operaciones convenientes para obtener el espesor, e, tenemos que:

$$\Delta T = (T_e - T_i) = [32 - (-25)] = 57 \text{ °C}$$

$$e = \left\{ \frac{57}{6,96} - \left[\frac{1}{4,652} + \frac{1}{5815,232} + \left(\frac{0,020}{58} + \frac{0,003}{58} \right) \right] \right\} 0,023 = 0,1834 \text{ m}$$

Normalmente se suele aumentar un 5% a 10% el espesor de la capa de aislante para tener un margen de seguridad.

PARED TRANSVERSAL DE POPA ADYACENTE A LA CAMARA DE MAQUINAS:

Datos de diseño:

$Q_{m\acute{a}x} = 6,96$ W/m² (Máximo permitido).
 $h_{CB} =$ Coeficiente de convección exterior de la pared = 4,652 W/m² °C
 $h_{IP} =$ Coeficiente de convección interior en paredes. = 4,652 W/m² °C
 e_1 : Espesor del forro exterior del casco = 20 mm = 0,020 m
 e_3 : Espesor del forro interior de las cubas = 3 mm = 0,003 m
 k_1 y $k_3 = k_{ACERO}$: Coeficiente de transmisión de calor del acero = 58 W/m² °C
 $k_2 = k_{POLIURETANO}$: Coeficiente de transmisión de calor del poliuretano.
 $k_{POLIURETANO} = 0,023$ W/m² °C
 $T_i = -25$ °C
 $T_e = +40$ °C

Suelo:

Bajo el suelo de la bodega están los tanques dobles fondos, para este valor habrá que interpolar en tablas.

h_{DF} : Coeficiente de transmisión de los dobles fondos.

$$h_{DF} = 4,456 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

2 ANEXO 2;

2.2 **Cálculo de los balances térmicos de los servicios.**

Para la realización de los balances térmicos de los túneles de congelación y de las bodegas de conservación, nos apoyaremos en el programa **BPFRIIO**, creado por la Universidad de Valencia, especialmente para instalaciones frigoríficas.

Para el balance térmico del armario de congelación por placas, lo haremos sin programa alguno, debido a que los programas habituales no contemplan esta posibilidad.

2.2.1 **Cálculo del balance térmico del armario de congelación.**

Solo realizaremos el balance térmico de uno de los túneles de congelación, debido a que los tres son iguales:

Características de la bodega y datos para el cálculo de la capacidad frigorífica de la bodega.

Condiciones Interiores de la sala: Temperatura -25 °C
Humedad Relativa 80 %

Condiciones Exteriores de proyecto: Temperatura 35 °C
Humedad Relativa 50 %

Características constructivas de la sala: Alto 2,25 m
Ancho 2,25 m
Largo 3,28 m

Características del producto: Tipo: *Pescado magro fresco*

Temperatura Congelación (°C)	-1,5
Cp. antes de Congelar (kJ/kg°C)	3,6
C. Latente Congelación (kJ/kg°C)	251,21
Cp. después de Congelar (kJ/kg°C)	2,09
Tonelaje de entrada (Ton/h)	2
Temperatura Entrada Producto (°C)	+15
Temperatura Final Producto (°C)	- 18
Tiempo de régimen (h)	7

2.2.2 - BALANCE DE CAMARA FRIGORIFICA

PROYECTO: C13P0013/0C RECINTO: GAMB. FRESCO

DATOS

TEMPERATURA	2	° C
LARGO	7,00	Metros.
ANCHO	2,12	Metros.
ALTO	2,02	Metros.
TRANSMISION	10	Kcal./m2 h
RENOVACIONES	15,00	Renv./día
INCR. ENTALPIA	6,15	Kcal./m3
ESTIVA	250	Kg./m3
ENTR. DIARIA	7.500	Kg./día
CAL. ESPECIF.	0,80	Kcal./kg. ° C
DT PRODUCTO	15,00	° C
VARIOS	15	%
H. TRABAJO COMP.	24	Horas.

SUPERFICIE	14,84	m2.
VOLUMEN	29,98	m3.
S. INTERCAMBIO	66,52	m2.

Consid. para cálculo, antecámara a +12°C

100%:	7495,00	Kg.
-------	---------	-----

FRESCO: 0,8 / CONG.: 0,4

FRESCO: 15° C / CONG.: 10° C

RESULTADOS

Q paredes	14.634,40	Kcal./día
Q aire infiltracion	2.765,66	Kcal./día
Q producto	90.000,00	Kcal./día
Q varios	16.110,01	Kcal./día
Q total	123.510,07	Kcal./día

PRODUCCIÓN FRIGORIFICA REQUERIDA:	5.146,25	Kcal./hora.
	5,98	kW. .
	171,66	Kcal./m3
	0,20	kW. ./m3

2.2.3 - BALANCE DE CAMARA FRIGORIFICA

PROYECTO: C13P0013/0C **RECINTO:** BOD. DE CONGELADOS

DATOS

TEMPERATURA	-18	° C
LARGO	5,83	Metros.
ANCHO	3,40	Metros.
ALTO	2,02	Metros.
TRANSMISION	10	Kcal./m2 h
RENOVACIONES	10,00	Renv./día
INCR. ENTALPIA	6,15	Kcal./m3
ESTIVA	250	Kg./m3
ENTR. DIARIA	10.000	Kg./día
CAL. ESPECIF.	0,42	Kcal./kg. ° C
DT PRODUCTO	10,00	° C
VARIOS	15	%
H. TRABAJO COMP.	24	Horas.

SUPERFICIE 19,82 m2.

VOLUMEN 40,04 m3.

S. INTERCAMBIO 76,93 m2.

Consid. para cálculo, antecámara a +12°C

100%: 10.010,00 Kg.

FRESCO: 0,8 / CONG.: 0,4

FRESCO: 15° C / CONG.: 10° C

RESULTADOS

Q paredes	16.924,60	Kcal./día
Q aire infiltracion	2.462,46	Kcal./día
Q producto	42.000,00	Kcal./día
Q varios	9.208,06	Kcal./día
Q total	70.595,12	Kcal./día

PRODUCCIÓN FRIGORIFICA REQUERIDA:	2.941,46 Kcal./hora.
	3,42 kW. . .
73,46 Kcal./m3	0,09 /m3

2.2.4 - BALANCE DE CAMARA FRIGORIFICA

PROYECTO: C13P0013/0C **RECINTO:** frigeración

DATOS

TEMPERATURA	4	° C
LARGO	7,00	Metros.
ANCHO	1,20	Metros.
ALTO	2,02	Metros.
TRANSMISION	22	Kcal./m2 h
RENOVACIONES	25,00	Renv./día
INCR. ENTALPIA	22,40	Kcal./m3
ESTIVA	250	Kg./m3
ENTR. DIARIA	1.000	Kg./día
CAL. ESPECIF.	0,80	Kcal./kg. ° C
DT PRODUCTO	15,00	° C
VARIOS	15	%
H. TRABAJO COMP.	24	Horas.

SUPERFICIE 8,40 m2.

VOLUMEN 16,97 m3.

S. INTERCAMBIO 49,93 m2.

Consid. para cálculo, antecámara a +4°C

100%: 4242,50 Kg.

FRESCO: 0,8 / CONG.: 0,4

FRESCO: 15° C / CONG.: 10° C

RESULTADOS

Q paredes	24.166,12	Kcal./día
Q aire infiltracion	9.503,20	Kcal./día
Q producto	12.000,00	Kcal./día
Q varios	6.850,40	Kcal./día
Q total	52.519,72	Kcal./día

PRODUCCIÓN FRIGORIFICA REQUERIDA:	2.188,32	Kcal./hora.
	2,54	kW. .
	128,95	Kcal./m3
	0,15	kW. ./m3

Carga por Renovación de Aire			
Condiciones de Trabajo		Trabajo intenso	
Nº Renovaciones/día considerado		5,85	
Volumen Renovado (m³/h)		115,00	
Condiciones Aire Renovación:			
Temperatura (°C)	35		
Humedad (%)	50		
		Potencia Térmica Perdida en Renovación	4,00 kW
Carga por Personas			
Nº de personas	0	Potencia Térmica Perdida por Personas	0,00 kW
Carga por Iluminación			
Iluminación (W/m²)	8	Potencia Térmica Perdida por Iluminación	1,45 kW
Carga por Ventiladores			
		Potencia Térmica Perdida por Ventiladores	0,00 kW
Carga por Máquinas/Motores			
		Potencia Térmica Perdida por Maq./Motores	0 kW
Resultados			
Suma Carga Productos			
	Enfriamiento Productos	0 kW	
	Respiración Productos	0 kW	
	Enfriamiento Embalajes	0 kW	
	Enfriamiento Palets	0 kW	
	Total Productos:		0 kW
	Total Transmisión Paredes y techos:		3,32 kW
	Resto:		5,45 kW
	Carga TOTAL de la Cámara		8,77 kW
	Carga TOTAL Mayorada de la Cámara		9,65 kW
	Potencia frigorífica de la cámara a instalar. Funcionando 16 horas al día		14,5 kW
	Potencia por TOTAL Instalada por m³		30,7 W/m³

ANEXO 3

2.3 Cálculo-selección de los equipos frigoríficos principales.

2.3.1 Selección de los compresores.

Para la elección de los compresores, recordemos que uno de los requisitos del cliente, era que sean compresores de tornillo MYCOM, por lo tanto;

Para obtener dicho cálculo, utilizaré el programa de cálculo del propio fabricante de los compresores, MYCOM 14.2ep ME.

CIRCUITO DE CONGELACIÓN:

El circuito de congelación formado por:

- 2 Salas de congelación por placas.
- 1 Sala frigorífica.

Total de capacidad frigorífica necesaria para el circuito	195,4 kW.
Refrigerante	R-404A
Temperatura de evaporación	-35 °C
Temperatura de condensación	40 °C
Alimentación eléctrica	380V-50Hz-III

Para este circuito, dispondremos de dos unidades compresoras para obtener un mayor margen de seguridad, debido a que si solo se instalase una unidad y si esta fallase, nos quedaríamos sin poder congelar, mientras que con dos unidades adecuadamente dimensionadas siempre no aseguramos poder congelar el 50% de la capacidad de congelación de la instalación.

Los compresores seleccionados, como podemos comprobar en la hoja de selección del programa de MYCOM, son dos compresores modelo F160VSD*HE:

MYCOM SCREW COMPRESSOR PERFORMANCE SINGLE STAGE (BOOSTER)

08-27-2014

MODEL : F160VS*-HE
REFRIGERANT : R404A

1

RECOMMENDED PORT :		H
BOOSTER :		Falso
COMPRESSION RATIO :	[-]	10,9
CAPACITY :	[kW]	106,3
CAPACITY :	[TR]	30,2
ABSORBED POWER :	[kW]	85,6
DRIVE SHAFT SPEED :	[rpm]	2950
COMPRESSOR SPEED :	[rpm]	2950
INDICATOR POSITION :	[%]	100
CONDENSING TEMP. :	[degC]	40,0
EVAPORATIVE TEMP. :	[degC]	-35,0
SUCTION SUPERHEAT :	[degC]	0,00
LIQUID SUBCOOLING :	[degC]	5,00
SUCTION TEMP. :	[degC]	-35,0
OIL SUPPLY TEMP. :	[degC]	50,0
SUCTION PRESS. :	[MPaA]	0,169
DISCHARGE PRESS. :	[MPaA]	1,84
OIL SUPPLY PRESS. :	[MPaA]	2,03
SUCTION PRES. DROP :	[MPaA]	0,000
DISCHARGE PRES. DROP :	[MPaA]	0,000
SWEPT VOLUME :	[m3/h]	415
LOAD(VOL. FLOW RATE) :	[%]	100
DISCHARGE TEMP. :	[degC]	66,3
REFRIG. FLOW RATE SUC. :	[m3/h]	307
REFRIG. FLOW RATE DIS. :	[m3/h]	45,7
REFRIG. FLOW RATE SUC. :	[kg/h]	2758
REFRIG. FLOW RATE DIS. :	[kg/h]	3764
INJECT. OIL FLOW RATE :	[L/min]	-
LUB. OIL FLOW RATE :	[L/min]	44,5
F.SIDE OIL FLOW RATE :	[L/min]	8,14
*TOTAL * OIL FLOW RATE :	[L/min]	52,6
OIL HEAT REJECTION :	[kW]	24,3
OIL SPEC HT :	[J/kgK]	1930
OIL DENSITY :	[kg/m3]	880
COP :	[-]	1,24

--- SUPER HEAT is NOT counted in refrigeration capacity ---

--- WITH WATER COOLED OIL COOLER ---

--- WITH LIQUID SUBCOOLER ---

INTERMED. TEMP. :	[degC]	1,76
INTERMED. PRESS. :	[MPaA]	0,646
INTERMED. SUPERHEAT :	[degC]	0,00
LIQUID APPROACH TEMP. :	[degC]	5,00
REFRIG. FLOW RATE :	[m3/h]	30,7
REFRIG. FLOW RATE :	[kg/h]	1006

1/2

E/AP
2010-06-04
MYCOM SCREW COMPRESSOR PERFORMANCE 14.2ME
MAYEKAWA MFG. CO., LTD.
MYCOMW 14.2epME

* Data from the Swept Volume downwards is for reference.
* Contents subject to change without notice.

MYCOM SCREW COMPRESSOR PERFORMANCE SINGLE STAGE (BOOSTER)

08-27-2014

MODEL : F160VS*-HE
REFRIGERANT : R404A

1

HEAT REJECTION : [kW] 32,7

--- NO OIL INJECTION ---

--- The result for this refrigerant is for reference. ---

CIRCUITO DE CONSERVACIÓN:

Calculo del compresor para el circuito de conservación formado por:

- 1 bodega principal
- 1 entrepuente de carga
- 1 entrepuente de cartonaje

Total de capacidad frigorífica necesaria para el circuito	27,65 kW.
Refrigerante	R-404A
Temperatura de evaporación	-35 °C
Temperatura de condensación	40 °C
Alimentación eléctrica	380V-50Hz-III

Para este circuito, dispondremos de una sola unidad compresora bien sobredimensionada, y para obtener un mayor margen de seguridad esta se interconexionará al circuito de congelación por si falla la misma, poder contar con la seguridad de que cualquiera de las dos unidades de este circuito puedan mantener el servicio en la bodegas y así la conservación del producto.

El compresor seleccionado, como podemos comprobar en la hoja de selección del programa de MYCOM, es un compresor modelo F125SUD*HE:

MYCOM SCREW COMPRESSOR PERFORMANCE SINGLE STAGE (BOOSTER)

08-27-2014

MODEL : F125S**-HE
REFRIGERANT : R404A

		1
RECOMMENDED PORT :		H
BOOSTER :		False
COMPRESSION RATIO :	[-]	10,9
CAPACITY :	[kW]	48,6
CAPACITY :	[TR]	13,8
ABSORBED POWER :	[kW]	40,6
DRIVE SHAFT SPEED :	[rpm]	2950
COMPRESSOR SPEED :	[rpm]	2950
INDICATOR POSITION :	[%]	100
CONDENSING TEMP. :	[degC]	40,0
EVAPORATIVE TEMP. :	[degC]	-35,0
SUCTION SUPERHEAT :	[degC]	0,00
LIQUID SUBCOOLING :	[degC]	5,00
SUCTION TEMP. :	[degC]	-35,0
OIL SUPPLY TEMP. :	[degC]	50,0
SUCTION PRESS. :	[MPaA]	0,169
DISCHARGE PRESS. :	[MPaA]	1,84
OIL SUPPLY PRESS. :	[MPaA]	2,03
SUCTION PRES. DROP :	[MPaA]	0,000
DISCHARGE PRES. DROP :	[MPaA]	0,000
SWEPT VOLUME :	[m3/h]	197
LOAD(VOL. FLOW RATE) :	[%]	100
DISCHARGE TEMP. :	[degC]	66,3
REFRIG. FLOW RATE SUC. :	[m3/h]	140
REFRIG. FLOW RATE DIS. :	[m3/h]	20,9
REFRIG. FLOW RATE SUC. :	[kg/h]	1255
REFRIG. FLOW RATE DIS. :	[kg/h]	1721
INJECT. OIL FLOW RATE :	[L/min]	-
LUB. OIL FLOW RATE :	[L/min]	27,3
TOTAL OIL FLOW RATE :	[L/min]	27,3
OIL HEAT REJECTION :	[kW]	12,6
OIL SPEC HT :	[J/kgK]	1930
OIL DENSITY :	[kg/m3]	880
COP :	[-]	1,20

--- SUPER HEAT is NOT counted in refrigeration capacity ---

--- WITH WATER COOLED OIL COOLER ---

--- WITH LIQUID SUBCOOLER ---

INTERMED. TEMP. :	[degC]	1,28
INTERMED. PRESS. :	[MPaA]	0,637
INTERMED. SUPERHEAT :	[degC]	0,00
LIQUID APPROACH TEMP. :	[degC]	5,00
REFRIG. FLOW RATE :	[m3/h]	14,5
REFRIG. FLOW RATE :	[kg/h]	465,8
HEAT REJECTION :	[kW]	15,1

1/2

MYCOM SCREW COMPRESSOR PERFORMANCE SINGLE STAGE (BOOSTER)

08-27-2014

MODEL : F125S**-HE
REFRIGERANT : R404A

1

--- NO OIL INJECTION ---

--- The result for this refrigerant is for reference. ---

2/2

E/AP
2010-08-04
MYCOM SCREW COMPRESSOR PERFORMANCE 14.2ME
MAYKAWA MFG. CO., LTD.
MYCOMW 14.2epME

* Data from the Swept Volume downwards is for reference.
* Contents subject to change without notice.

2.3.2 Cálculo y selección de los condensadores y bombas de agua de mar para dar servicio a los mismos.

Para la elección de los compresores, recordemos que uno de los requisitos del cliente, era que sean compresores de tornillo MYCOM, por lo tanto;

La expresión que nos da el valor de la capacidad de condensación necesaria para cada compresor, viene dada por la expresión:

$$Q_{\text{cond.}} = Q_{\text{capacidad frigorífica}} + \text{Pot.}_{\text{absorbida comp.}} \quad (2.3.2.1)$$

2.3.2.1 Cálculo de los condensadores y bombas de agua para el circuito de congelación formado por dos unidades compresoras F160VSD*HE

Tomaremos los datos de cada unidad compresora a la temperatura T_0 de $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ y condensación a $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (requisito Astillero, considerar agua de mar para la condensación a $32\text{ }^{\circ}\text{C}$). De este modo tenemos un margen en caso de subida de la temperatura en el fluido refrigerante, además en la primera hora de carga de los túneles o el armario cuando el producto está caliente, la temperatura de evaporación será alta.

- Carga térmica absorbida por los compresores ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) = 161,0 kW
- Potencia absorbida ($-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) = 97,9 kW

Calcularemos la capacidad unitaria para cada unidad, debido a que se instalará un condensador para cada una de ellas, por lo tanto:

$$Q_{\text{cond.}} = 161,0 + 97,90 = 258,9 \text{ kW / condensador.}$$

Los condensadores seleccionados, son de la marca INTEGASA, empresa de prestigio internacional en este tipo de intercambiadores. Los modelos seleccionados sería 2 condensadores de 275 kW cada uno:

- 2 **CONDENSADORES** adecuados para agua de mar, fabricación horizontal, de las siguientes características:

Marca	INTEGASA	
Modelo	CFB-32-20-2/92	
Haz tubular	CUNI 90/10.	
Placas tubulares	BIMETALICAS.	
Cabezales	BRONCE.	
Capacidad	275 kW.	
Caudal de agua necesario	60	m ³ /h.

El caudal de agua de mar requerido según indicaciones del propio fabricante, para cada uno de los condensadores como podemos comprobar es de es de 60 m³/h por cada condensador.

Elegimos entonces 2 bombas, una para cada condensador, de la marca AZCUE, el modelo MN 50/125, capaz de dar cada una de ellas un caudal de agua de mar de 65 m³/h para satisfacer las necesidades requeridas de cada condensador, a una altura manométrica de 15 m.c.a.:

- 2 **ELECTROBOMBAS** centrífugas, ejecución horizontal, no autoaspirantes, fabricadas en bronce, con el eje de acero inoxidable e impulsor de bronce, y de las siguientes características técnicas:

Marca	AZCUE	
Modelo	MN 50/125	
Caudal	65	m ³ /h.
Presión	15	m.c.a.
Potencia motor	5,5	kW.
Velocidad de giro	3.000	r.p.m.

2.3.2.2 **Cálculo del condensador y bomba de agua para el circuito de conservación formado por una unidad compresora F125SUD*HE.**

Tomaremos igual que en el caso anterior, los datos de la unidad compresora a la temperatura T_0 de -25 °C y condensado a +40°C. De este modo tenemos un margen en caso de subida de la temperatura en el fluido refrigerante.

- Carga térmica absorbida por los compresores (-25 °C) = 74,1 kW
- Potencia absorbida (-25 °C) = 46,4 kW

Calcularemos la capacidad de condensación necesaria para la unidad:

$$Q_{\text{cond.}} = 74,1 + 46,4 = 120,5 \text{ kW}$$

El condensador seleccionado, sería 1 condensador de 132 kW:

- 1 **CONDENSADOR** adecuado para agua de mar, fabricación horizontal, de las siguientes características:


Marca	INTEGASA
Modelo	CFB-24-15-2/56
Haz tubular	CUNI 90/10.
Placas tubulares	BIMETALICAS.
Cabezales	BRONCE.
Capacidad	132 kW.
Caudal de agua necesario	36 m ³ /h.

El caudal de agua de mar requerido según indicaciones del propio fabricante para el condensador es de 36 m³/h, por lo tanto, seleccionamos una bomba marca AZCUE, modelo MN40/125, capaz de dar un caudal de agua de mar de 36 m³/h para satisfacer las necesidades requeridas del condensador, a una altura manométrica de 15 m.c.a.:

- 1 **ELECTROBOMBA** centrífuga, ejecución horizontal, no autoaspirante, fabricada en bronce, con el eje de acero inoxidable e impulsor de bronce, y de las siguientes características técnicas:

Marca	AZCUE
Modelo	MN40/125
Caudal	36 m ³ /h.
Presión	15 m.c.a.
Potencia	3 kW.
Velocidad de giro	3.000 r.p.m.

A continuación se adjuntan las **hojas de características** de estos condensadores y **bombas de agua** seleccionados.

	CONDENSADORES	CARACTERÍSTICAS		
		REV.	FECHA	HOJA
		0	Enero 2.013	1/1

- CONDENSADORES DE FREÓN SERVICIO MARINO -

DATOS DE DISEÑO

- Fluidos: FREÓN R404A / AGUA MAR.
- Temperatura de condensación: 40° C.
- Temperatura de entrada del agua mar: 32° C.
- Fouling factor: 0,000086 m²K/W.
- Velocidad del agua mar: ~1,95 m/s.

GARANTÍA

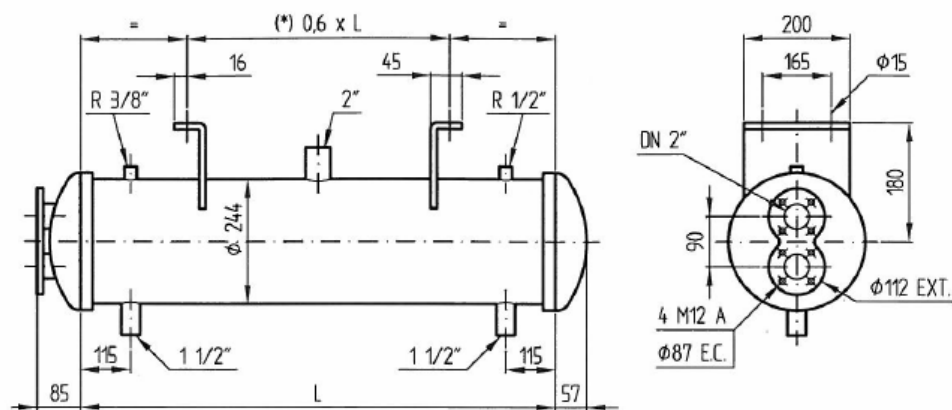
- Garantía de un (1) año desde la entrega.
- Alcance según TEMA Sección 3, Punto G-5 "Guarantees".

MANTENIMIENTO

- Recomendamos mantenimiento de los equipos según TEMA Sección 4, Punto E-4 "Maintenance of heat exchanger"

**LISTA DE PRECIOS
 CONDENSADORES DE FREON
 SERVICIO MARINO "MODELO: CFB"**

HOJA 4 DE 6

 AÑO
2.013


MODELO	L	SUPERFICIE m ²	PESO Kg.	RESERVA dm ³	CAUDAL m ³ /h	POTENCIA kW	Nº TUBOS	PRECIO €
CFB-24-12,5-2/48	1.250	13,19	113	4,2	31	96	48	5.330.-
CFB-24-12,5-2/52	1.250	14,29	116	4,2	34	104	52	5.465.-
CFB-24-12,5-2/56	1.250	15,39	120	4,2	36	112	56	5.605.-
CFB-24-15-2/48	1.500	15,94	130	5,1	31	112	48	5.720.-
CFB-24-15-2/52	1.500	17,27	134	5,1	34	122	52	6.015.-
CFB-24-15-2/56	1.500	18,59	141	5,1	36	132	56	6.305.-
CFB-24-20-2/48	2.000	21,43	167	6,9	31	142	48	6.810.-
CFB-24-20-2/52	2.000	23,22	172	6,9	34	155	52	7.075.-
CFB-24-20-2/56	2.000	24,88	177	6,9	36	166	56	7.355.-

Cliente	FRIMARTE	Proyecto	REFRIGERACION
Fecha	21/03/2007	Item	1

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

SERVICIO	REFRIGERACION
Líquido	Agua Salada
Temperatura trabajo	

TIPO	MN-50-125	Cantidad	2
Bomba centrífuga horizontal monobloc.			

BOMBA		MOTOR	
Caudal	65 m ³ /h	Potencia	4 kW
Altura total	15 m.	Tensión	400V-III-50 Hz
NPSHr	2,64 m.	Velocidad RPM	2900 rpm
Velocidad RPM	2900 rpm	Aislamiento/Protección	F/IP-55
Potencia Abs.	3,5 kW	Tipo	112M-2
		Int. Nominal IN	7,4 A
		Int. Arranque Is/IN	7,5

CONSTRUCCIÓN		OBSERVACIONES
Ejecución	Horizontal	PRECIO UNITARIO 1.770 € Dto 30%
Sistema de cierre	Cierre Mecánico	
Bocas asp/imp	65/50	
Cuerpo	Bronce	
Rodete	Bronce	
Eje	Acero Inox	

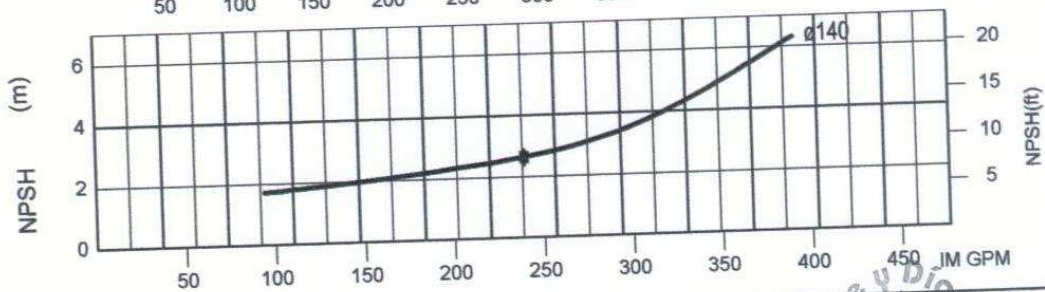
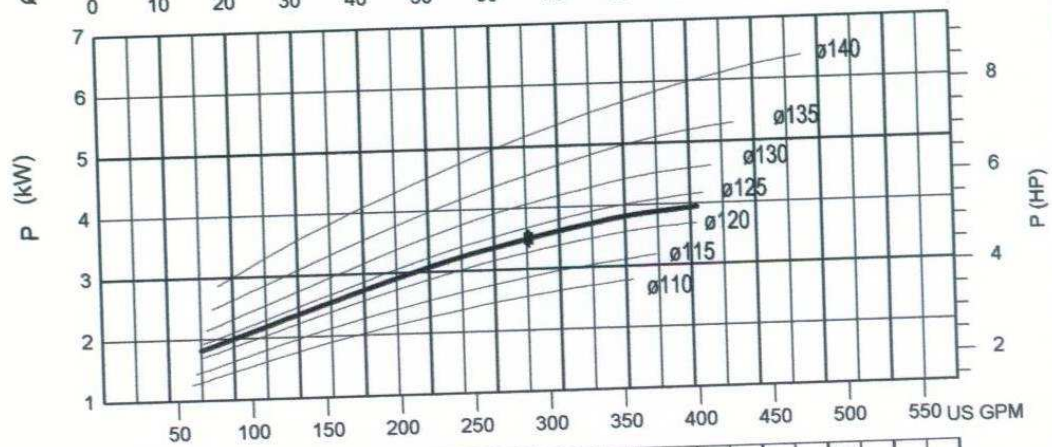
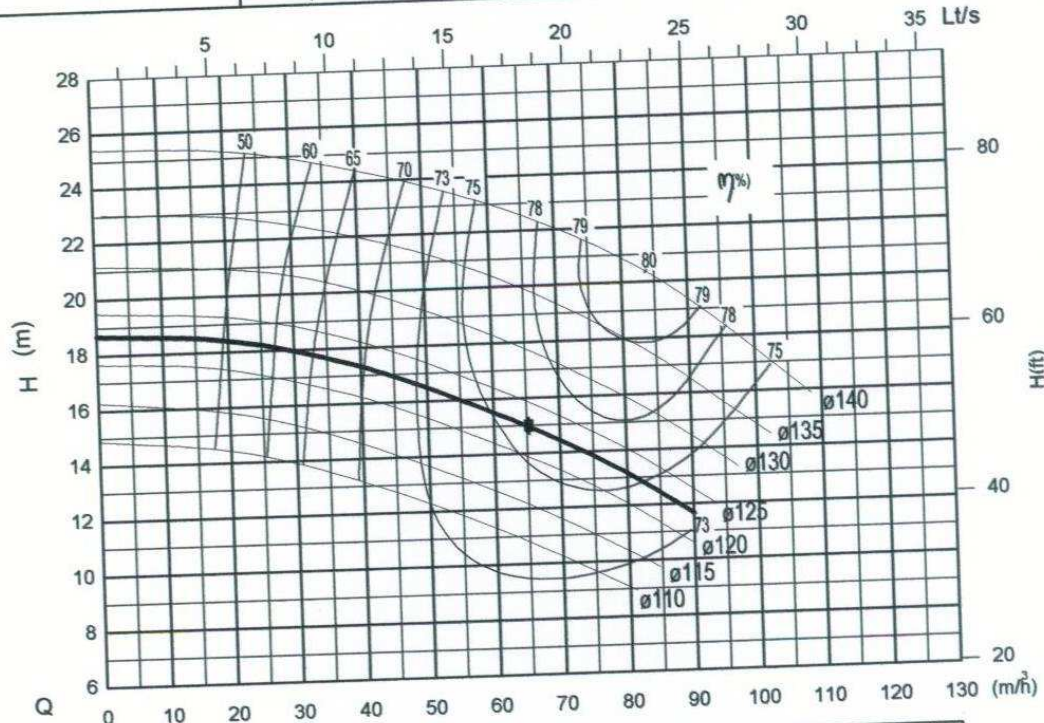
Tipo/Type:

50-125

Bomba serie
Pump serie
Pompe serie

AN

2900

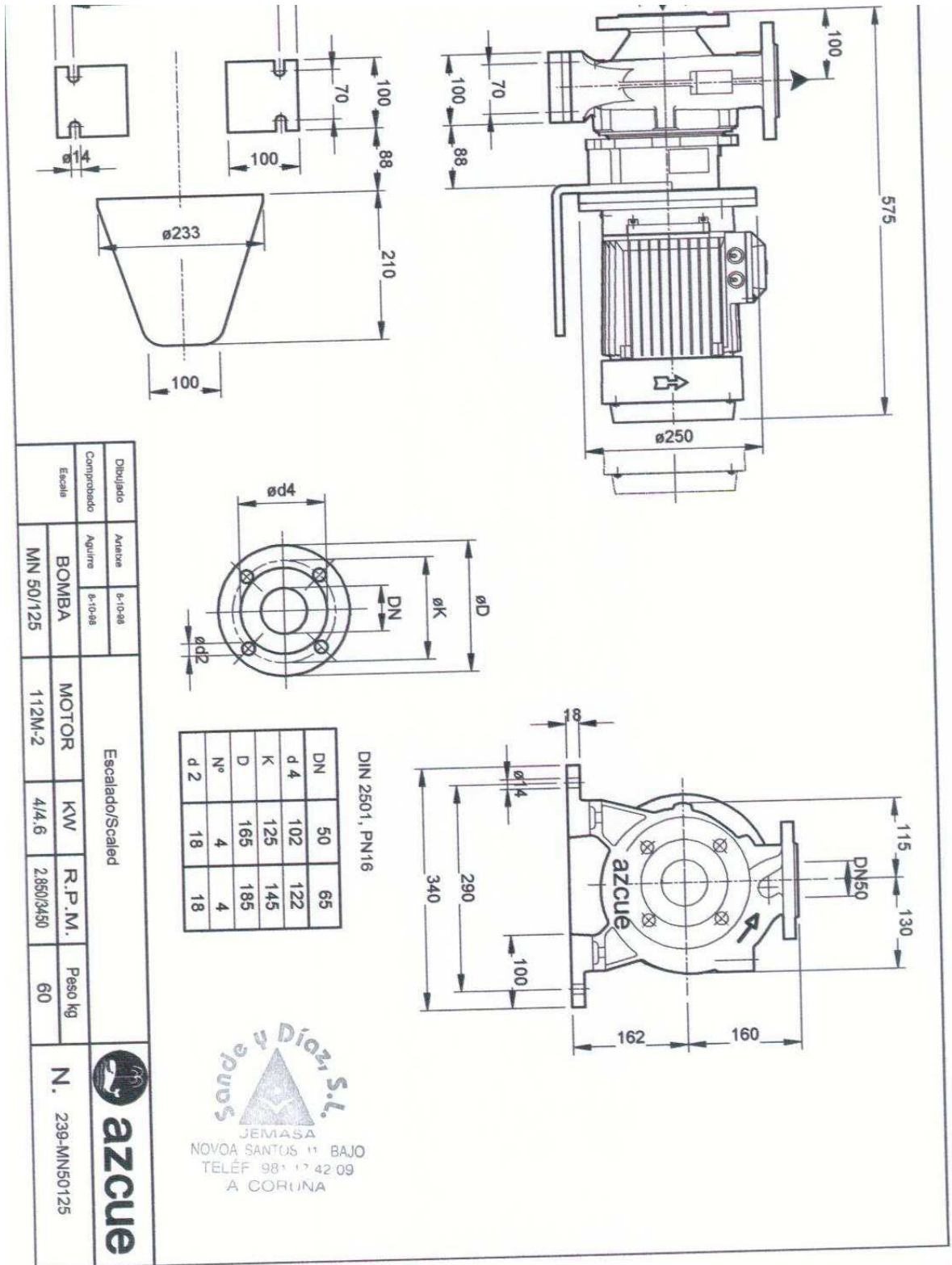


Q: 65 m³/h H: 15 m
P: 3,5 kW Ø: 123
NPSHr: 2,6 m



azcue

EMASA S.L.
NOVA SANTOS 11 BAJO
TELÉF. 001 17 42 09
A CORUÑA



Cliete	FRIMARTE	Proyecto	REFRIGERACION
Fecha	21/03/2007	Item	2

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

SERVICIO	REFRIGERACION 2
Líquido	Agua Salada
Temperatura trabajo	

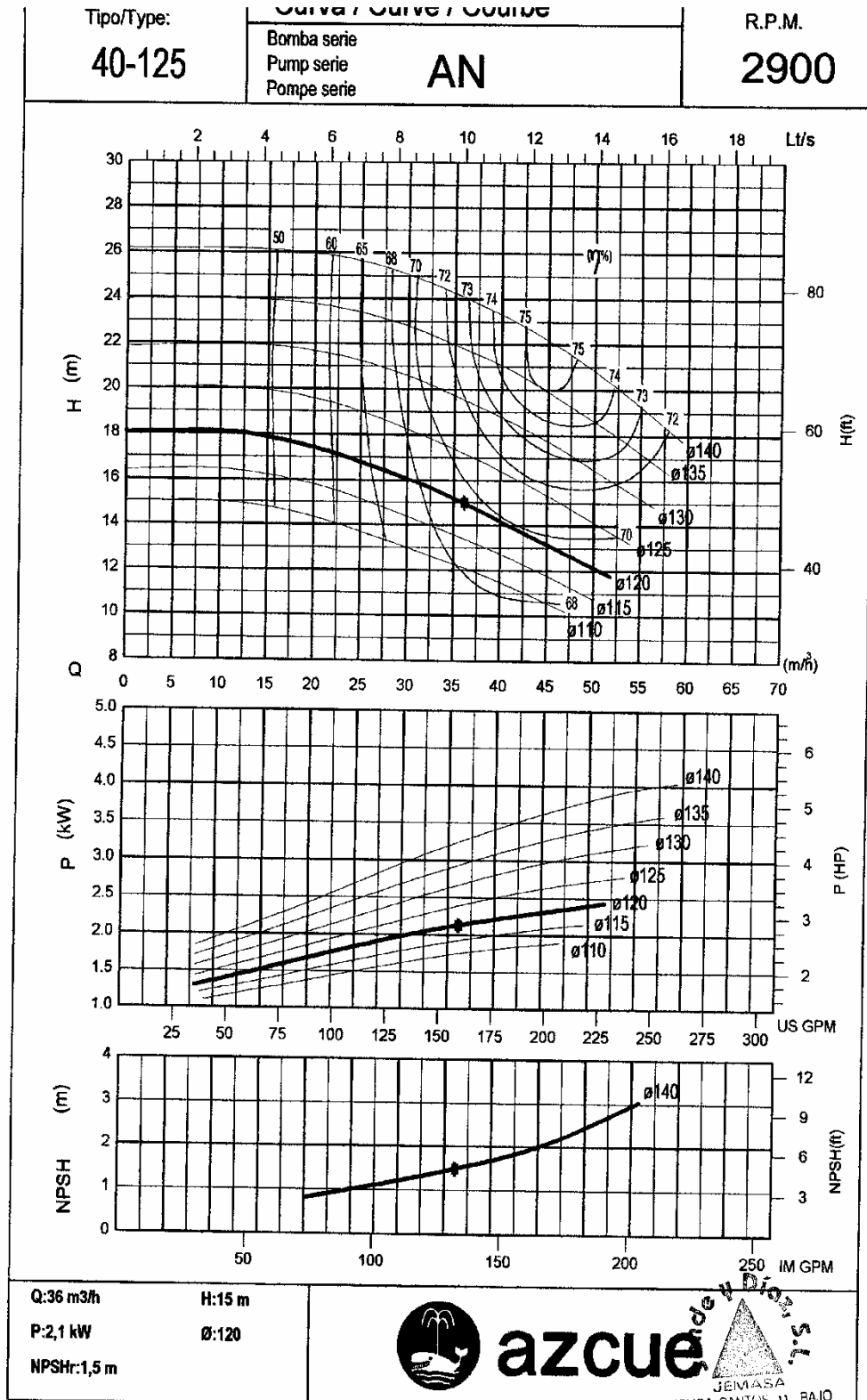
TIPO	MN-40-125	Cantidad	1
Bomba centrífuga horizontal monobloc.			

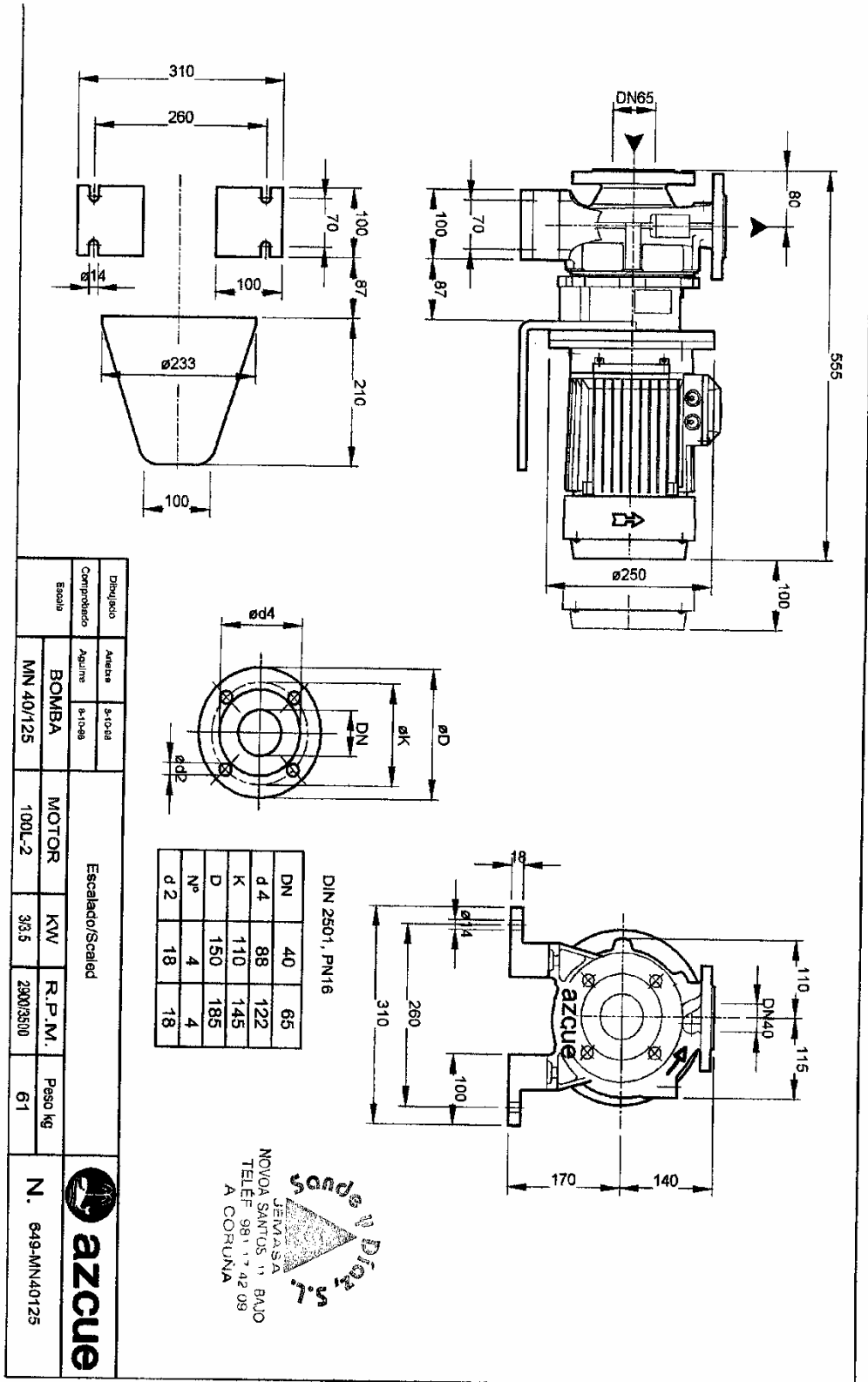
BOMBA		MOTOR	
Caudal	36 m ³ /h	Potencia	3 kW
Altura total	15 m.	Tensión	400V-III-50 Hz
NPSHr	1,48 m.	Velocidad RPM	2900 rpm
Velocidad RPM	2900 rpm	Aislamiento/Protección	F/IP-55
Potencia Abs.	2,1 kW	Tipo	100L-2
		Int. Nominal IN	5,95 A
		Int. Arranque Is/IN	7,5


CONSTRUCCIÓN		OBSERVACIONES
Ejecución	Horizontal	PRECIO UNITARIO 1,574 € Dto 30%
Sistema de cierre	Cierre Mecánico	
Bocas asp/imp	65/40	
Cuerpo	Bronce	
Rodete	Bronce	
Eje	Acero Inox	

PLAZO 45 DÍAS







Dibujado	Comprobado	Escala	Escalado/Scaled				 azcue N. 649-MN40125
Azcue	Azcue	1:1	MOTOR	KW	R.P.M.	Peso kg	
BOMBA	MN 40/125	100L-2	36.5	2900/3500	61		


 JEMASA S.L.
 NOVA SANTOS BAJO
 TELEF 981 17 42 09
 A CORUÑA

2.3.3 Cálculo y selección de los evaporadores de la sala de congelación.

Entendemos como capacidad frigorífica de un evaporador a la cantidad de calor que pasa a través de su superficie de intercambio del recinto a refrigerar, y que se invierte fundamentalmente en la vaporización del fluido refrigerante.

A continuación se calculan los evaporadores de las salas y los evaporadores de la bodega y entrepuentes, que serán serpentines aleteados.

2.3.3.1 Cálculo y selección de los evaporadores de la sala de conservación.

La capacidad frigorífica del evaporador está determinada por la fórmula:

$$Q = K \cdot A \cdot \Delta_{tm} \quad (2.3.3.1.1)$$

donde:

Q = Cantidad de calor transferido.

K = Coeficiente de transmisión de calor del evaporador con el aire

A = Superficie de intercambio de calor.

Δ_{tm} = Diferencia de temperatura media logarítmica.

El dato fundamental a calcular, será la superficie de transmisión del mismo, que nos servirá para elegir, ajustándonos a las dimensiones del túnel, el modelo de evaporador a instalar.

Datos conocidos:

K: El coeficiente de transmisión de calor de este tipo de evaporadores es un dato conocido, que aporta el fabricante, en este caso ISLAS INDUSTRIES, situado en Vigo, será de 17 Kcal/h m² °C

Q: El calor a disipar por el evaporador según el balance térmico realizado en el anexo de balances, será de 45 kW, es decir 38.700 kcal/h.

Datos a calcular:

Δ_{tm} = Definimos como diferencia de temperatura media logarítmica como:

$$\Delta_{tm} = \frac{(t_e - t_o) - (t_s - t_o)}{\ln \frac{(t_e - t_o)}{(t_s - t_o)}} \quad (2.3.3.1.2)$$

donde:

T₀: Temperatura del R-404A que circula por el evaporador

Te: Temperatura de entrada del aire al evaporador

Ts: Temperatura de salida del aire del evaporador

Valores de las temperaturas en este caso serán aproximadamente:

T₀: -35 °C

Te: -25 °C

Ts: -30 °C

Por tanto, sustituyendo datos el valor de ΔT sera:

$$\Delta T = 7,21 \text{ °C}$$

Por lo tanto, despejando en la formula inicial A (superficie de intercambio), nos sale que:

$$A = \frac{Q}{K \cdot \Delta_{tm}} \quad (2.3.3.1.3)$$

Donde sale que **A = 315,73 m²**

Por lo tanto y ajustándonos a las dimensiones interiores de las salas, seleccionamos el siguiente evaporador de ISLAS INDUTRIES:

3 EVAPORADORES, uno para cada de las salas, construidos con tubo de acero sin soldadura de 20 mm de diámetro exterior y aleta plana de acero, y después de terminados y probados a presión, se galvanizan por inmersión en baño de zinc caliente. La superficie de transmisión de cada evaporador es de **325 m²**, y la separación de aletas es de 14 mm. Modelo **ST-24x12x1.620x14**



Figura 2.3.3.1.1.- Imagen real de un evaporador de sala de congelación de un barco.

2.3.3.2 Cálculo y selección de electroventiladores de las tres salas.

Una vez definido el evaporador y sabiendo su geometría, debemos dimensionar los ventiladores para el túnel, calculando el volumen de aire que debemos mover dentro del túnel para cumplir con los requerimientos deseados.

Para calcular la cantidad de aire que han de ser capaces de desplazar los ventiladores usaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Caudal} = \text{Sección} \cdot \text{Velocidad} \quad (2.3.3.2.1)$$

donde:

Caudal= Caudal de aire que debemos mover dentro del tunel.

Sección= Superficie libre de paso del evaporador

Velocidad= Velocidad del aire

Datos conocidos:

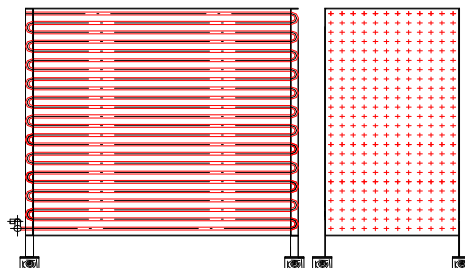
Velocidad: Según diferentes instaladores de este tipo de instalaciones, una velocidad adecuada en este tipo de túneles estaría entre 4,5 y 5 m/s, nosotros en este caso usaremos 5 m/s.

Datos a calcular:

Sección: Para calcular la sección de paso libre del evaporador debemos calcular la superficie que ocupan los tubos y la superficie que ocupen las aletas.

Para realizar dicho calculo, sabemos que las características constructivas de cada evaporador son las siguientes:

Nº de filas de tubos en fondo:	12
Nº de tubos de cada fila:	24
Longitud aleteada de cada tubo:	1600 mm = 1,6 m
\varnothing_{ext} del tubo:	25,3 mm = 0,0253 m
Separación vertical entre tubos:	70 mm
Espesor aleta:	0,6 mm = 0,0006 m
Separación entre aletas:	14 mm



Por lo tanto la superficie de paso total o bruta serian:

$$S_{bruta} = 1,6 \times (24 \times 0,07) = 2,688 \text{ m}^2$$

Entonces para calcular para la superficie de paso libre o neta, se debe restar a la S_{bruta} la suma de la superficie que ocupan los tubos y la superficie de las aletas.

La superficie que ocupan los tubos será:

$$S_{tubos} = 24 \times 1,6 \times 0,0253 = 0,9715 \text{ m}^2$$

La superficie que ocupan las aletas será:

$$S_{aletas} = (1,6 / 0,014) \times 0,0006 \times (24 \times 0,07) = 0,1152 \text{ m}^2$$

Por lo tanto la superficie neta será:

$$S_{neta} = S_{bruta} - (S_{tubos} + S_{aletas}) \quad (2.3.3.2.2)$$

$$S_{neta} = 2,688 - (0,9715 + 0,1152) = 1,6013 \text{ m}^2$$

Una vez que tenemos la sección y la velocidad ya podemos calcular el caudal de aire:

$$\text{Caudal} = \text{Sección} \cdot \text{Velocidad} = 1,6013 \cdot 5 = 8,0065 \text{ m}^3/\text{s} = \mathbf{28823,4 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Según el resultado del cálculo, y considerando que se instalaran dos electroventiladores por sala, se han seleccionado los siguientes electroventiladores:

6 ELECTROVENTILADORES, dos para cada sala, aptos para ambientes húmedos y bajas temperaturas, de las siguientes características técnicas:

Marca	WOOD'S	
Modelo	50 JM/20/2/6/32	
Caudal	16.710	m ³ /h.
Presión estática	35	mm.c.a.
Velocidad de giro	2.910	r.p.m.
Potencia	6,2	kW.



Fläkt Woods Limited

Combination Data Sheet

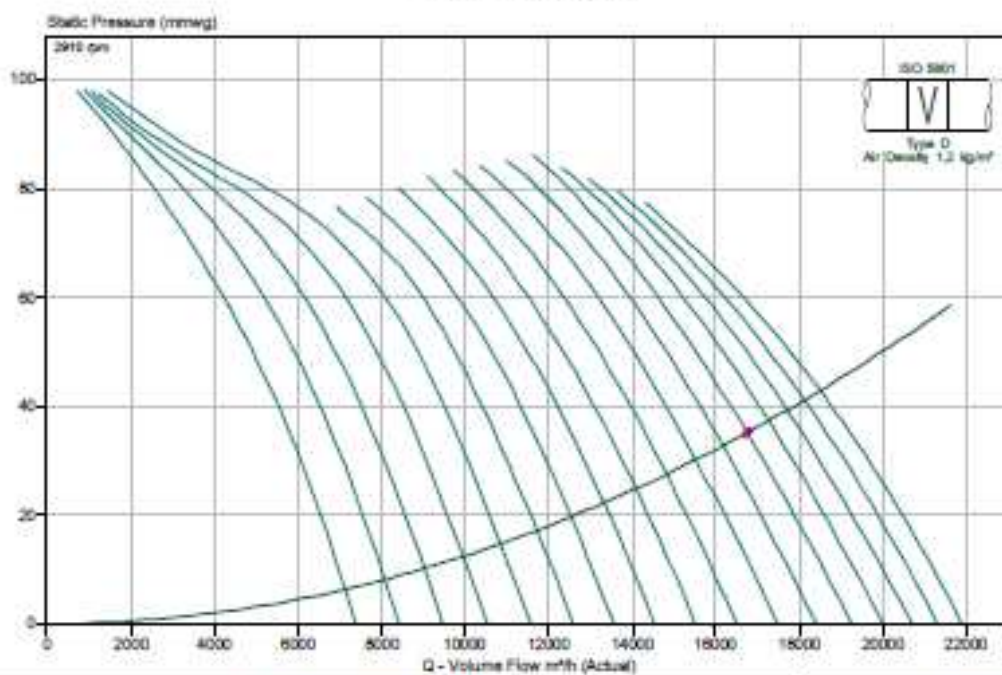
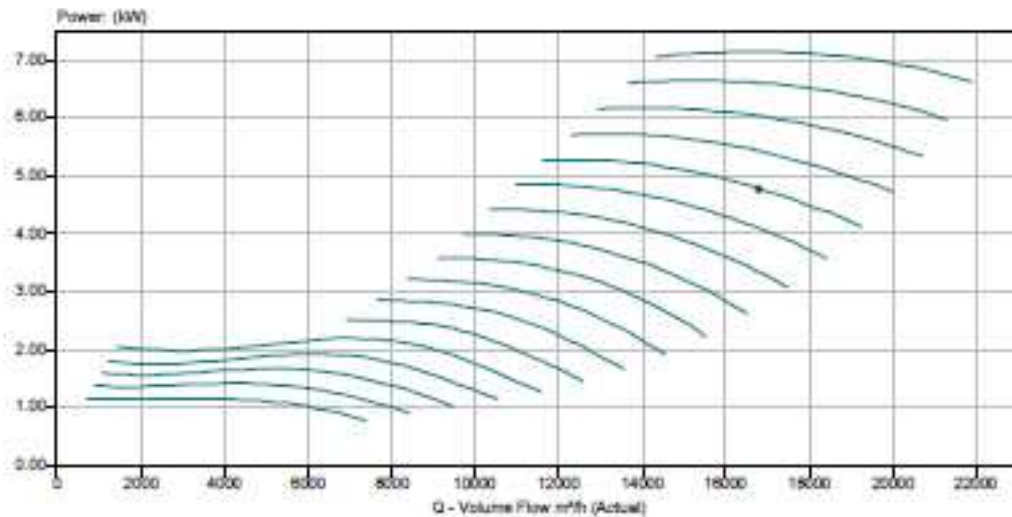
JM Aerofoil

Quotation Number	:	
Project Name	:	TFG/GEM/E-21-14
Item Reference:	:	

Fan Code	50JM/20/2/6/32
Fan Diameter / Size	500 Size / mm
Blades	6
Fan Speed	2910 rpm
Velocity	23,8 m/s
Blade Angle	32°
Installation Type / Form of Running	D / B
Fan Casing	Long
Requested Duty	16710m ³ /h @ 35,0 mmwg (static)
Outlet Dynamic Pressure	34,5 mmwg
Duty Shaft Power	4,79 kW
Max Shaft Power	5,39 kW
Total Efficiency	66,8 %
Pitch Angle Range	10° - 34°
Motor Frame	112M (Sized at 1.2kg/m ³ Air Density)
Motor Rating	6,05 kW [IE2]
Full Load Current	11,6 A
Starting Current	76,56 A
Motor Mounting	Pad
Electrical Supply	380-420 Volts 50 Hz 3 Phase
Start Type	DOL
Motor Winding	Standard
Enclosure	Standard All
SFP value	1,18 W/(l/s)
Energy Consumption	10998 kWh (2000 h/year)
Running Cost / Year	£770
Air Density	1,2 kg/m ³ / 20 °C / 0 m / 50% RH
Smoke Venting	Non Smoke Venting
Product Number	EJ531274



Fan Code : EJ531274 - 50JM/20/2/6/32
 Customer :
 Date: : lunes, septiembre 1, 2014



	Sound Spectrum (Hz)								Overall	
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Lw*	LpA @ 3 m**
Inlet*	91	91	93	90	89	87	83	80	99	74
Outlet*	94	91	95	91	89	88	84	81	100	74
Breakout*	84	73	73	68	64	60	62	57	85	51

* Lw dB re 10^{-12} W ** dBA re 2×10^{-5} Pa

2.3.3.3 Cálculo y selección de evaporadores para la sala frigorífica.

En la bodega y los entrepuentes se ha optado por utilizar un evaporadores estáticos dispuestos por todo el techo de los recintos.

Se ha empleado para la realización del mismo un serpentín aleteado de las siguientes características:

Serpentines contruidos con tubería de acero estirado s/s norma DIN-2440, de 21 mm (3/4"), calidad ST-35, aleteado exteriormente con pletina de acero, altura de aleta 25 mm., separación de aleta 18 mm. y galvanizados en caliente, por inmersión en baño de zinc.

Según el fabricante de estos serpentines, cada metro lineal de serpentín equivale a **0.84 m²** en superficie de transferencia de calor con un coeficiente de transferencia de calor de **10 Kcal./h·m²·°C**, que es el que desarrollan este tipo de evaporadores.

Cuando se emplean evaporadores estáticos en bodegas de conservación, al no tener un ventilador que nos mueva todo el aire de la cámara, ya que éste se mueve por convección natural, hay que tener en cuenta el volumen total de la cámara. Así pues, es interesante ocupar todo el techo de la bodega, para que la circulación natural de aire afecte a toda la bodega.

Hay una norma empleada por las oficinas técnicas de las empresas que suelen realizar estas instalaciones, la cual aconseja siempre que sea posible, que se disponga una superficie de transferencia de calor del evaporador equivalente en número al volumen de la bodega, es decir, que un m² de superficie de serpentín aleteado por cada m³ de volumen de bodega.

Con estos datos y sabiendo los volúmenes de la bodega y los entrepuentes, tenemos que:

Bodega de congelados:

Volumen = 471,7 m³, superficie de serpentines a instalar 471,7 m².

Entrepunte de carga:

Volumen = 129,08 m³, superficie de serpentines a instalar 129,08 m².

Entrepuesto de cartonaje:

Volumen = $117,6 \text{ m}^3$, superficie de serpentines a instalar $117,6 \text{ m}^2$.

Entonces, sabiendo que 1 metro lineal equivale a $0,84 \text{ m}^2$, finalmente se instalarán:

Bodega de congelados: 561,54 m.l.

Entrepuesto de carga: 153,66 m.l.

Entrepuesto de cartonaje: 140 m.l.

Por motivos de pérdidas de carga y para dar mayor versatilidad al evaporador, se ha dividido en 7 evaporadores en la bodega y en 2 evaporadores en el entrepunto de carga y 2 evaporadores en el entrepunto de cartonaje, cada uno de ellos con su correspondiente sistema de inyección de líquido.



Figura 2.3.3.3.1.- Imagen real de los serpentines de la bodega del buque

2.3.4 Cálculo de la carga de refrigerante y del recipiente de líquido.

2.3.4.1 Cálculo de la carga de refrigerante.

Para determinar la carga total de refrigerante de la instalación se tendrá en cuenta la carga de refrigerante de los distintos equipos que forman la misma. Es decir;

Armario de congelación por placas.

Bodega.

Entrepuesto de carga.

Entrepuesto de cartonaje.

Dicha carga se calcula multiplicando el volumen interno del evaporador, por el título y la densidad del refrigerante a la temperatura que esté, es decir:

$$\text{Kg. Refrigerante} = \text{Vol. Evap.} \cdot \text{Título} \cdot \text{Densidad} \quad (2.3.4.1.1)$$

Sala de congelación:

2 evaporadores, uno para cada sala, contruidos con tubo de diámetro interior 21,3 mm, y con una longitud de tubos de 466,56 ml (según la tabla adjunta 1 ml = 0,235061dm³/ml) tienen un volumen interno unitario de **0,109 m³** cada uno.

Por lo tanto, la carga de refrigerante de cada evaporador es a - 35° C, considerando que la densidad del R-404a (a -35° C) es de 1272 Kg./m³ y para expansión directa un título de 0,6, sale que cada evaporador necesitará **80,18 Kg** de refrigerante.

Armario de congelación por placas:

Este armario de placas formado por 13 placa de dimensiones 1550x1200 mm, según del manual de instrucciones del fabricante, el volumen interno del conjunto de placas es de 153 dm³ = **0,153 m³**

Por lo tanto, la carga de refrigerante del armario es a -35°C , considerando que la densidad del R-404a (a -35°C) es de 1272 Kg./m^3 y para expansión directa un título de 0,6, sale que el armario necesitará **116,7 Kg** de refrigerante.

Bodega de conservación:

En esta bodega se instalarán 561,54 ml de serpentín aleteado fabricados con tubo de $\varnothing 21,3\text{ mm}$, (según la tabla adjunta $1\text{ ml} = 0,235061\text{dm}^3/\text{ml}$) tienen un volumen interno de **0,131 m³**.

Por lo tanto, la carga de refrigerante de los serpentines de la bodega es a -35°C , considerando que la densidad del R-404a (a -35°C) es de 1272 Kg./m^3 y para expansión directa un título de 0,6, sale que necesitarán **99,97 Kg** de refrigerante.

Entrepuesto de carga:

En este entrepuesto se instalarán 153,66 ml de serpentín aleteado fabricados con tubo de $\varnothing 21,3\text{ mm}$, (según la tabla adjunta $1\text{ ml} = 0,235061\text{dm}^3/\text{ml}$) tienen un volumen interno de **0,036 m³**.

Por lo tanto, la carga de refrigerante de los serpentines del entrepuesto es a -35°C , considerando que la densidad del R-404a (a -35°C) es de 1272 Kg./m^3 y para expansión directa un título de 0,6, sale que necesitarán **27,56 Kg** de refrigerante.

Entrepuesto de fresco:

En este entrepuesto se instalarán 140 ml de serpentín aleteado fabricados con tubo de $\varnothing 21,3\text{ mm}$, (según la tabla adjunta $1\text{ ml} = 0,235061\text{dm}^3/\text{ml}$) tienen un volumen interno de **0,032 m³**.

Por lo tanto, la carga de refrigerante de los serpentines del entrepuesto es a -35°C , considerando que la densidad del R-404a (a -35°C) es de 1272 Kg./m^3 y para expansión directa un título de 0,6, sale que necesitarán **25,17 Kg** de refrigerante.

2.3.4.2 Cálculo del recipiente de líquido.

En esta instalación solo se instalará un recipiente de líquido común a todos los circuitos tanto de congelación como de conservación.

Según se indica en la MI-IF-006 del Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas la capacidad del recipiente de líquido perteneciente a un equipo frigorífico con múltiples evaporadores será como mínimo de 1,25 veces la capacidad del evaporador mayor, que en este caso es el armario de congelación por placas con 116,7 Kg.

Por lo tanto, el volumen mínimo del recipiente de líquido a instalar entonces, será tal que pueda almacenar $116,7 \times 1,25 = 145,875$ Kg., es decir que para una densidad del R-404A a $+35^{\circ}$ C (en teoría será la temperatura ambiente donde estará ubicado el recipiente) de $994,2$ Kg./m³, **el volumen mínimo del recipiente será de 146,72 dm³.**

Sin embargo, para evitar la falta ó insuficiencia de volumen del recipiente de líquido refrigerante, que pueda presentarse bajo determinadas circunstancias durante la vida útil de la instalación, lo habitual en instalaciones industriales y navales, es instalar un recipiente con capacidad para albergar la totalidad de refrigerante de la instalación (en este caso 509, 91 Kg), con el fin de que en caso de fuga o de reparación de parte de la misma, poder recoger todo el refrigerante de la misma en el recipiente de líquido, por lo que finalmente se instalará un recipiente con un volumen mínimo de **540 dm³.**

2.3.5 Cálculo de las válvulas de expansión y válvulas solenoides.

Para la selección de las válvulas de expansión y de las válvulas solenoides, nos apoyaremos en el programa COOLSELECTOR del fabricante Danfoss.

2.3.5.1 Cálculo de las válvulas de expansión.

Las válvulas de expansión Danfoss seleccionadas, serán válvulas de expansión termostática con orificio intercambiable. Las válvulas de expansión termostáticas regulan la inyección de refrigerante líquido en los evaporadores. La inyección se controla en función del recalentamiento del refrigerante. El rango de válvulas de expansión termostáticas comprende válvulas diseñadas para aplicaciones específicas. Las válvulas se suministran con conexiones soldar, soldar cobre ó conexiones bimetálicas de acero inoxidable / cobre.

El rango de temperatura es desde -60 °C a +50 °C.

Capacidad nominal: 0.5 a 1890 kW (R22).

A continuación se adjuntan las selecciones de estas válvulas sacadas del programa de selección COOLSELECTOR.

Válvulas de expansión termostática para los SALAS DE CONGELACIÓN:

Las salas de congelación son iguales, es decir, la misma selección.

Coolselector®	Report
Versión	1.0.1.4
Versión de la base de datos	1.0.0.30
Calculation Date	28/08/2014



Criterios de búsqueda

Refrigerante	R404A
Capacidad de refrigeración	47,9 kW
Temperatura	-25 °C
Presión abs.	2,50 bar
Temperatura	32 °C
Presión abs.	15,07 bar
Subenfriamiento	4 K
Presión del distribuidor	1 bar
Serie	T5 -55
Tamaño del orificio	TE12 - 7
País	Ver todos
User Selection	Selección Rápida

Selection Details

Tipo	Tamaño del orificio	Capacidad producida(kW)	Carga de la válvula (%)
TE 12	7	46,1	104
TE 12	7	49,0	98

Disclaimer

Todos los valores calculados y componentes seleccionados con este programa de software se deben verificar por el usuario. Danfoss no acepta ninguna responsabilidad por posibles errores en el programa CoolSelector®, reservándose el derecho de alterar sus productos sin previo aviso, incluyéndose los que estén bajo pedido, si estas modificaciones no afectan a las características convenidas con el cliente. Todas las marcas registradas son propiedad de las respectivas compañías. Danfoss y el logotipo de Danfoss son marcas registradas de Danfoss A/S. Reservados todos los derechos. Danfoss.. ©Danfoss A/S, Refrigeration and Air Conditioning Division 2009

TE 12

Las válvulas de expansión termostáticas TE 12 se utilizan para la inyección de líquido en los evaporadores en sistemas de refrigeración y aire acondicionado con refrigerantes fluorados. La TE 12 se suministra por partes con un amplio rango de cuerpos.



Figura 2.3.5.1.1.- Válvula de expansión TE12

Válvulas de expansión termostática para el ARMARIO DE CONGELACIÓN:

Coolselector®	Report
Versión	1.0.1.4
Versión de la base de datos	1.0.0.30
Calculation Date	28/08/2014



Criterios de búsqueda

Refrigerante	R404A
Capacidad de refrigeración	51,7 kW
Temperatura	-30 °C
Presión abs.	2,04 bar
Temperatura	32 °C
Presión abs.	15,07 bar
Subenfriamiento	4 K
Presión del distribuidor	1 bar
Serie	T5 -55
Tamaño del orificio	TE20 - 8
País	Ver todos
User Selection	Selección Rápida

Selection Details

Tipo	Tamaño del orificio	Capacidad producida(kW)	Carga de la válvula (%)
TE 20	8	45,7	113
TE 20	8	58,6	88

Disclaimer

Todos los valores calculados y componentes seleccionados con este programa de software se deben verificar por el usuario. Danfoss no acepta ninguna responsabilidad por posibles errores en el programa CoolSelector®, reservándose el derecho de alterar sus productos sin previo aviso, incluyéndose los que estén bajo pedido, si estas modificaciones no afectan a las características convenidas con el cliente. Todas las marcas registradas son propiedad de las respectivas compañías. Danfoss y el logotipo de Danfoss son marcas registradas de Danfoss A/S. Reservados todos los derechos. Danfoss.. ©Danfoss A/S, Refrigeration and Air Conditioning Division 2009

TE 20

Las válvulas de expansión termostáticas TE 20 se utilizan para la inyección de líquido en los evaporadores en sistemas de refrigeración y aire acondicionado con refrigerantes fluorados. La TE 20 se suministra por partes con un amplio rango de cuerpos.



Figura 2.3.5.1.2.- Válvula de expansión TE20

Válvulas de expansión termostática para el BODEGA DE CONSERVACIÓN DE CONGELADOS:

La bodega de conservación de congelados, tiene unas necesidades frigoríficas totales de 14,5 kW, pero debido al gran número de metros lineales de serpentines a instalar en la misma, la disposición de serpentines de la misma se dividirá en 7 circuitos, por lo tanto cada circuito tendría unas necesidades frigoríficas de 2,07 kW /circuito. Por lo tanto la selección de las válvulas de expansión para estos circuitos sería:

Coolselector®	Report
Versión	1.0.1.4
Versión de la base de datos	1.0.0.30
Calculation Date	28/08/2014



Criterios de búsqueda

Refrigerante	R404A
Capacidad de refrigeración	2,07 kW
Temperatura	-25 °C
Presión abs.	2,50 bar
Temperatura	32 °C
Presión abs.	15,07 bar
Subenfriamiento	4 K
Presión del distribuidor	1 bar
Serie	T2
Tamaño del orificio	T2 - 03
País	Ver todos
User Selection	Selección Rápida

Selection Details

Tipo	Tamaño del orificio	Capacidad producida(kW)	Carga de la válvula (%)
T2-TE2	3	3,1	67
T2-TE2	3	3,7	57

Disclaimer

Todos los valores calculados y componentes seleccionados con este programa de software se deben verificar por el usuario. Danfoss no acepta ninguna responsabilidad por posibles errores en el programa CoolSelector®, reservándose el derecho de alterar sus productos sin previo aviso, incluyéndose los que estén bajo pedido, si estas modificaciones no afectan a las características convenidas con el cliente. Todas las marcas registradas son propiedad de las respectivas compañías. Danfoss y el logotipo de Danfoss son marcas registradas de Danfoss A/S. Reservados todos los derechos. Danfoss.. © Danfoss A/S, Refrigeration and Air Conditioning Division 2009

Válvulas de expansión termostática para los ENTREPUNTES DE CONSERVACIÓN DE CONGELADOS:

Los dos entrepuntes de conservación de congelados, tiene unas necesidades frigoríficas muy similares, de 6,37 y 6,78 kW, por el mismo motivo explicado en la bodega, las disposiciones de serpentines de los mismos se dividirán en 2 circuitos en cada entrepunte, por lo tanto cada circuito tendría unas necesidades frigoríficas de 3,19 y 3,39 kW/circuito respectivamente. Por lo tanto la selección de las válvulas de expansión para estos circuitos sería:

Coolselector®	Report
Versión	1.0.1.4
Versión de la base de datos	1.0.0.30
Calculation Date	28/08/2014



Criterios de búsqueda

Refrigerante	R404A
Capacidad de refrigeración	3,39 kW
Temperatura	-25 °C
Presión abs.	2,50 bar
Temperatura	32 °C
Presión abs.	15,07 bar
Subenfriamiento	4 K
Presión del distribuidor	1 bar
Serie	T2
Tamaño del orificio	T2 - 03
País	Ver todos
User Selection	Selección Rápida

Selection Details

Tipo	Tamaño del orificio	Capacidad producida(kW)	Carga de la válvula (%)
T2-TE2	3	3,1	109
T2-TE2	3	3,7	93

Disclaimer

Todos los valores calculados y componentes seleccionados con este programa de software se deben verificar por el usuario. Danfoss no acepta ninguna responsabilidad por posibles errores en el programa CoolSelector®, reservándose el derecho de alterar sus productos sin previo aviso, incluyéndose los que estén bajo pedido, si estas modificaciones no afectan a las características convenidas con el cliente. Todas las marcas registradas son propiedad de las respectivas compañías. Danfoss y el logotipo de Danfoss son marcas registradas de Danfoss A/S. Reservados todos los derechos. Danfoss.. ©Danfoss A/S, Refrigeration and Air Conditioning Division 2009

T2/TE 2

Las válvulas de expansión termostáticas T 2/TE 2 se utilizan para la inyección de líquido en los evaporadores en sistemas de refrigeración y aire acondicionado con refrigerantes fluorados. La T 2/TE 2 se suministra con un conjunto de orificio intercambiable para un almacenaje y servicio sencillo.



Figura 2.3.5.1.3.- Válvula de expansión TE2

2.3.5.2 Cálculo de las válvulas solenoides.

Válvulas de solenoide Danfoss para refrigerantes fluorados. El programa de válvulas solenoides se compone de un amplio abanico de válvulas, diseñadas para aplicaciones específicas en instalaciones de refrigeración. Están disponibles en diferentes tamaños, tipos de conexiones y con bobinas de diferentes tensiones y frecuencias.

Las válvulas se suministran por partes, ofreciendo la posibilidad de diseñar la válvula según sus requisitos.

Las válvulas Danfoss seleccionadas, sern del tipo EVR/EVRH, normalmente cerrada (NC). La EVR (NC) es una válvula solenoide de acción directa ó servoaccionada, para tuberías de líquido, de aspiración y de gas caliente con refrigerantes fluorados. Las válvulas EVR se suministran completas ó como elementos independientes, es decir, cuerpo, bobina y bridas.



Figura 2.3.5.2.1.- Válvula solenoides EVR

A continuación se adjuntan las selecciones de estas válvulas sacadas del programa de selección COOLSELECTOR.

Válvulas solenoide para las SALAS DE CONGELACIÓN:

Las salas de congelación son iguales, es decir, la misma selección.

Coolselector®	Report
Versión	1.0.1.4
Versión de la base de datos	1.0.0.30
Calculation Date	28/08/2014



Criterios de búsqueda

Refrigerante	R404A
Capacidad de refrigeración	47,9 kW
Temperatura	-25 °C
Presión abs.	2,50 bar
Recalentamiento	10 K
Temperatura	32 °C
Presión abs.	15,07 bar
Subenfriamiento	4 K
Serie	EVR
Tipo	EVR 15
Posición de tubería	Tubería de
País	Ver todos
User Selection	Selección Rápida

Selection Details

Tipo	Caída de temp. (K)	Caída de pres. (bar)	Capacidad mín. (kW)	Carga parcial posible (%)
EVR 15	0,80	0,30	19,6	41

Disclaimer

Todos los valores calculados y componentes seleccionados con este programa de software se deben verificar por el usuario. Danfoss no acepta ninguna responsabilidad por posibles errores en el programa CoolSelector®, reservándose el derecho de alterar sus productos sin previo aviso, incluyéndose los que estén bajo pedido, si estas modificaciones no afectan a las características convenidas con el cliente. Todas las marcas registradas son propiedad de las respectivas compañías. Danfoss y el logotipo de Danfoss son marcas registradas de Danfoss A/S. Reservados todos los derechos. Danfoss.. ©Danfoss A/S, Refrigeration and Air Conditioning Division 2009

Válvulas solenoide para el ARMARIO DE CONGELACIÓN:

Coolselector®	Report
Versión	1.0.1.4
Versión de la base de datos	1.0.0.30
Calculation Date	28/08/2014



Criterios de búsqueda

Refrigerante	R404A
Capacidad de refrigeración	51,7 kW
Temperatura	-25 °C
Presión abs.	2,50 bar
Recalentamiento	10 K
Temperatura	32 °C
Presión abs.	15,07 bar
Subenfriamiento	4 K
Serie	EVR
Tipo	EVR 15
Posición de tubería	Tubería de líquido
País	Ver todos
User Selection	Selección Rápida

Selection Details

Tipo	Caída de temp. (K)	Caída de pres. (bar)	Capacidad mín. (kW)	Carga parcial posible (%)
EVR 15	0,93	0,35	19,6	38

Disclaimer

Todos los valores calculados y componentes seleccionados con este programa de software se deben verificar por el usuario. Danfoss no acepta ninguna responsabilidad por posibles errores en el programa CoolSelector®, reservándose el derecho de alterar sus productos sin previo aviso, incluyéndose los que estén bajo pedido, si estas modificaciones no afectan a las características convenidas con el cliente. Todas las marcas registradas son propiedad de las respectivas compañías. Danfoss y el logotipo de Danfoss son marcas registradas de Danfoss A/S. Reservados todos los derechos. Danfoss.. ©Danfoss A/S, Refrigeration and Air Conditioning Division 2009

Válvulas solenoide para la BODEGA DE CONSERVACIÓN DE CONGELADOS:

La bodega de conservación de congelados, tiene unas necesidades frigoríficas totales de 14,5 kW, y aunque para la selección de las válvulas de expansión se ha dividido en 7 circuitos, sólo se montará una única válvulas solenoide, que sería:

Coolselector®	Report
Versión	1.0.1.4
Versión de la base de datos	1.0.0.30
Calculation Date	28/08/2014



Criterios de búsqueda

Refrigerante	R404A
Capacidad de refrigeración	14,5 kW
Temperatura	-25 °C
Presión abs.	2,50 bar
Recalentamiento	10 K
Temperatura	32 °C
Presión abs.	15,07 bar
Subenfriamiento	4 K
Serie	EVR
Tipo	EVR 10
Posición de tubería	Tubería de
País	Ver todos
User Selection	Selección Rápida

Selection Details

Tipo	Caída de temp. (K)	Caída de pres. (bar)	Capacidad mín. (kW)	Carga parcial posible (%)
EVR 10	0,14	0,05	14,2	98

Disclaimer

Todos los valores calculados y componentes seleccionados con este programa de software se deben verificar por el usuario. Danfoss no acepta ninguna responsabilidad por posibles errores en el programa CoolSelector®, reservándose el derecho de alterar sus productos sin previo aviso, incluyéndose los que estén bajo pedido, si estas modificaciones no afectan a las características convenidas con el cliente. Todas las marcas registradas son propiedad de las respectivas compañías. Danfoss y el logotipo de Danfoss son marcas registradas de Danfoss A/S. Reservados todos los derechos. Danfoss. © Danfoss A/S, Refrigeration and Air Conditioning Division 2009

Válvulas solenoide para los ENTREPUESTES DE CONSERVACIÓN DE CONGELADOS:

Los dos entrepuentes de conservación de congelados, tiene unas necesidades frigoríficas muy similares, de 6,37 y 6,78 kW, por el mismo motivo explicado en la bodega, aunque se dividirán en 2 circuitos en cada entrepuente, solo se instalará una válvula solenoide para cada uno. Por la igualdad de la capacidad frigorífica de ambos solo se realizará una selección, la del más desfavorable:

Coolselector®	Report
Versión	1.0.1.4
Versión de la base de datos	1.0.0.30
Calculation Date	28/08/2014



Criterios de búsqueda

Refrigerante	R404A
Capacidad de refrigeración	6,78 kW
Temperatura	-25 °C
Presión abs.	2,50 bar
Recalentamiento	10 K
Temperatura	32 °C
Presión abs.	15,07 bar
Subenfriamiento	4 K
Serie	EVR
Tipo	EVR 6
Posición de tubería	Tubería de
País	Ver todos
User Selection	Selección Rápida

Selection Details

Tipo	Caída de temp. (K)	Caída de pres. (bar)	Capacidad mín. (kW)	Carga parcial posible (%)
EVR 6	0,17	0,06	6,0	89

Disclaimer

Todos los valores calculados y componentes seleccionados con este programa de software se deben verificar por el usuario. Danfoss no acepta ninguna responsabilidad por posibles errores en el programa CoolSelector®, reservándose el derecho de alterar sus productos sin previo aviso, incluyéndose los que estén bajo pedido, si estas modificaciones no afectan a las características convenidas con el cliente. Todas las marcas registradas son propiedad de las respectivas compañías. Danfoss y el logotipo de Danfoss son marcas registradas de Danfoss A/S. Reservados todos los derechos. Danfoss. © Danfoss A/S, Refrigeration and Air Conditioning Division 2009

2.3.6 Cálculo de las válvulas de seguridad y tubería de descarga (alivio).

Este punto tiene como objeto la justificación de las válvulas de seguridad seleccionadas para la protección de los recipientes a presión en cumplimiento de la MI-IF-009 del Reglamento de Seguridad para plantas e Instalaciones Frigoríficas.

Las válvulas de seguridad instaladas con carácter obligatorio, y sus conexiones, tendrán una capacidad de descarga tal que impidan una sobrepresión de un 10 por 100 sobre la presión de timbre. Esta condición tendrá que ser cumplida por cada una de las válvulas de seguridad consideradas independientemente.

La capacidad mínima de evacuación de la válvula de seguridad de un recipiente que contenga refrigerante líquido se determinará por la siguiente fórmula:

$$C = f \cdot D \cdot L \quad (2.3.6.1)$$

donde:

C = Capacidad de evacuación, expresada en Kilogramos de aire por hora.

D = Diámetro exterior del recipiente, expresado en metros.

L = Longitud del recipiente, expresada en metros.

F = Factor que depende del refrigerante y que vale 623 para refrigerante R-404A.

En la siguiente tabla se indican las capacidades de evacuación mínimas requeridas para los recipientes a presión indicados:

Nº	RECIPIENTE	Diámetro ext. (m.)	Longitud (m.)	Vol. (dm ³)	Refrig.	f	Capacidad de evacuación de válvula (Kg./h)
1	Separador aceite unidad compresora F160VSD nº1, túneles y armario	0,6	1,46	412,8	R-404A	623	545,7

2	Separador aceite unidad compresora F160VSD n°2- túneles y armario	0,6	1,46	412,8	R-404A	623	545,7
3	Separador aceite unidad compresora F125SUD, circuito de bodegas	0,6	1,46	412,8	R-404A	623	545,7
4	Condensador CFB-32-20-2/92, unidad n°1	0,324	2,0	164,8	R-404A	623	403,7
5	Condensador CFB-32-20-2/92, unidad n°2	0,324	2,0	164,8	R-404A	623	403,7
6	Condensador CFB-24-15-2/56, unidad de bodegas	0,244	1,5	70,0	R-404A	623	228,0
7	Recipiente de liquido refrigerante R-404A	0,6	1,83	517,4	R-404A	623	684,0

Tabla 2.3.6.1- Tabla de capacidades de evacuación mínimas requeridas

La capacidad de evacuación de aire de una válvula de seguridad que se expresará en kilogramos de aire por hora será medida a una presión no superior al 110 por 100 su presión de tarado.

En los casos en que determinados recipientes a presión, que contengan líquido refrigerante, requieran el uso de dos o más válvulas de seguridad en paralelo para alcanzar la capacidad de evacuación exigida, la batería de de válvulas de seguridad en paralelo se considerará como una unidad y, por consiguiente, como un único dispositivo de seguridad.

Cuando una válvula de seguridad proteja a más de un recipiente a presión, su capacidad será la suma de las capacidades que correspondan a cada recipiente a presión.

Los recipientes con volumen interior igual o superior a 280 dm^3 se protegerán con dos válvulas de seguridad en paralelo conectadas a una válvula de cierre de tres vías, de tal tipo que no puedan seccionarse las dos válvulas de seguridad simultáneamente.

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 no estarán taradas a presión superior a la de timbre de los recipientes, ni superior a la de la prueba de estanqueidad de la instalación.

Las válvulas de seguridad dispondrán del reglamentario precinto como garantía de su correcto tarado.


2.3.6.1 Cálculo y selección de las válvulas de seguridad.


Por lo tanto siguiendo todas estas premisas de selección, las válvulas de seguridad seleccionadas para los recipientes de tabla anterior, son de la marca CASTEL y serán las siguientes:

- Separadores de aceite, números 1, 2 y 3 de las unidades compresoras, con un volumen superior a 280 dm^3 , y con un caudal de evacuación mínimo de $545,7 \text{ Kg/h.}$, llevarán instalada una válvula de seguridad doble, cada uno de ellos, formada por:
 - 1 x **Cuerpo conexiones doble** para válvulas de seguridad, **tipo 3032/44.**
 - 2 x **Válvulas de seguridad de paso angular, tipo 3030/44C,** para una presión de timbre de $27,5 \text{ bar.}$
- Condensadores multitubulares de agua de mar, números 4 y 5, con un volumen no igual ó superior a 280 dm^3 , y con un caudal de evacuación mínimo de $403,7 \text{ Kg/h.}$, llevarán instalada, cada uno de ellos, la siguiente válvula de seguridad simple:

- 1 x **Válvula de seguridad de paso angular, tipo 3060/34C**, para una presión de timbre de 27,5 bar.
- Condensador multitubular de agua de mar, número 6, con un volumen no igual ó superior a 280 dm³, y con un caudal de evacuación mínimo de 228 Kg/h., llevará instalada la siguiente válvula de seguridad simple:
 - 1 x **Válvula de seguridad de paso angular, tipo 3060/23C**, para una presión de timbre de 27,5 bar.
- Recipiente de líquido refrigerante general, número 7, con un volumen superior a 280 dm³, y con un caudal de evacuación mínimo de 684,0 Kg/h., llevará instalada una válvula de seguridad doble, formada por:
 - 1 x **Cuerpo conexiones doble** para válvulas de seguridad, **tipo 3032/44.**
 - 2 x **Válvulas de seguridad de paso angular, tipo 3030/44C**, para una presión de timbre de 27,5 bar.

Las válvulas de seguridad descritas, han sido seleccionadas en la siguiente tabla del catalogo de PECOMARK:

VALVULAS SEGURIDAD PASO ANGULAR «CASTEL» MARCADAS CE								D1-04-100		
	Aplicación Refrigerante	Sección de paso mm ²	Capacidad descarga *			Conexiones rosca		Presión Timbre Bar	Código	€
	R-134a R-22/R-407C R-404A/R507A	38	kg/h aire 20 °C	kg/h refrigerante T _{sat} °C	100 °C	Entr. NPT	Sal. SAE	Modelo		
	R-134a R-22/R-407C R-404A/R507A	38	439 511 583	876 954 1311	775 829 1022	1/4" M	3/8" M	3060/23C	20,5 24 27,5	40405E 40405E 40406C
	R-134a R-22/R-407C R-404A/R507A	70,9	481 560 639	959 1044 1436	849 907 1120	3/8" M	1/2" M	3060/34C	20,5 24 27,5	40406E 40406A 40406E
	R-134a R-22/R-407C R-404A/R507A	70,9	577 672 767	1152 1254 1725	1020 1090 1345	1/2" M	5/8" M	3060/45C	20,5 24,0 27,5	40406E 40407C 404071
	R-134a R-22/R-407C R-404A/R507A	78,5	1166 1388 1756	2300 2875 3948	2020 2480 3079	1/2" M	3/4" M	3060/40C	20,5 24 27,5	40407E 40407E 40408C
	R-134a R-22/R-407C R-404A/R507A	113	1836 2048 2337	3201 3812 5151	2020 3301 4083	1/2" M	3/4" M	3030/44C	20,5 24 27,5	404061 40405E 404054
	R-134a R-22/R-407C R-404A/R507A	113	1759 2048 2337	3523 3912 5151	3070 3301 4083	3/4" M	3/4" M	3030/66C	20,5 24 27,5	404067 40406E 40406E
	R-134a R-22/R-407C R-404A/R507A	298	3978 4981 5683	7784 9271 12528	6778 8029 9530	1" M	1 1/4" M	3030/88C	20,5 24 27,5	404067 404057 40405E

CUERPO CON CONEXIONES DOBLE PARA VALVULAS DE SEGURIDAD «CASTEL» CE					D1-04-182	
	Descripción	Entr. NPT	SA. NPT	MODELO	Código	€
	El conjunto se compone de cuerpo (3032/44) y 2 conexiones (3039/4) para 2 válvulas de seguridad 303M/...3/4"	1/2" M	1/2"	3032/44	404074	
	El conjunto se compone de cuerpo (3032/60) para acoplar dos válvulas de seguridad 303M/...3/4"	3/4" M	3/4" H	3032/60	404073	
	El conjunto se compone de cuerpo (3032/108) para acoplar dos válvulas de seguridad 303M/...1"	1" M	1" H	3032/108	404076	
Este sistema en caso de avería de una de las válvulas permite la sustitución de la misma sin dejar el recipiente sin protección.						

* Las capacidades de descarga indicadas, están indicadas según la norma 13131: 2001.

2.3.6.2 Cálculo de la tubería de descarga de las válvulas de seguridad.

La tubería de descarga de las válvulas de seguridad será de la sección necesaria para que no produzca una sobrepresión tal que pueda anular la acción de la válvula, empleándose, a estos efectos, la fórmula siguiente:

$$L = (0,0846 P_t^2 d^5) / C^2$$

donde:

L = Longitud de descarga de la tubería en metros.

P_t = Presión de tarado (Kg/cm²) x 1,1 + 1,033.

d = Diámetro interior de la tubería en centímetros.

C = Caudal de aire mínimo requerido en la descarga (en Kilogramos por minuto).

A continuación se indican los diámetros interiores mínimos para la tubería de descarga de las válvulas de seguridad:

Nº	Válvula de seguridad - recipiente	Longitud <u>estimada</u> de tubería de descarga (m.)	Presión de tarado válvula (Kg/cm ²)	Caudal de aire mínimo (Kg/min)	Diámetro interior mínimo tubería a instalar (cm.)
1	Separador aceite unidad compresora F160VSD nº1, túneles y armario	10	27,5	9,1	1,58
2	Separador aceite unidad compresora F160VSD nº2- túneles y armario	10	27,5	9,1	1,58
3	Separador aceite unidad compresora F125SUD, circuito de bodegas	10	27,5	9,1	1,58
4	Condensador CFB-32-20-2/92, unidad nº1	10	27,5	6,73	1,4
5	Condensador CFB-32-20-2/92, unidad nº2	10	27,5	6,73	1,4
6	Condensador CFB-24-15-2/56, unidad de bodegas	10	27,5	3,8	1,11
7	Recipiente de líquido refrigerante R-404A	10	27,5	11,4	1,73

Tabla 2.3.6.2.1- Tabla de diámetros interiores mínimos para la tubería de descarga de las válvulas de seguridad

ANEXO 4;**2.4 Cálculo de tuberías de la instalación.**

El cálculo de tuberías, se realizará mediante el programa de cálculo de Danfoss, DIRcalc 1.26.

Para ello nos basaremos en los diferentes valores de las velocidades que debe tener el fluido refrigerante en las diferentes zonas del circuito, según el libro "INSTALACIONES FRIGORÍFICAS" del autor P.J. RAPIN, el cual considera los siguientes valores:

R-404	Aspiración	Descarga	Líquido
Velocidad(m/s)	8-15	15-20	0,5-1,50

Tabla 2.3.1.- Velocidades recomendadas del refrigerante

Este cálculo, solo será realizado para las conducciones principales:

2.4.1 Cálculo de tuberías de aspiración.

Título: **LINEA DE ASPIRACION DEL CIRCUITO DE CONGELACION.**

Tramos: **1. Compresor – colectores**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A
Sistema:	Expansión directa.
Tubería:	Línea de aspiración
Velocidad máx.:	15 m./s.
Potencia frigorífica max.:	106,3 kW.
Caudal másico:	3.979 Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35 ° C
Presión de evaporación:	1,66 bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 100
Conexiones nominales (pulg.):	4

Longitud de tubería equivalente:	5	m.l.
Dp max. Carga:	0,00465	bar.
Dt max. Carga:	0,0659	k.
Velocidad:	14,6	m./s.

Título: LINEA DE ASPIRACION DEL CIRCUITO DE CONGELACION.

Tramos: 2. Colectores 1 y 2

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de aspiración	
Velocidad máx.:	15	m./s.
Potencia frigorífica max.:	212,6	kW.
Caudal másico:	7.959	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 150	
Conexiones nominales (pulg.):	6	
Longitud de tubería equivalente:	6	m.l.
Dp max. Carga:	0,00292	bar.
Dt max. Carga:	0,0414	k.
Velocidad:	13,2	m./s.

Título: LINEA DE ASPIRACION DEL CIRCUITO DE CONGELACION.

Tramos: 3. Colectores 1 y 2 - Evaporadores túneles

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	

Tubería:	Línea de aspiración	
Velocidad máx.:	15	m./s.
Potencia frigorífica max.:	47,9	kW.
Caudal másico:	1.793	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 80	
Conexiones nominales (pulg.):	3	
Longitud de tubería equivalente:	15	m.l.
Dp max. Carga:	0,0112	bar.
Dt max. Carga:	0,159	k.
Velocidad:	11,1	m./s.

Título: **LINEA DE ASPIRACION DEL CIRCUITO DE CONGELACION.**

Tramos: **4. Colectores 1 y 2 - Armario**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de aspiración	
Velocidad máx.:	15	m./s.
Potencia frigorífica max.:	51,7	kW.
Caudal másico:	1.935	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 80	
Conexiones nominales (pulg.):	3	
Longitud de tubería equivalente:	8	m.l.
Dp max. Carga:	0,00685	bar.

Dt max. Carga:	0,0970	k.
Velocidad:	12,0	m./s.

Título: **LINEA DE ASPIRACION DEL CIRCUITO DE CONSERVACION.**

Tramos: **5. Compresor bod. – Colector interconexión circuitos congelación-conservación**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de aspiración	
Velocidad máx.:	15	m./s.
Potencia frigorífica max.:	48,6	kW.
Caudal másico:	1.819	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 80	
Conexiones nominales (pulg.):	3	
Longitud de tubería equivalente:	5	m.l.
Dp max. Carga:	0,00383	bar.
Dt max. Carga:	0,0542	k.
Velocidad:	11,2	m./s.

Título: **LINEA DE ASPIRACION DEL CIRCUITO DE CONSERVACION.**

Tramos: **6. Colector interconexión – Colector bodega + entrepuentes.**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de aspiración	
Velocidad máx.:	15	m./s.

Potencia frigorífica max.:	48,6	kW.
Caudal másico:	1.819	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 80	
Conexiones nominales (pulg.):	3	
Longitud de tubería equivalente:	20	m.l.
Dp max. Carga:	0,0153	bar.
Dt max. Carga:	0,217	k.
Velocidad:	11,2	m./s.

Título: LINEA DE ASPIRACION DEL CIRCUITO DE CONSERVACION.

Tramo: 7. Colector bodega + entrepuente – Con cada uno de los 11 circuitos de serpentines (7 + 2 + 2).

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de aspiración	
Velocidad máx.:	15	m./s.
Potencia frigorífica max.:	3,39	kW.
Caudal másico:	127	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 20	
Conexiones nominales (pulg.):	3/4	
Longitud de tubería equivalente:	25	m.l.
Dp max. Carga:	0,0846	bar.
Dt max. Carga:	1,22	k.
Velocidad:	10,7	m./s.

2.4.2 Cálculo de tuberías de líquido.

Título: **LINEA DE LIQUIDO GENERAL**

Tramo: **1. Recipiente liquido – Filtro general**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de líquido.	
Velocidad máx.:	1,5	m./s.
Potencia frigorífica max.:	261,2	kW.
Caudal másico:	9.787	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,71	bar. °
Temperatura de condensación:	40	C.
Presión de evaporación:	18,3	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 50	
Conexiones nominales (pulg.):	2	
Longitud de tubería equivalente:	1	m.l.
Dp max. Carga:	0,00158	bar.
Dt max. Carga:	0,00361	k.
Velocidad:	1,17	m./s.

Título: **LINEA DE LIQUIDO CIRCUITO CONGELACIÓN (Salas y armario).**

Tramo: **2. Filtro general – Colector liquido salas y armario**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A
Sistema:	Expansión directa.

Tubería:	Línea de líquido.	
Velocidad máx.:	1,5	m./s.
Potencia frigorífica max.:	195,4	kW.
Caudal másico:	7.322	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,71	bar. °
Temperatura de condensación:	40	C.
Presión de evaporación:	18,3	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 40	
Conexiones nominales (pulg.):	1 1/2	
Longitud de tubería equivalente:	6	m.l.
Dp max. Carga:	0,0174	bar.
Dt max. Carga:	0,0397	k.
Velocidad:	1,40	m./s.

Título: **LINEA DE LIQUIDO CIRCUITO CONGELACIÓN (Salas y armario).**

Tramos: **3. Colector liquido sala y armario – cada evaporador sala**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de líquido.	
Velocidad máx.:	1,5	m./s.
Potencia frigorífica max.:	47,9	kW.
Caudal másico:	1.795	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,71	bar. °
Temperatura de condensación:	40	C.
Presión de evaporación:	18,3	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 20	
Conexiones nominales (pulg.):	3/4	
Longitud de tubería equivalente:	5	m.l.
Dp max. Carga:	0,0272	bar.
Dt max. Carga:	0,0622	k.
Velocidad:	1,28	m./s.

Título: **LINEA DE LIQUIDO CIRCUITO CONGELACIÓN (Salas y armario).**

Tramos: **4. Colector liquido Sala y armario – armario**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de líquido.	
Velocidad máx.:	1,5	m./s.
Potencia frigorífica max.:	51,7	kW.
Caudal másico:	1.937	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,71	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,3	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 20	
Conexiones nominales (pulg.):	3/4	
Longitud de tubería equivalente:	8	m.l.
Dp max. Carga:	0,0500	bar.
Dt max. Carga:	0,114	k.
Velocidad:	1,39	m./s.

Título: LINEA DE LIQUIDO CIRCUITO CONSERVACIÓN (Bodega y entrepuentes).

Tramos: 5. Filtro general – Colector liquido bodega y entrepuentes

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de líquido.	
Velocidad máx.:	1,5	m./s.
Potencia frigorífica max.:	48,6	kW.
Caudal másico:	1.821	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,71	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,3	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 25	
Conexiones nominales (pulg.):	1	
Longitud de tubería equivalente:	6	m.l.
Dp max. Carga:	0,0103	bar.
Dt max. Carga:	0,0236	k.
Velocidad:	0,797	m./s.

Título: LINEA DE LIQUIDO CIRCUITO CONSERVACIÓN (Bodega y entrepuentes).

Tramos: 6. Colector liquido bodega y entrepuentes - Bodega

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de líquido.	
Velocidad máx.:	1,5	m./s.

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A
Sistema:	Expansión directa.
Tubería:	Línea de aspiración
Velocidad máx.:	15 m./s.
Potencia frigorífica max.:	15,1 kW.
Caudal másico:	462 Kg./h.
Temperatura de evaporación:	0 ° C.
Presión de evaporación:	6,03 bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 32
Conexiones nominales (pulg.):	1 1/4"
Longitud de tubería equivalente:	1 m.l.
Dp max. Carga:	0,000876 bar.
Dt max. Carga:	0,00460 k.
Velocidad:	4,03 m./s.

NOTA.- A continuación se adjuntan todas las hojas de cálculo de las tuberías en el formato original del programa DIRCalc 1.26

Dp max. Carga:	0,0225	bar.
Dt max. Carga:	0,0517	k.
Velocidad:	8,99	m./s.

2.4.4 Cálculo de otras líneas.

Título: LINEA DE ASPIRACION DE LOS COMPRESORES DEL CIRCUITO DE CONGELACION DEL ECONOMIZADOR COMUN.

Tramos: Economizador común (CONGELACIÓN) – Compresores F160

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A
Sistema:	Expansión directa.
Tubería:	Línea de aspiración
Velocidad máx.:	15 m./s.
Potencia frigorífica max.:	32,7 + 32,7 kW.
Caudal másico:	1.996 Kg./h.
Temperatura de evaporación:	0 ° C.
Presión de evaporación:	6,03 bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 50
Conexiones nominales (pulg.):	2
Longitud de tubería equivalente:	4 m.l.
Dp max. Carga:	0,00881 bar.
Dt max. Carga:	0,0426 K.
Velocidad:	8,13 m./s.

Título: LINEA DE ASPIRACION DEL COMPRESOR DEL CIRCUITO DE CONSERVACION DEL ECONOMIZADOR DE ESTE CIRCUITO.

Tramo: Economizador (CONSERVACIÓN) – Compresor F125

Presión de evaporación:	1,66	bar.
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,2	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 65	
Conexiones nominales (pulg.):	2 ½"	
Longitud de tubería equivalente:	5	m.l.
Dp max. Carga:	0,0225	bar.
Dt max. Carga:	0,0517	k.
Velocidad:	8,99	m./s.

Título: **LINEA DE DESCARGA Ó GAS CALIENTE “CONDENSADO” DE TODA LA INSTALACIÓN AL RECIPIENTE.**

Tramos: **8. Trampa líquido – Recipiente liquido**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de descarga.	
Velocidad máx.:	20	m./s.
Potencia frigorífica max.:	261,2	kW.
Caudal másico:	9.778	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,2	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 65	
Conexiones nominales (pulg.):	2 ½"	
Longitud de tubería equivalente:	5	m.l.

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de descarga.	
Velocidad máx.:	20	m./s.
Potencia frigorífica max.:	48,6	kW.
Caudal másico:	1.819	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,2	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 20	
Conexiones nominales (pulg.):	3/4	
Longitud de tubería equivalente:	10	m.l.
Dp max. Carga:	0,513	bar.
Dt max. Carga:	1,17	k.
Velocidad:	16,1	m./s.

Título: **LINEA DE DESCARGA Ó GAS CALIENTE “CONDENSADO” DE TODA LA INSTALACIÓN AL RECIPIENTE.**

Tramos: **7. Interconexión circuitos condensación – Trampa liquido**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de descarga.	
Velocidad máx.:	20	m./s.
Potencia frigorífica max.:	261,2	kW.
Caudal másico:	9.778	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.

Velocidad: 7,15 m./s.

Título: LINEAS DE DESCARGA Ó GAS CALIENTE “CONDENSADO” DE LOS CONDENSADORES DEL CIRCUITO DE CONGELACIÓN AL RECIPIENTE.

Tramos: 5. Condensadores circ. congelación - Interconexión

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de descarga.	
Velocidad máx.:	20	m./s.
Potencia frigorífica max.:	106,3	kW.
Caudal másico:	3.979	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,2	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 32	
Conexiones nominales (pulg.):	1 ¼”	
Longitud de tubería equivalente:	10	m.l.
Dp max. Carga:	0,186	bar.
Dt max. Carga:	0,425	k.
Velocidad:	12,9	m./s.

Título: LINEA DE DESCARGA Ó GAS CALIENTE “CONDENSADO” DEL CONDENSADOR DEL CIRCUITO DE CONSERVACIÓN AL RECIPIENTE.

Tramos: 6. Condensadores circ. conservación - Interconexión

Presión de evaporación: 18,2 bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.): DN 20
 Conexiones nominales (pulg.): 3/4"
 Longitud de tubería equivalente: 6 m.l.
 Dp max. Carga: 0,312 bar.
 Dt max. Carga: 0,712 k.
 Velocidad: 16,3 m./s.

Título: **LINEAS DE DESCARGA DE LOS COMPRESORES DEL CIRCUITO DE CONGELACIÓN.**

Tramos: **4. Retorno Enf. aceite – Línea compresor-condensador (2-1)**

Datos de cálculo:

Refrigerante: R-404A
 Sistema: Expansión directa.
 Tubería: Línea de descarga.
 Velocidad máx.: 20 m./s.
 Potencia frigorífica máx.: 12,6 kW.
 Caudal másico: 472 Kg./h.
 Temperatura de evaporación: -35 ° C.
 Presión de evaporación: 1,66 bar. °
 Temperatura de condensación: 40 ° C.
 Presión de evaporación: 18,2 bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.): DN 15
 Conexiones nominales (pulg.): 1/2
 Longitud de tubería equivalente: 3 m.l.
 Dp max. Carga: 0,0454 bar.
 Dt max. Carga: 0,0104 k.

Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de descarga.	
Velocidad máx.:	20	m./s.
Potencia frigorífica max.:	24,3	kW.
Caudal másico:	910	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,2	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 20	
Conexiones nominales (pulg.):	3/4"	
Longitud de tubería equivalente:	3	m.l.
Dp max. Carga:	0,0438	bar.
Dt max. Carga:	0,101	k.
Velocidad:	8,3	m./s.

Título: **LINEAS DE DESCARGA DEL COMPRESOR DEL CIRCUITO DE CONSERVACIÓN.**

Tramo: **3. Compresor (Sep. aceite) – Condensador (D´-1´)**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de descarga.	
Velocidad máx.:	20	m./s.
Potencia frigorífica max.:	48,6	kW.
Caudal másico:	1.819	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.

2.4.3 Cálculo de tuberías de descarga.

Título: **LÍNEAS DE DESCARGA DE LOS COMPRESORES DEL CIRCUITO DE CONGELACIÓN.**

Tramo: **1. Compresores (Sep. aceite) – Condensadores (D-1)**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de descarga.	
Velocidad máx.:	20	m./s.
Potencia frigorífica max.:	106,3	kW.
Caudal másico:	3.979	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,2	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 32	
Conexiones nominales (pulg.):	1 ¼"	
Longitud de tubería equivalente:	6	m.l.
Dp max. Carga:	0,112	bar.
Dt max. Carga:	0,257	k.
Velocidad:	13,0	m./s.

Título: **LÍNEAS DE DESCARGA DE LOS COMPRESORES DEL CIRCUITO DE CONGELACIÓN.**

Tramos: **2. Retorno Enf. aceite – Línea compresor-condensador (2-1)**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A
---------------	--------

Potencia frigorífica max.:	14,5	kW.
Caudal másico:	543	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,71	bar.
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,3	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 15	
Conexiones nominales (pulg.):	1/2	
Longitud de tubería equivalente:	25	m.l.
Dp max. Carga:	0,0536	bar.
Dt max. Carga:	0,123	k.
Velocidad:	0,646	m./s.

Título: **LINEA DE LIQUIDO CIRCUITO CONSERVACIÓN (Bodega y entrepuentes).**

Tramos: **7. Colector liquido bodega y entrepuentes – Entrepunte carga.**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de líquido.	
Velocidad máx.:	1,5	m./s.
Potencia frigorífica max.:	6,37	kW.
Caudal másico:	239	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,71	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,3	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 15	
Conexiones nominales (pulg.):	1/2	
Longitud de tubería equivalente:	25	m.l.
Dp max. Carga:	0,0125	bar.
Dt max. Carga:	0,0286	k.
Velocidad:	0,284	m./s.

Título: LINEA DE LIQUIDO CIRCUITO CONSERVACIÓN (Bodega y entrepuentes).

Tramos: 8. Colector liquido bodega y entrepuentes – Entrepunte de cartonaje.

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de líquido.	
Velocidad máx.:	1,5	m./s.
Potencia frigorífica max.:	6,78	kW.
Caudal másico:	254	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,71	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,3	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 15	
Conexiones nominales (pulg.):	1/2	
Longitud de tubería equivalente:	25	m.l.
Dp max. Carga:	0,0140	bar.
Dt max. Carga:	0,0319	k.
Velocidad:	0,302	m./s.

2.4.3 Cálculo de tuberías de descarga.

Título: **LÍNEAS DE DESCARGA DE LOS COMPRESORES DEL CIRCUITO DE CONGELACIÓN.**

Tramo: **1. Compresores (Sep. aceite) – Condensadores (D-1)**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A
Sistema:	Expansión directa.
Tubería:	Línea de descarga.
Velocidad máx.:	20 m./s.
Potencia frigorífica max.:	106,3 kW.
Caudal másico:	3.979 Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35 ° C.
Presión de evaporación:	1,66 bar. °
Temperatura de condensación:	40 ° C.
Presión de evaporación:	18,2 bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 32
Conexiones nominales (pulg.):	1 ¼"
Longitud de tubería equivalente:	6 m.l.
Dp max. Carga:	0,112 bar.
Dt max. Carga:	0,257 k.
Velocidad:	13,0 m./s.

Título: **LÍNEAS DE DESCARGA DE LOS COMPRESORES DEL CIRCUITO DE CONGELACIÓN.**

Tramos: **2. Retorno Enf. aceite – Línea compresor-condensador (2-1)**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A
---------------	--------

Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de descarga.	
Velocidad máx.:	20	m./s.
Potencia frigorífica max.:	24,3	kW.
Caudal másico:	910	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,2	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 20	
Conexiones nominales (pulg.):	3/4"	
Longitud de tubería equivalente:	3	m.l.
Dp max. Carga:	0,0438	bar.
Dt max. Carga:	0,101	k.
Velocidad:	8,3	m./s.

Título: **LINEAS DE DESCARGA DEL COMPRESOR DEL CIRCUITO DE CONSERVACIÓN.**

Tramo: **3. Compresor (Sep. aceite) – Condensador (D´-1´)**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de descarga.	
Velocidad máx.:	20	m./s.
Potencia frigorífica max.:	48,6	kW.
Caudal másico:	1.819	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.

Presión de evaporación: 18,2 bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.): DN 20
 Conexiones nominales (pulg.): 3/4"
 Longitud de tubería equivalente: 6 m.l.
 Dp max. Carga: 0,312 bar.
 Dt max. Carga: 0,712 k.
 Velocidad: 16,3 m./s.

Título: **LINEAS DE DESCARGA DE LOS COMPRESORES DEL CIRCUITO DE CONGELACIÓN.**

Tramos: **4. Retorno Enf. aceite – Línea compresor-condensador (2-1)**

Datos de cálculo:

Refrigerante: R-404A
 Sistema: Expansión directa.
 Tubería: Línea de descarga.
 Velocidad máx.: 20 m./s.
 Potencia frigorífica máx.: 12,6 kW.
 Caudal másico: 472 Kg./h.
 Temperatura de evaporación: -35 ° C.
 Presión de evaporación: 1,66 bar. °
 Temperatura de condensación: 40 ° C.
 Presión de evaporación: 18,2 bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.): DN 15
 Conexiones nominales (pulg.): 1/2
 Longitud de tubería equivalente: 3 m.l.
 Dp max. Carga: 0,0454 bar.
 Dt max. Carga: 0,0104 k.

Velocidad: 7,15 m./s.

Título: LINEAS DE DESCARGA Ó GAS CALIENTE “CONDENSADO” DE LOS CONDENSADORES DEL CIRCUITO DE CONGELACIÓN AL RECIPIENTE.

Tramos: 5. Condensadores circ. congelación - Interconexión

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de descarga.	
Velocidad máx.:	20	m./s.
Potencia frigorífica max.:	106,3	kW.
Caudal másico:	3.979	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,2	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 32	
Conexiones nominales (pulg.):	1 ¼”	
Longitud de tubería equivalente:	10	m.l.
Dp max. Carga:	0,186	bar.
Dt max. Carga:	0,425	k.
Velocidad:	12,9	m./s.

Título: LINEA DE DESCARGA Ó GAS CALIENTE “CONDENSADO” DEL CONDENSADOR DEL CIRCUITO DE CONSERVACIÓN AL RECIPIENTE.

Tramos: 6. Condensadores circ. conservación - Interconexión

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de descarga.	
Velocidad máx.:	20	m./s.
Potencia frigorífica max.:	48,6	kW.
Caudal másico:	1.819	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,2	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 20	
Conexiones nominales (pulg.):	3/4	
Longitud de tubería equivalente:	10	m.l.
Dp max. Carga:	0,513	bar.
Dt max. Carga:	1,17	k.
Velocidad:	16,1	m./s.

Título: **LINEA DE DESCARGA Ó GAS CALIENTE “CONDENSADO” DE TODA LA INSTALACIÓN AL RECIPIENTE.**

Tramos: **7. Interconexión circuitos condensación – Trampa liquido**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de descarga.	
Velocidad máx.:	20	m./s.
Potencia frigorífica max.:	261,2	kW.
Caudal másico:	9.778	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.

Presión de evaporación:	1,66	bar.
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,2	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 65	
Conexiones nominales (pulg.):	2 ½"	
Longitud de tubería equivalente:	5	m.l.
Dp max. Carga:	0,0225	bar.
Dt max. Carga:	0,0517	k.
Velocidad:	8,99	m./s.

Título: **LINEA DE DESCARGA Ó GAS CALIENTE “CONDENSADO” DE TODA LA INSTALACIÓN AL RECIPIENTE.**

Tramos: **8. Trampa líquido – Recipiente liquido**

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A	
Sistema:	Expansión directa.	
Tubería:	Línea de descarga.	
Velocidad máx.:	20	m./s.
Potencia frigorífica max.:	261,2	kW.
Caudal másico:	9.778	Kg./h.
Temperatura de evaporación:	-35	° C.
Presión de evaporación:	1,66	bar. °
Temperatura de condensación:	40	° C.
Presión de evaporación:	18,2	bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 65	
Conexiones nominales (pulg.):	2 ½"	
Longitud de tubería equivalente:	5	m.l.

Dp max. Carga:	0,0225	bar.
Dt max. Carga:	0,0517	k.
Velocidad:	8,99	m./s.

2.4.4 Cálculo de otras líneas.

Título: LINEA DE ASPIRACION DE LOS COMPRESORES DEL CIRCUITO DE CONGELACION DEL ECONOMIZADOR COMUN.

Tramos: Economizador común (CONGELACIÓN) – Compresores F160

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A
Sistema:	Expansión directa.
Tubería:	Línea de aspiración
Velocidad máx.:	15 m./s.
Potencia frigorífica max.:	32,7 + 32,7 kW.
Caudal másico:	1.996 Kg./h.
Temperatura de evaporación:	0 ° C.
Presión de evaporación:	6,03 bar.

Resultados:

Conexiones nominales (mm.):	DN 50
Conexiones nominales (pulg.):	2
Longitud de tubería equivalente:	4 m.l.
Dp max. Carga:	0,00881 bar.
Dt max. Carga:	0,0426 k.
Velocidad:	8,13 m./s.

Título: LINEA DE ASPIRACION DEL COMPRESOR DEL CIRCUITO DE CONSERVACION DEL ECONOMIZADOR DE ESTE CIRCUITO.

Tramo: Economizador (CONSERVACIÓN) – Compresor F125

Datos de cálculo:

Refrigerante:	R-404A
Sistema:	Expansión directa.
Tubería:	Línea de aspiración
Velocidad máx.:	15 m./s.
Potencia frigorífica max.:	15,1 kW.
Caudal másico:	462 Kg./h.
Temperatura de evaporación:	0 ° C.
Presión de evaporación:	6,03 bar.

Resultados:

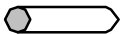
Conexiones nominales (mm.):	DN 32
Conexiones nominales (pulg.):	1 1/4"
Longitud de tubería equivalente:	1 m.l.
Dp max. Carga:	0,000876 bar.
Dt max. Carga:	0,00460 k.
Velocidad:	4,03 m./s.

NOTA.- A continuación se adjuntan todas las hojas de cálculo de las tuberías en el formato original del programa DIRCalc 1.26

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	1. Compresor F160 - Condensador

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de descarga
Tamaño tubería rec.	32.0 (30.1)
Velocidad tubería rec.	20.0 m/s

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	106
Línea de caudal másico	kg/h	3979
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.66
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.2
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Temperatura gas caliente	°C	72.7
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.112
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.257

Diagrama	
	
TUBH32-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

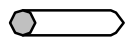
Página 2/2

1. Componente: TUBH100-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN100
Conexiones nominales (pulg)		4
Longitud de tubería	m	5.00
dp max. carga	bar	0.00465
dt max. carga	K	0.0659
Velocidad máxima	m/s	14.6

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	2. Colectortes 1 y 2

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de aspiración seca
Tamaño tubería rec.	150 (149)
Velocidad tubería rec.	m/s 15.0

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	213
Línea de caudal másico	kg/h	7959
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.66
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.2
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.00292
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.0414

Diagrama	
	
TUBH150-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S


Página 2/2

1. Componente: TUBH150-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN150
Conexiones nominales (pulg)		6
Longitud de tubería	m	6.00
dp max. carga	bar	0.00292
dt max. carga	K	0.0414
Velocidad máxima	m/s	13.2

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	3. Colectores 1 y 2 - Evap. túneles

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de aspiración seca
Tamaño tubería rec.	76.0 (70.9)
Velocidad tubería rec.	m/s 15.0


Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	47.9
Línea de caudal másico	kg/h	1793
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.66
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.2
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.0112
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.159

Diagrama	
	
TUBH80-DIN	

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	3. Colectortes 1 y 2 - Evap. túneles

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de aspiración seca
Tamaño tubería rec.	76.0 (70.9)
Velocidad tubería rec.	m/s 15.0

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	47.9
Línea de caudal másico	kg/h	1793
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.66
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.2
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.0112
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.159

Diagrama	
	
TUBH80-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

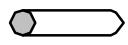
Página 2/2

1. Componente: TUBH80-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN80
Conexiones nominales (pulg)		3
Longitud de tubería	m	15.0
dp max. carga	bar	0.0112
dt max. carga	K	0.159
Velocidad máxima	m/s	11.1

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	4. Colectores 1 y 2 - Armario

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de aspiración seca
Tamaño tubería rec.	76.0 (73.6)
Velocidad tubería rec.	m/s 15.0

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	51.7
Línea de caudal másico	kg/h	1935
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.66
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.2
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Linea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.00685
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.0970

Diagrama	
	
TUBH80-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

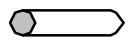
Página 2/2

1. Componente: TUBH80-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN80
Conexiones nominales (pulg)		3
Longitud de tubería	m	8.00
dp max. carga	bar	0.00685
dt max. carga	K	0.0970
Velocidad máxima	m/s	12.0

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	5. Comp. F125 - Colector interc cong. - cons.

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de aspiración seca
Tamaño tubería rec.	76.0 (71.4)
Velocidad tubería rec.	m/s 15.0

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	48.6
Línea de caudal másico	kg/h	1819
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.66
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.2
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.00383
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.0542

Diagrama	
	
TUBH80-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S


Página 2/2

1. Componente: TUBH80-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN80
Conexiones nominales (pulg)		3
Longitud de tubería	m	5.00
dp max. carga	bar	0.00383
dt max. carga	K	0.0542
Velocidad máxima	m/s	11.2

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	6. Colector interc cong.-cons. - Colector bod. + ent.

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de aspiración seca
Tamaño tubería rec.	76.0 (71.4)
Velocidad tubería rec.	m/s 15.0

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	48.6
Línea de caudal másico	kg/h	1819
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.66
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.2
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.0153
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.217

Diagrama	
	
TUBH80-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S


Página 2/2

1. Componente: TUBH80-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN80
Conexiones nominales (pulg)		3
Longitud de tubería	m	20.0
dp max. carga	bar	0.0153
dt max. carga	K	0.217
Velocidad máxima	m/s	11.2

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	7. Colector bod. + ent. - Cada uno de los 11 circ.

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de aspiración seca
Tamaño tubería rec.	20.0 (18.9)
Velocidad tubería rec.	m/s 15.0

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	3.39
Línea de caudal másico	kg/h	127
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.66
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.2
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.0846
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	1.22

Diagrama	
	
TUBH20-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S


Página 2/2

1. Componente: TUBH20-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN20
Conexiones nominales (pulg)		3/4.
Longitud de tubería	m	25.0
dp max. carga	bar	0.0846
dt max. carga	K	1.22
Velocidad máxima	m/s	10.7

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	1. Recipiente liquido - Filtro general

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de líquido con o sin cambio de fase
Tamaño tubería rec.	50.0 (48.2)
Velocidad tubería rec.	m/s 1.50

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	261
Línea de caudal másico	kg/h	9787
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.71
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.3
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.00158
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.00361

Diagrama	
	
TUBH50-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S


Página 2/2

1. Componente: TUBH50-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN50
Conexiones nominales (pulg)		2
Longitud de tubería	m	1.00
dp max. carga	bar	0.00158
dt max. carga	K	0.00361
Velocidad máxima	m/s	1.17

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	2. Filtro general - Colector + armario

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de líquido con o sin cambio de fase
Tamaño tubería rec.	42.0 (41.7)
Velocidad tubería rec.	m/s 1.50

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	195
Línea de caudal másico	kg/h	7322
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.71
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.3
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.0174
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.0397

Diagrama	
	
TUBH40-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

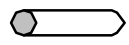
Página 2/2

1. Componente: TUBH40-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN40
Conexiones nominales (pulg)		1 1/2
Longitud de tubería	m	6.00
dp max. carga	bar	0.0174
dt max. carga	K	0.0397
Velocidad máxima	m/s	1.40

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	3. Colector sala + armario - Evap. sala

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de líquido con o sin cambio de fase
Tamaño tubería rec.	22.0 (20.6)
Velocidad tubería rec.	m/s 1.50

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	47.9
Línea de caudal másico	kg/h	1795
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.71
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.3
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.0272
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.0622

Diagrama	
	
TUBH20-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S


Página 2/2

1. Componente: TUBH20-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN20
Conexiones nominales (pulg)		3/4.
Longitud de tubería	m	5.00
dp max. carga	bar	0.0272
dt max. carga	K	0.0622
Velocidad máxima	m/s	1.28

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	4. Colector + armario - Armario

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de líquido con o sin cambio de fase
Tamaño tubería rec.	22.0 (21.4)
Velocidad tubería rec.	m/s 1.50

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	51.7
Línea de caudal másico	kg/h	1937
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.71
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.3
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.0500
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.114

Diagrama	
	
TUBH20-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S


Página 2/2

1. Componente: TUBH20-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN20
Conexiones nominales (pulg)		3/4.
Longitud de tubería	m	8.00
dp max. carga	bar	0.0500
dt max. carga	K	0.114
Velocidad máxima	m/s	1.39

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	5. Filtro general - Colector bod. + entrep.

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de líquido con o sin cambio de fase
Tamaño tubería rec.	22.0 (20.8)
Velocidad tubería rec.	m/s 1.50

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	48.6
Línea de caudal másico	kg/h	1821
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.71
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.3
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.0103
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.0236

Diagrama	
	
TUBH25-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

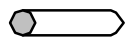
Página 2/2

1. Componente: TUBH25-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN25
Conexiones nominales (pulg)		1
Longitud de tubería	m	6.00
dp max. carga	bar	0.0103
dt max. carga	K	0.0236
Velocidad máxima	m/s	0.797

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	6. Colector bod. + entrep. - Bodega

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de líquido con o sin cambio de fase
Tamaño tubería rec.	12.0 (11.3)
Velocidad tubería rec.	m/s 1.50

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	14.5
Línea de caudal másico	kg/h	543
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.71
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.3
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.0536
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.123

Diagrama	
	
TUBH15-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S


Página 2/2

1. Componente: TUBH15-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN15
Conexiones nominales (pulg)		1/2.
Longitud de tubería	m	25.0
dp max. carga	bar	0.0536
dt max. carga	K	0.123
Velocidad máxima	m/s	0.646

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	7. Colector bod. + entrep. - Entrep. carga

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de líquido con o sin cambio de fase
Tamaño tubería rec.	8.00 (7.52)
Velocidad tubería rec.	m/s 1.50

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	6.37
Línea de caudal másico	kg/h	239
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.71
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.3
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.0125
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.0286

Diagrama	
	
TUBH15-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

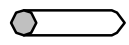
Página 2/2

1. Componente: TUBH15-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN15
Conexiones nominales (pulg)		1/2.
Longitud de tubería	m	25.0
dp max. carga	bar	0.0125
dt max. carga	K	0.0286
Velocidad máxima	m/s	0.284

Fecha proyecto	
Fecha	29.08.2014
Archivo	Nombre fichero.dan
Proyecto	TFG/GEM/E-27-15
Información	8. Colector bod. + entrep. - Entrep. carton.

Sistema de datos	
Refrigerante	R404A
Selección de tarea	SERIES
Selección de sistema	SECO
Selección de tubería	Línea de líquido con o sin cambio de fase
Tamaño tubería rec.	8.00 (7.76)
Velocidad tubería rec.	m/s 1.50

Datos de operación		
Capacidad evaporador	kW	6.78
Línea de caudal másico	kg/h	254
Temperatura de Evaporación	°C	-35.0
Presión de Evaporación	bar	1.71
Temperatura de Condensación	°C	40.0
Presión de Condensación	bar	18.3
Recalentamiento	K	5.00
Subenfriamiento	K	5.00
Línea multiplicadora		1.00
Caida de presión calculada a máx. carga	bar	0.0140
Caida de temperatura calculada a máx. carga	K	0.0319

Diagrama	
	
TUBH15-DIN	



Danfoss Industrial

Refrigeration A/S

Página 2/2

1. Componente: TUBH15-DIN Tubo horizontal		
Conexiones nominales (mm)		DN15
Conexiones nominales (pulg)		1/2.
Longitud de tubería	m	25.0
dp max. carga	bar	0.0140
dt max. carga	K	0.0319
Velocidad máxima	m/s	0.302



“INSTALACIÓN de GAMBUZA PARA TRES TEMPERATURAS”

PLANOS

GRADO EN INGENIERÍA MARINA

ENERGÍA Y PROPULSIÓN

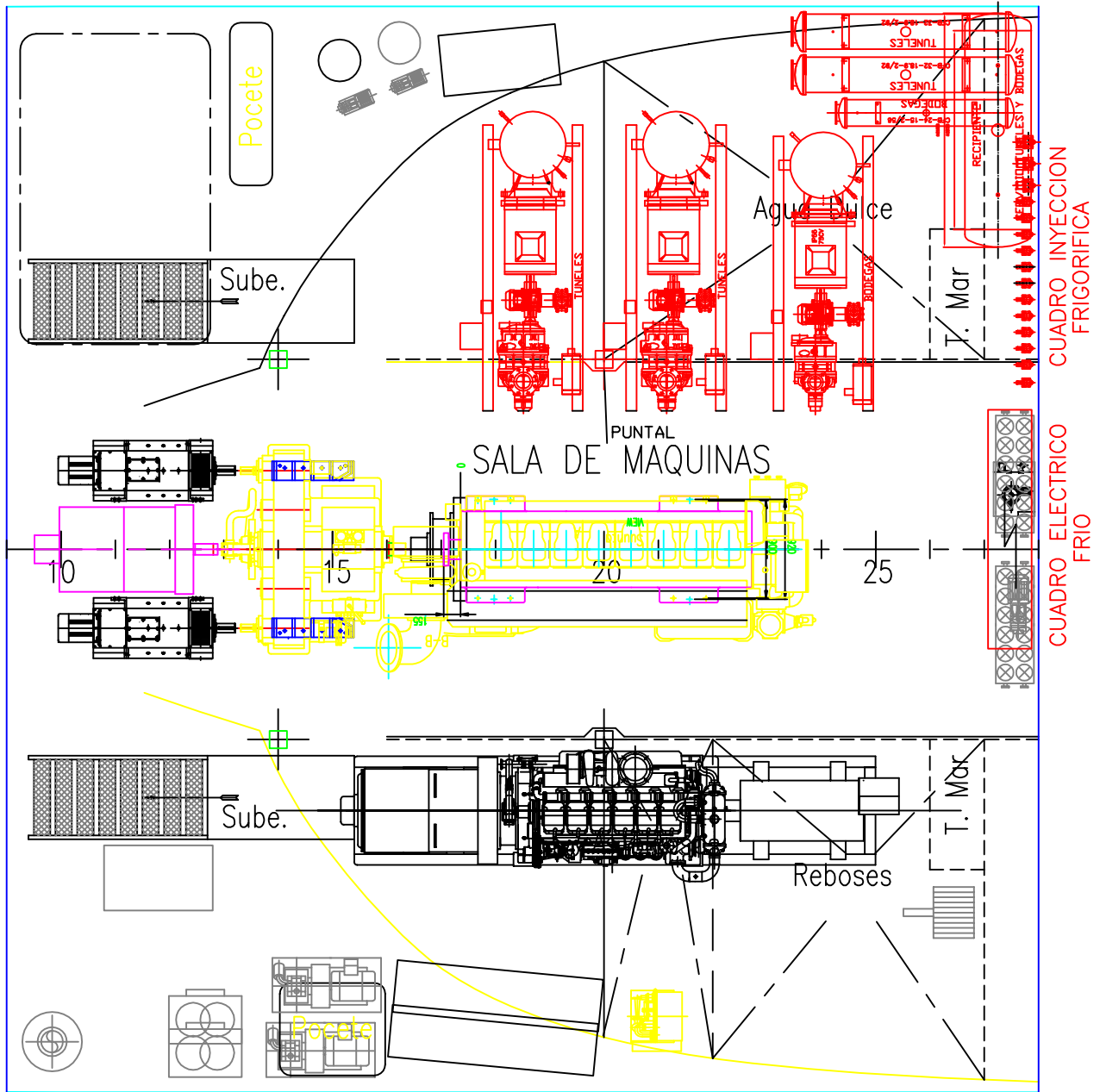
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA: FEBRERO-2015

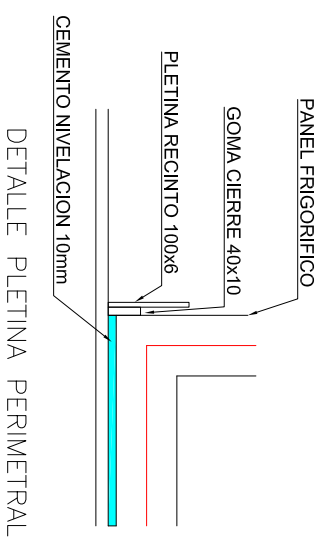
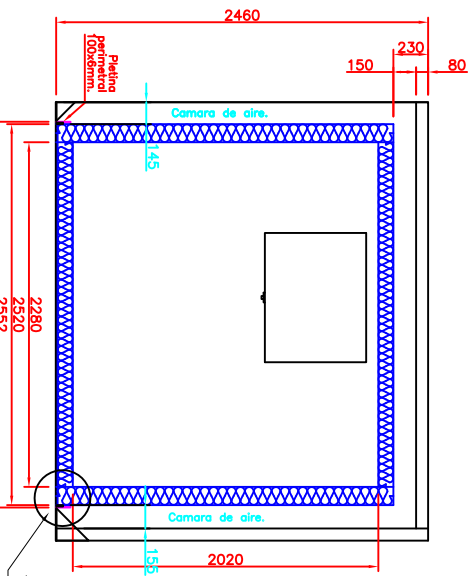
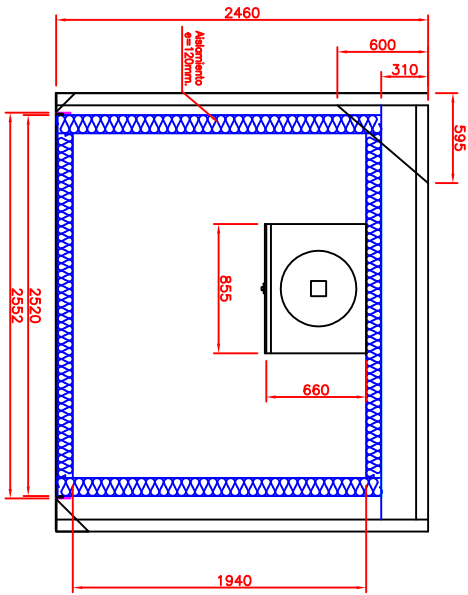
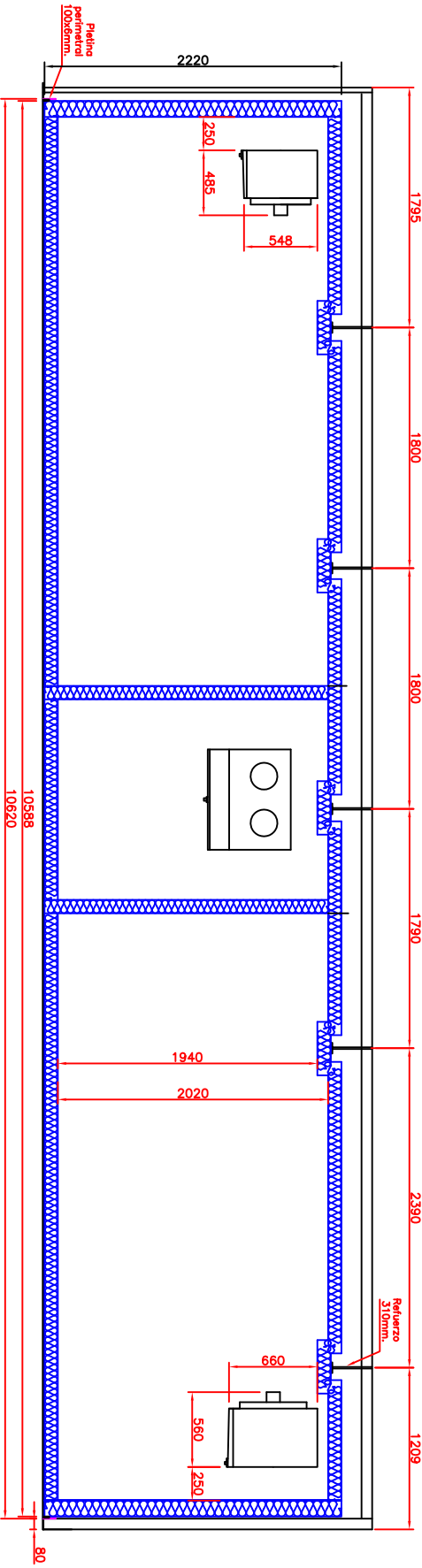
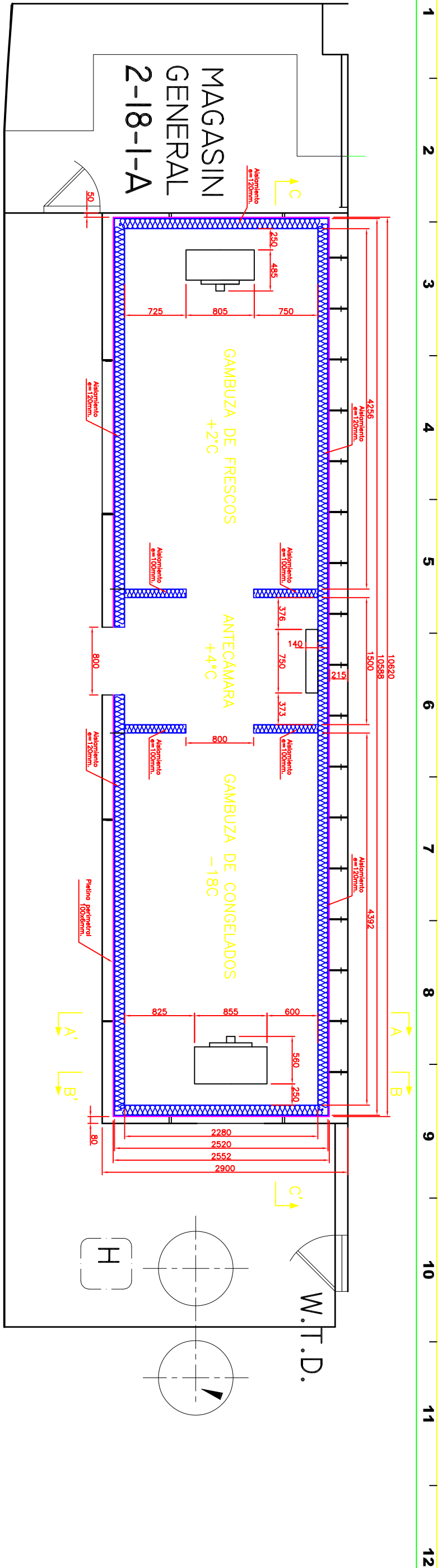
AUTOR: El alumno

Fdo.: José Ricardo Senra Soneira

A
B
D
E
F
G
H
J

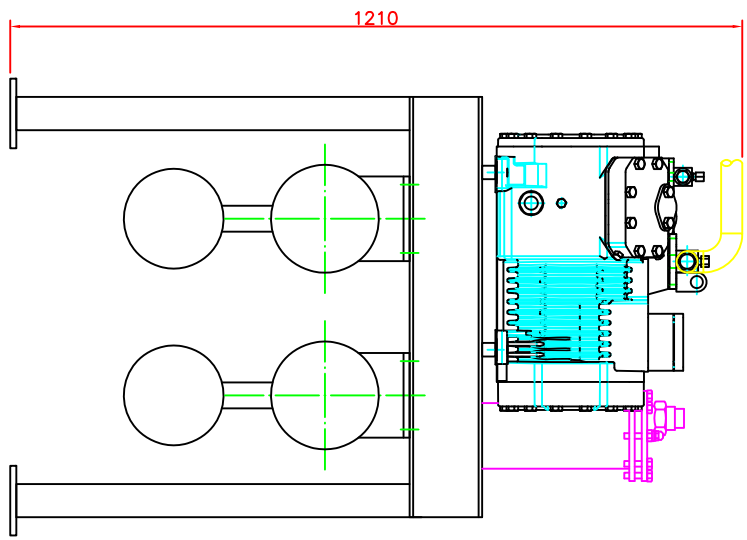
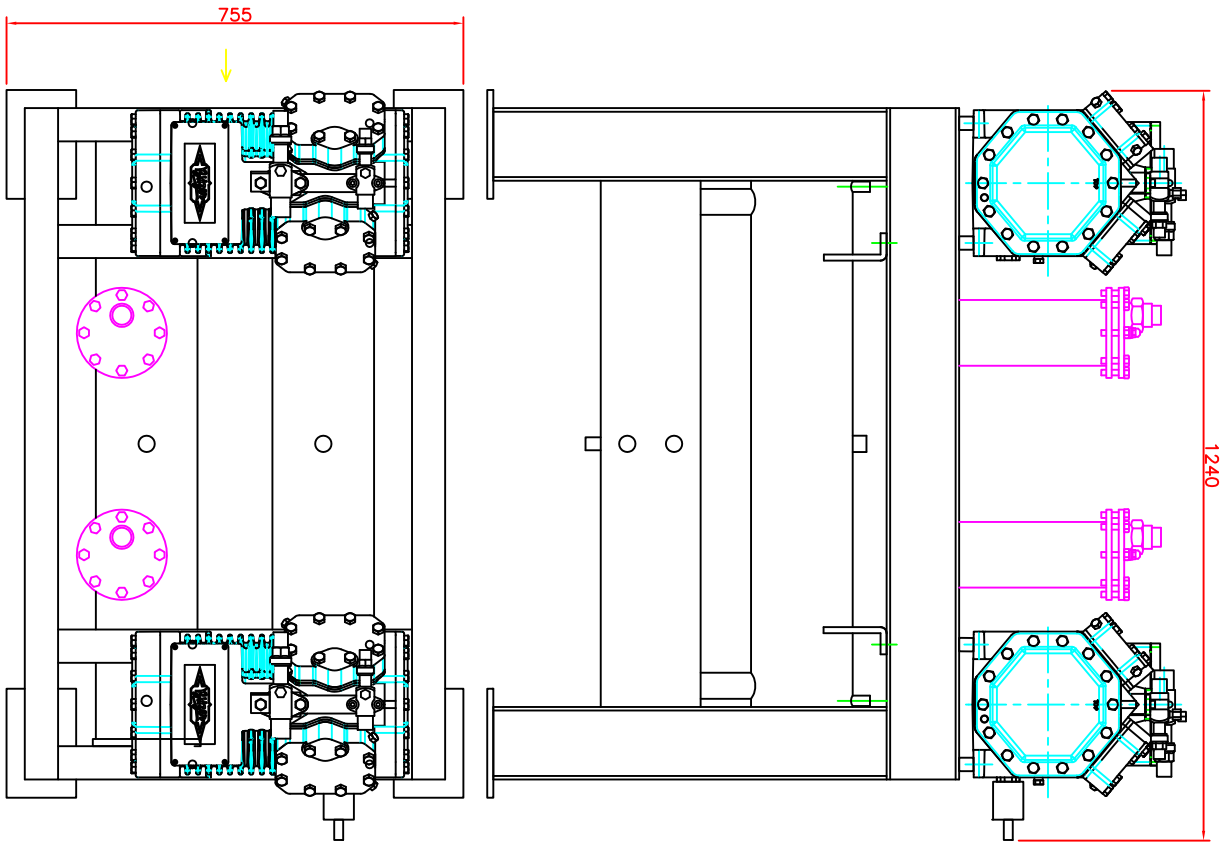


E.T.S. DE NÁUTICA Y MÁQUINAS INGENIERÍA MARINA		TRABAJO FIN DE CARRERA NÚMERO: TFG/GEM/M-21-14	
TRABAJO FIN DE CARRERA NÚMERO: INSTALACIÓN DE GAMBUZA PARA TRES TEMPERATURAS			
TÍTULO DEL PLANO: DISPOSICIÓN DE SALA DE MÁQUINAS		FECHA: 06-08-2014 ESCALA: 1:60	
AUTOR: José Ricardo Senra Soneira		FIRMA:	
FEBRERO-15		PLANO Nº: 1 167	

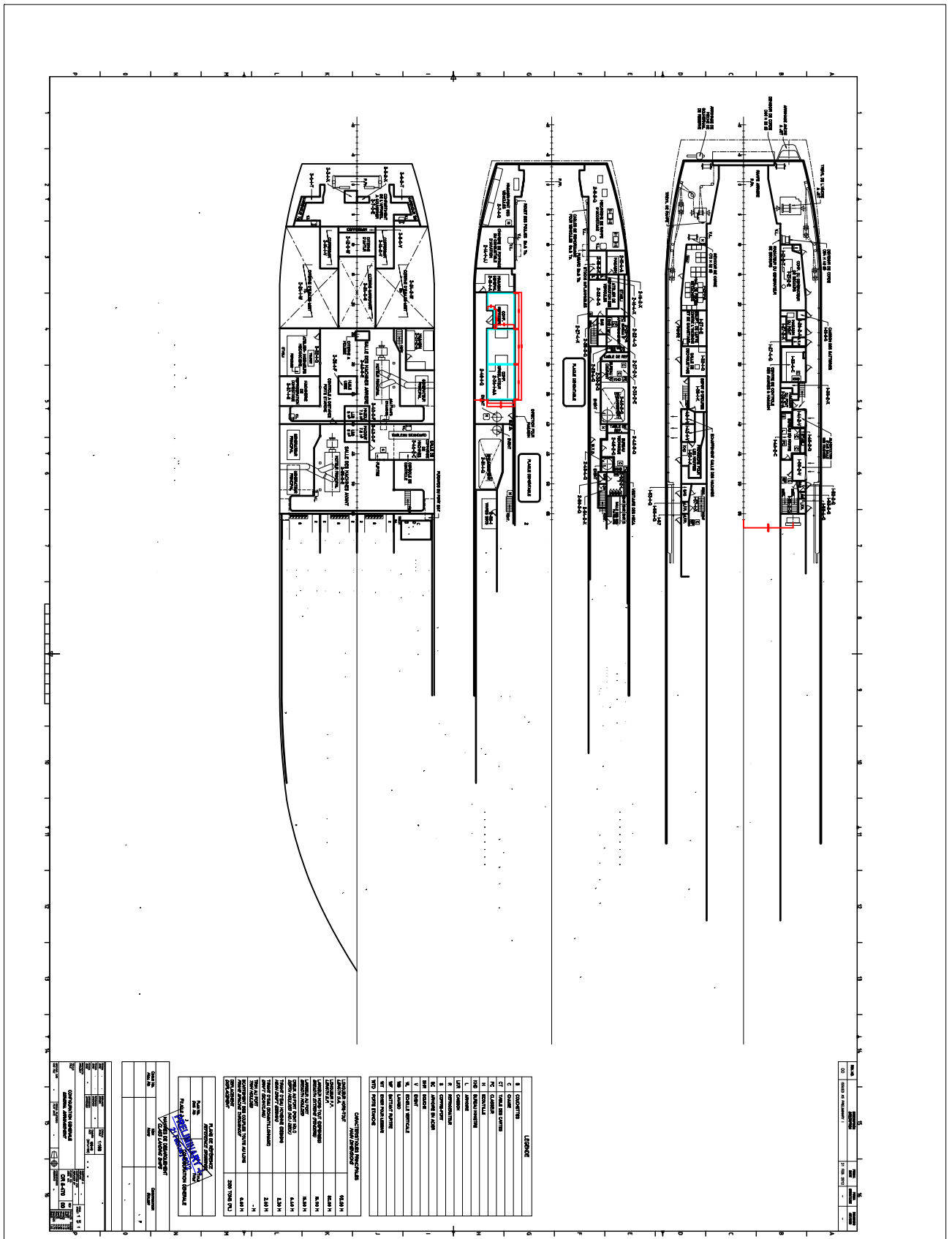


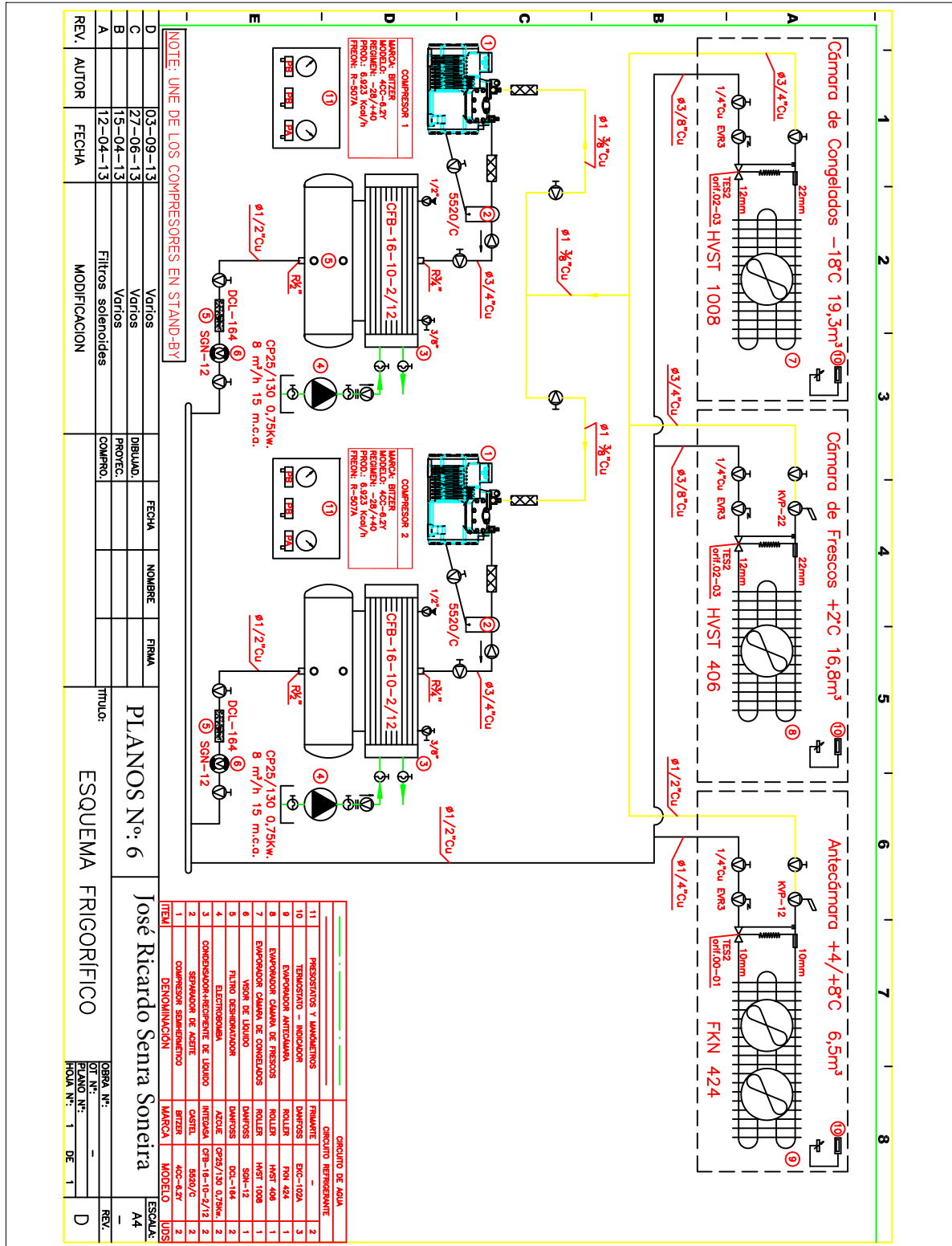
REV.	AUTOR	FECHA	MODIFICACION	TITULO:	ESCALA
F		03-04-13	Colocación evaporadores y pletina perimetral		A3
E		08-03-13	Aislamiento paredes laterales		1:50
D		14-02-13	Modificación dim. + Ubicación evaporadores		REV.
C		05-02-13	Modificación dimensiones		
REV.	AUTOR	FECHA	MODIFICACION	TITULO:	ESCALA
				DISPOSICIÓN DE GAMBUZAS	
				OBRA N.º: -	
				OT N.º: -	
				PLANO N.º: -	
				HOJA N.º: 1 DE 1	

1 2 3 4 5 6 7 8



REV.	AUTOR	FECHA	MODIFICACION	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCALA:
							A4
DIBUJAD.							1:12,5
PROYEC.							REV.
COMPRO.							
TITULO:							
Planos N°: 3				José Ricardo Senra Soneira			
BANCADA							
OBRA N°:							
OT N°:							
PLANO N°:							
HOJA N°:							
1 DE 1							





REV.	AUTOR	FECHA	MODIFICACION
D		03-09-13	Varios
C		27-06-13	Varios
B		15-04-13	Varios
A		12-04-13	Filtros solenoides

FECHA	NOMBRE	FINMA
03-09-13	Varios	
27-06-13	Varios	
15-04-13	Varios	
12-04-13	Filtros solenoides	

PLANOS N.º 6

ESQUEMA FRIGORIFICO

José Ricardo Senra Soneira

ITEM	DENOMINACION	MARCA	MODELO	UNDS
1	COMPRESOR	BRZES	4CC-6.2V	2
2	CONDENSADOR	CFB-16-10-2/12	CP25/130 0.75KW.	2
3	EVAPORADOR CÁMARA DE CONGELADOS	HVST 1008		1
4	EVAPORADOR CÁMARA DE FRESCOS	HVST 406		1
5	EVAPORADOR ANTECÁMARA	FKN 424		1
6	VALVULA DE LIQUIDO	SS20/C		2
7	VALVULA DE LIQUIDO	SS20/C		2
8	VALVULA DE LIQUIDO	SS20/C		2
9	VALVULA DE LIQUIDO	SS20/C		2
10	VALVULA DE LIQUIDO	SS20/C		2
11	VALVULA DE LIQUIDO	SS20/C		2
12	VALVULA DE LIQUIDO	SS20/C		2

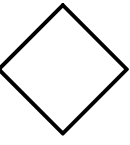
OPERA. N.º:	-
OT. N.º:	-
PLANO N.º:	-
HOLA N.º:	1 DE 1

CUADRO ELECTRICO INSTALACION FRIGORIFICA PRINCIPAL

E.T.S. DE NAUTICA Y MAQUINAS		TRABAJO FIN DE CARRERA NÚMERO:	
INGENIERIA MARINA - MANTENIMIENTO E INSTALACIONES		TFG/GEM/M-21-14	
TRABAJO FIN DE CARRERA NÚMERO:			
INSTALACIÓN FRIGORÍFICA EN ARRASTRERO CONGELADOR			
TÍTULO DEL PLANO:			
ESQUEMA ELECTRICO		FECHA: 07-08-2014	
AUTOR:		ESCALA: SE	
FRANCISCO JAVIER TRILLO VIDAL		PLANO Nº: 5 (Página 1 de 27)	
FIRMA:			

C13P0003

Un carré électrique

R.	Nom	Date	Modification		Reem. a :	Date	Nom	Signature	Reem. por :	Norme	Travailler		Plan n ° client		Dessin no:	Feuille			
	J.V.H.	25-3-13	Cambio interruptores de mando		Dessiné	04-03-13	J.V.H.				C13P0003		C13P0003			212RL3087_CE1/EQP1	1		
C	J.V.H.	14-3-13	Según fabricación		Projeté	04-03-13	J.V.H.				Un carré électrique		ACCUEIL					+CE	Suivre
B	J.V.H.	08-3-13	Según comentarios		Vérifié	04-03-13	R.L.N.												
A	J.V.H.																		
R.																			

Tableaux des feuilles

Nº	Plan n °	Feuille	Niveau 2 désignation	Niveau 3 désignation	Titre avion	Dessiné			
						Date	Revoir		
1	212RL3087 _ CE1/EQP1	1	Un carré électrique	ACCUEIL		J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
2	212RL3087 _ CE1/EQ11	2	Un carré électrique	INDEX		J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
3	212RL3087 _ CE1/EQD1	3	Un carré électrique	DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS	Représentation schématique Conditions	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
4	212RL3087 _ CE1/EQD1	4	Un carré électrique	DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS	Attaque et Sorties à moteur	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
5	212RL3087 _ CE1/EQD1	5	Un carré électrique	DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS	Sorties à moteur	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
6	212RL3087 _ CE1/EQD1	6	Un carré électrique	DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS	Contrôler Compresseur 1	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
7	212RL3087 _ CE1/EQD1	7	Un carré électrique	DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS	Contrôler Compresseur 1 et Pompe Condensation 1	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
8	212RL3087 _ CE1/EQD1	8	Un carré électrique	DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS	Contrôler Compresseur 2	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
9	212RL3087 _ CE1/EQD1	9	Un carré électrique	DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS	Contrôler Compresseur 2 et Pompe Condensation 2	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
10	212RL3087 _ CE1/EQD1	10	Un carré électrique	DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS	Contrôler Cámara congelés	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
11	212RL3087 _ CE1/EQD1	11	Un carré électrique	DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS	Contrôler Chambre de frais	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
12	212RL3087 _ CE1/EQD1	12	Un carré électrique	DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS	Contrôler Antichambre	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
13	212RL3087 _ CE1/EQD1	13	Un carré électrique	DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS	Contrôler	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
14	212RL3087 _ CE1/EQM1	14	Un carré électrique	LISTE DU MATÉRIEL		J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
15	212RL3087 _ CE1/EQM1	15	Un carré électrique	LISTE DU MATÉRIEL		J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
16	212RL3087 _ CE1/EQM1	16	Un carré électrique	LISTE DU MATÉRIEL		J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
17	212RL3087 _ CE1/EQM1	17	Un carré électrique	LISTE DU MATÉRIEL		J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
18	212RL3087 _ CE1/EQF1	18	Un carré électrique	DISTRIBUTION UNE ARMOIRE	Front une armoire	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
19	212RL3087 _ CE1/EQF1	19	Un carré électrique	DISTRIBUTION UNE ARMOIRE	Disposition intérieure	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
20	212RL3087 _ CE1/EQT1	20	Un carré électrique	LISTE DU TUYAU		J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
21	212RL3087 _ CE1/EQT1	21	Un carré électrique	LISTE DU TUYAU		J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
22	212RL3087 _ CE1/EQR1	22	Un carré électrique	Bornier	+CE-XF	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
23	212RL3087 _ CE1/EQR1	23	Un carré électrique	Bornier	+CE-XCA	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
24	212RL3087 _ CE1/EQR1	24	Un carré électrique	Bornier	+CE-XCA	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13
25	212RL3087 _ CE1/EQR1	25	Un carré électrique	Bornier	+CE-XCI	J.V.H.	C	04-03-13	25-3-13

Travailler		C13P0003		Un carré électrique		INDEX	
Date	Nom	Signature	Revisé	Date	Nom	Signature	Revisé
25-3-13	J.V.H.		Dessiné	04-03-13	J.V.H.		Revisé
14-3-13	J.V.H.		Projeté	04-03-13	J.V.H.		Revisé
08-3-13	J.V.H.		Vérifié	04-03-13	R.L.N.		Revisé

Modification

Reem. a :

Reem. por :

Norme

Plan n ° client C13P0003

Dessin no: 212RL3087 _ CE1/EQ11

+CE

Feuille 2 Suivre

Représentation schématique Conditions

Tous les circuits de C.A. et DC sans tension
 Interrupteurs et sectionneurs ouvrir
 Contacteurs et relais désexcité
 Boutons et lecteurs sans agir

Nomenclature des peintures

-CE Un carré électrique

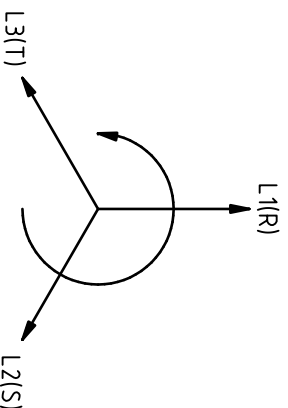
Nomenclature de commutation

	Les bobines de contacteurs et relais		Interrupteur principal
	Contact auxiliaire NO		Chargez sectionneur
	Contact auxiliaire NC		Sectionneur fusible
	Bouton NO		Interrupteur magnétothermique
	Bouton NC		Interrupteur de surcharge
	Sélecteur NO		Interrupteur magnétique
	Démarrage d'urgence		Protection thermique
	Démarrage de température		La protection différentielle
	Démarrage de pression		Protection une surtension
	Démarrage final de course		Contact renforce un contacteur
	Démarrage une bouée		Alimentation
	Démarrage un flux		Transformateur de tension
	Démarrage un flux de gaz		Transformateur de courant
	Señalizador lumineux		
	Señalizador acoustique		
	Résistance		
	Terminal		
	Instrument de mesure généralement		

PLANOS

175

Tous les câbles sans spécification de la section sont 1 mm²



Séquence de phase

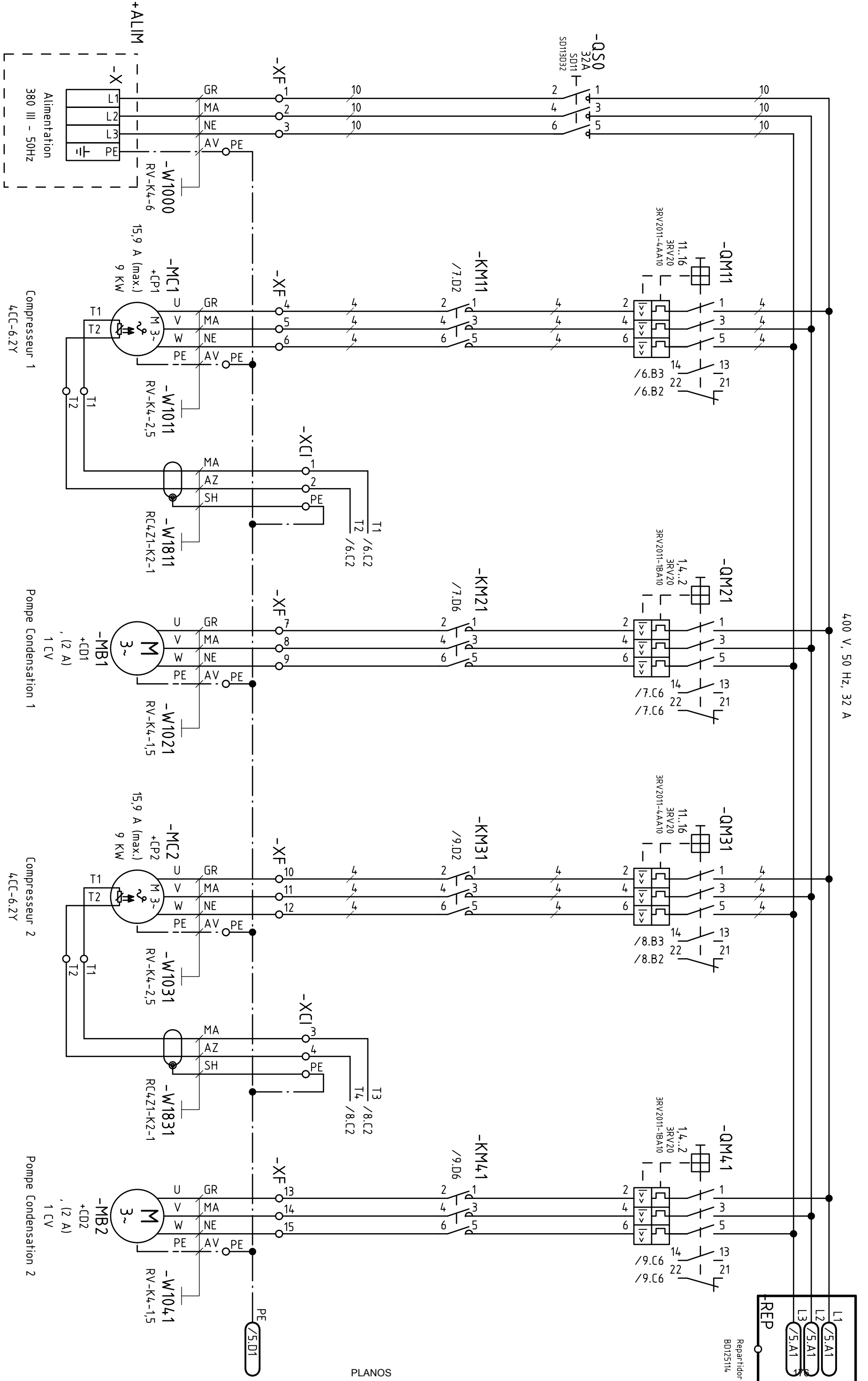
Couleur du câble

- L1=(R) = Gris (GR)
- L2=(S) = Brun (MA)
- L3=(T) = Noir (NE)
- N=(N) = Bleu (AZ)
- PE=(PE) = Jaune/Vert (AV)

1	2	3	4	5	6	7	8
R.	Nom	Date	Reem. a :	Reem. por :	Norme	Travailler	
A	J.V.H.	08-3-13				Plan n ° client	
B	J.V.H.	14-3-13				C13P0003	
C	J.V.H.	25-3-13				Un carré électrique	
						Titre	
						DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS	
						Représentation schématique Conditions	
							Dessin no: 212RL3087_CE1/E001
							+CE
							Feuille 3 Suivre 4

FEBRERO-15

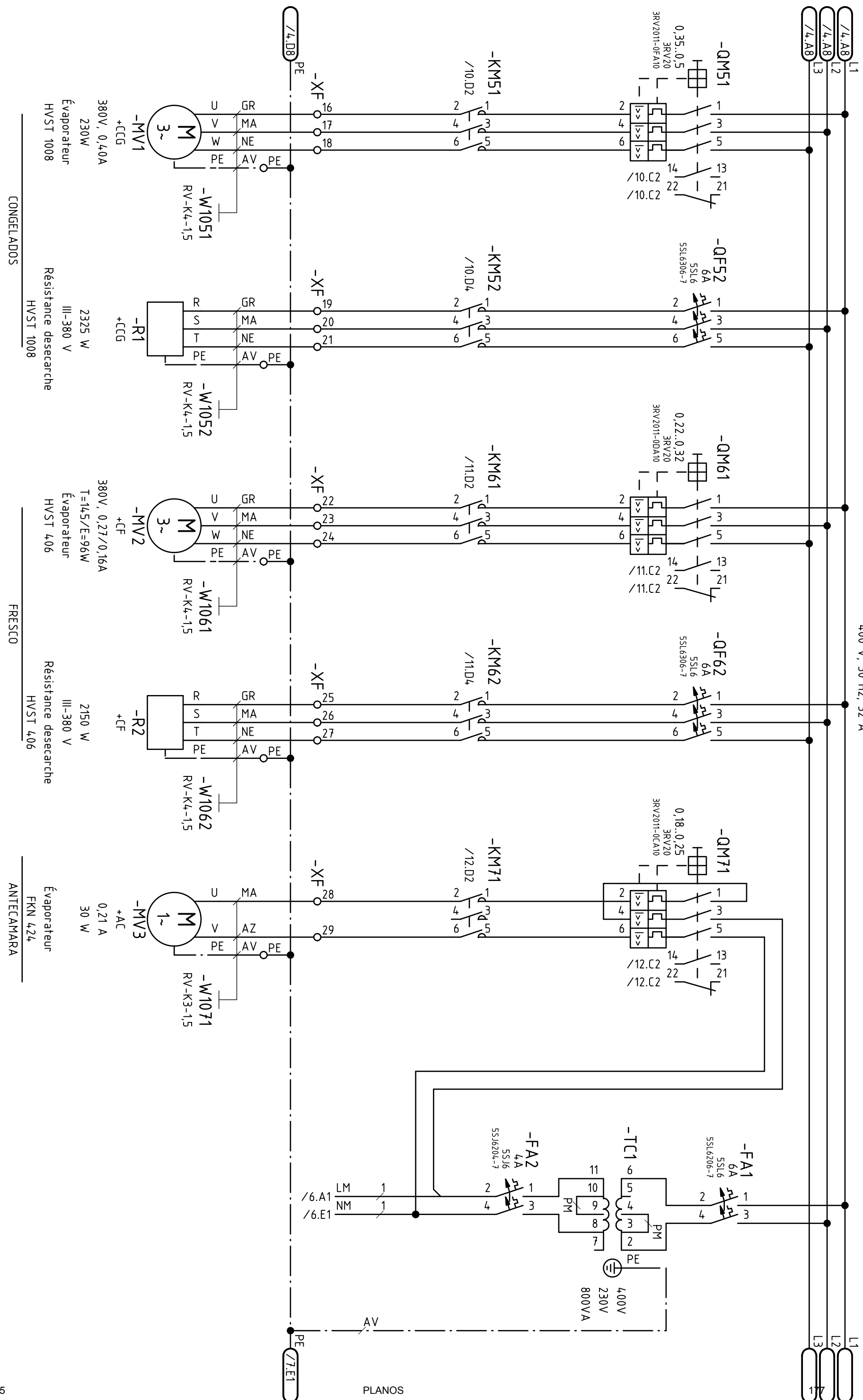
Tous les câbles sans spécification de la section sont 1,5 mm²



R. Nom		Date		Modification		Reem. a :		Reem. por :		Norme		Plan n ° client		C13P0003			
A	J.V.H.	08-3-13	Según comentarios										C13P0003		C13P0003		
B	J.V.H.	14-3-13	Según fabricación										DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS		Attaque et Sorties à moteur		
C	J.V.H.	25-3-13	Cambio interruptores de mando										Un carré électrique		Titre		
+CE		FEBRERO-15		Dessin no: 212RL3087_CE1/E001		Feuille 4		Suivre 5									

Tous les câbles sans spécification de la section sont 1,5 mm²

400 V, 50 Hz, 32 A



R. Nom		Date		Reem. a :		Reem. por :		Norme		Plan n ° client		C13P0003		+CE	
A	J.V.H.	08-3-13													
B	J.V.H.	14-3-13	Según fabricación	Projeté	04-03-13	J.V.H.									
C	J.V.H.	25-3-13	Cambio interruptores de mando	Dessiné	04-03-13	J.V.H.									
<p>Travailler C13P0003 Un carré électrique</p> <p>Titre DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS Sorties à moteur</p> <p>Dessin no: 212RL3087_CE1/E001</p>															

CONGELADOS

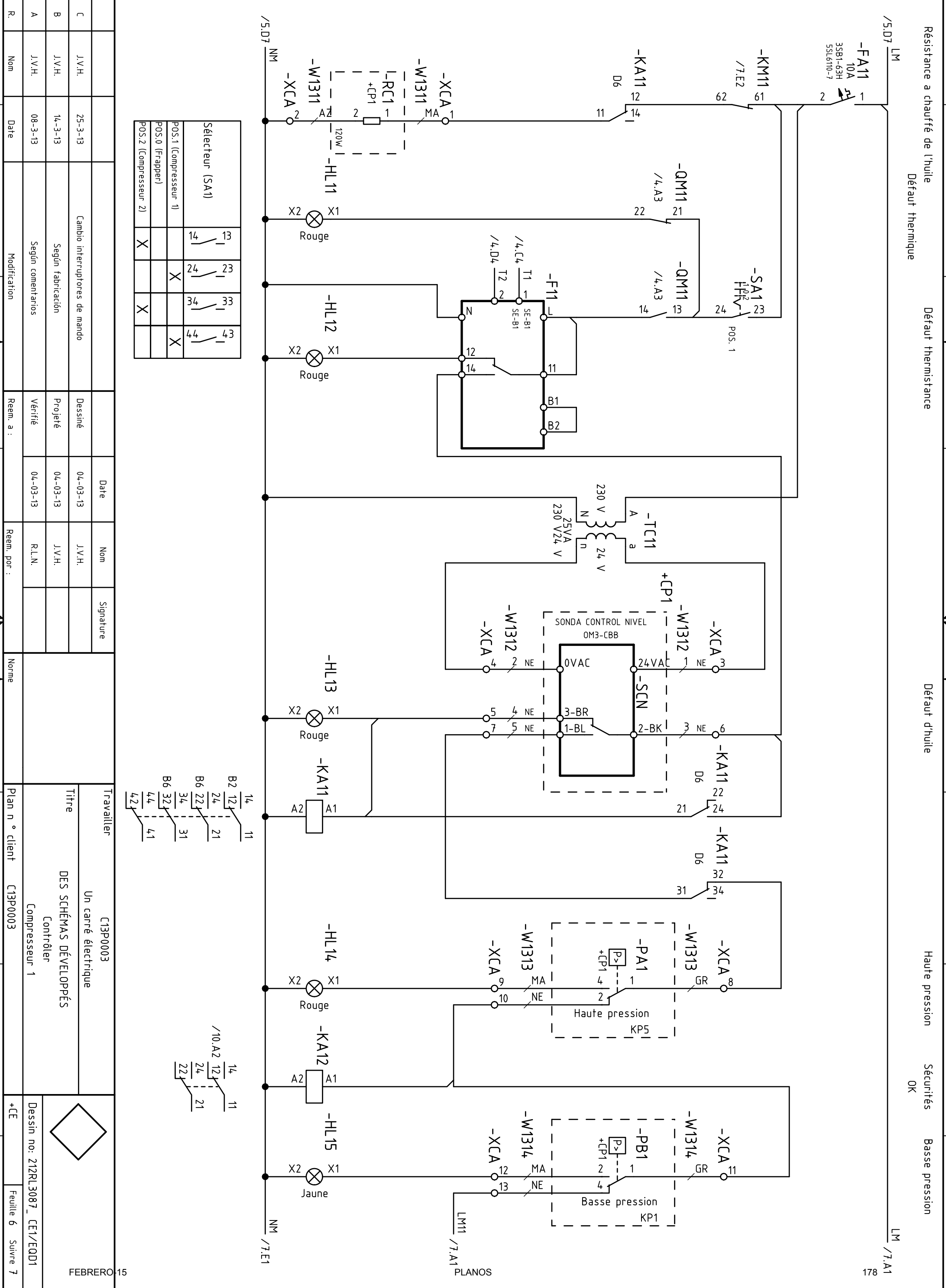
FRESCO

ANTECAMARA

FEBRERO-15

PLANOS

Tous les câbles sans spécification de la section sont 1 mm²



Sélecteur (SA1)		13	14
POS.1 (Compresseur 1)		X	
POS.0 (Frappet)			X
POS.2 (Compresseur 2)			X

11	14
21	12
31	24
41	22
42	34
44	32
41	44
42	42

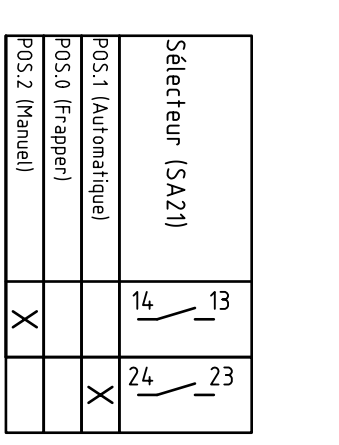
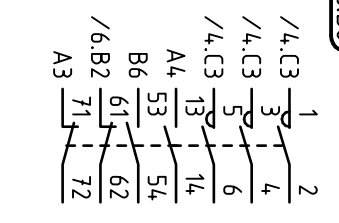
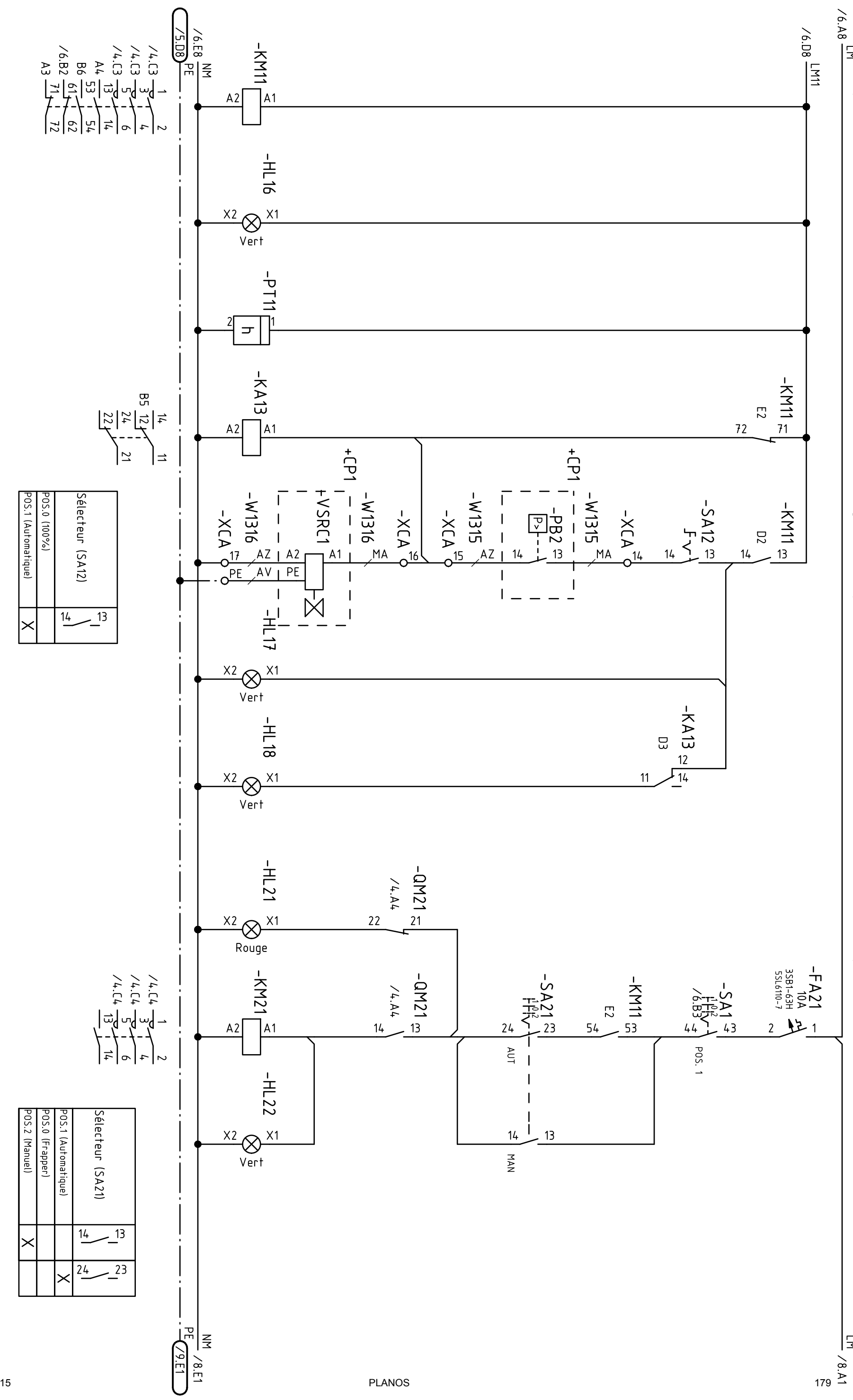
11	14
21	12
31	24
41	22
42	34
44	32
41	44
42	42

1	2	3	4	5	6	7	8
R.	Nom	Date	Reem. a :	Reem. por :	Norme	Plan n ° client	C13P0003
A	J.V.H.	08-3-13					
B	J.V.H.	14-3-13	Según comentarios				
C	J.V.H.	25-3-13	Según fabricación				
Travailler		C13P0003		Un carré électrique		DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS	
Titre		C13P0003		Contrôler		Compresseur 1	
Dessin no:		212RL3087_CE1/E001		+CE		Feuille 6	
FEBRERO		15				Suivre 7	

Résistance a chauffé de l'huile
 Défaut thermique
 Défaut thermostance
 Défaut d'huile
 Haute pression
 Sécurités OK
 Basse pression

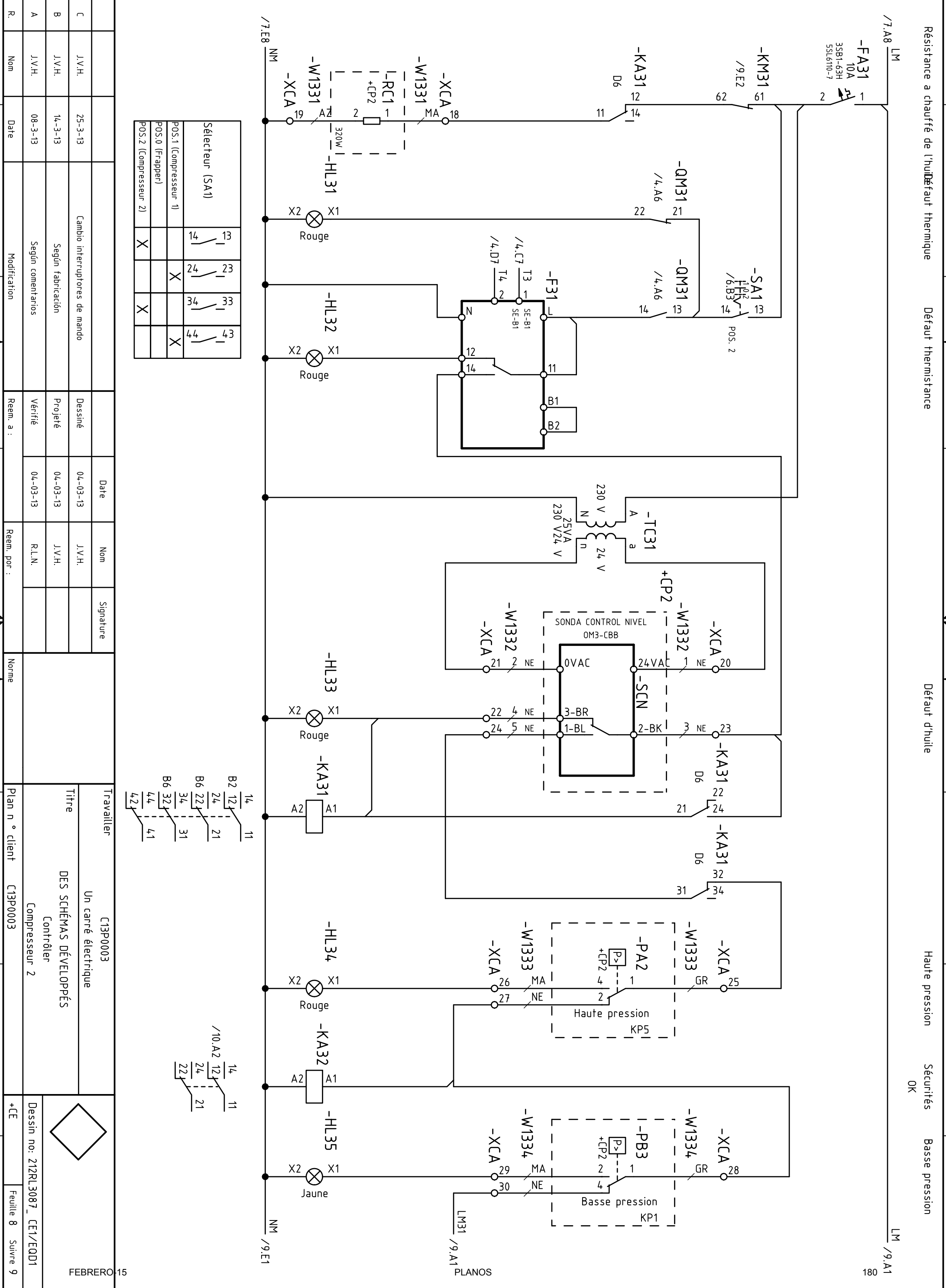
Tous les câbles sans spécification de la section sont 1 mm²

1 Commencer /6.A8 LM Compresseur
 2 En cours
 3 Compteur d'heures
 4 Solénoïde Régulation une capacité
 5 Capacité 50% Capacité 100%
 6 Pompe Condensation 1 Défaut thermique
 7 En cours
 8 LM /8.A1



R.	Nom	Date	Reem. a :	Reem. por :	Norme	Plan n ° client	C13P0003	Feuille 7	Suivre 8
A	J.V.H.	08-3-13	Según comentarios	Verifié		Compressor 1 et Pompe Condensation 1		Dessin no: 212RL3087_CE1/E001	+CE
B	J.V.H.	14-3-13	Según fabricación	Projeté					
C	J.V.H.	25-3-13	Cambio interruptores de mando	Dessiné					

Tous les câbles sans spécification de la section sont 1 mm²



Sélecteur (SA1)	
POS.1 (Compresseur 1)	X
POS.0 (Frappet)	X
POS.2 (Compresseur 2)	X

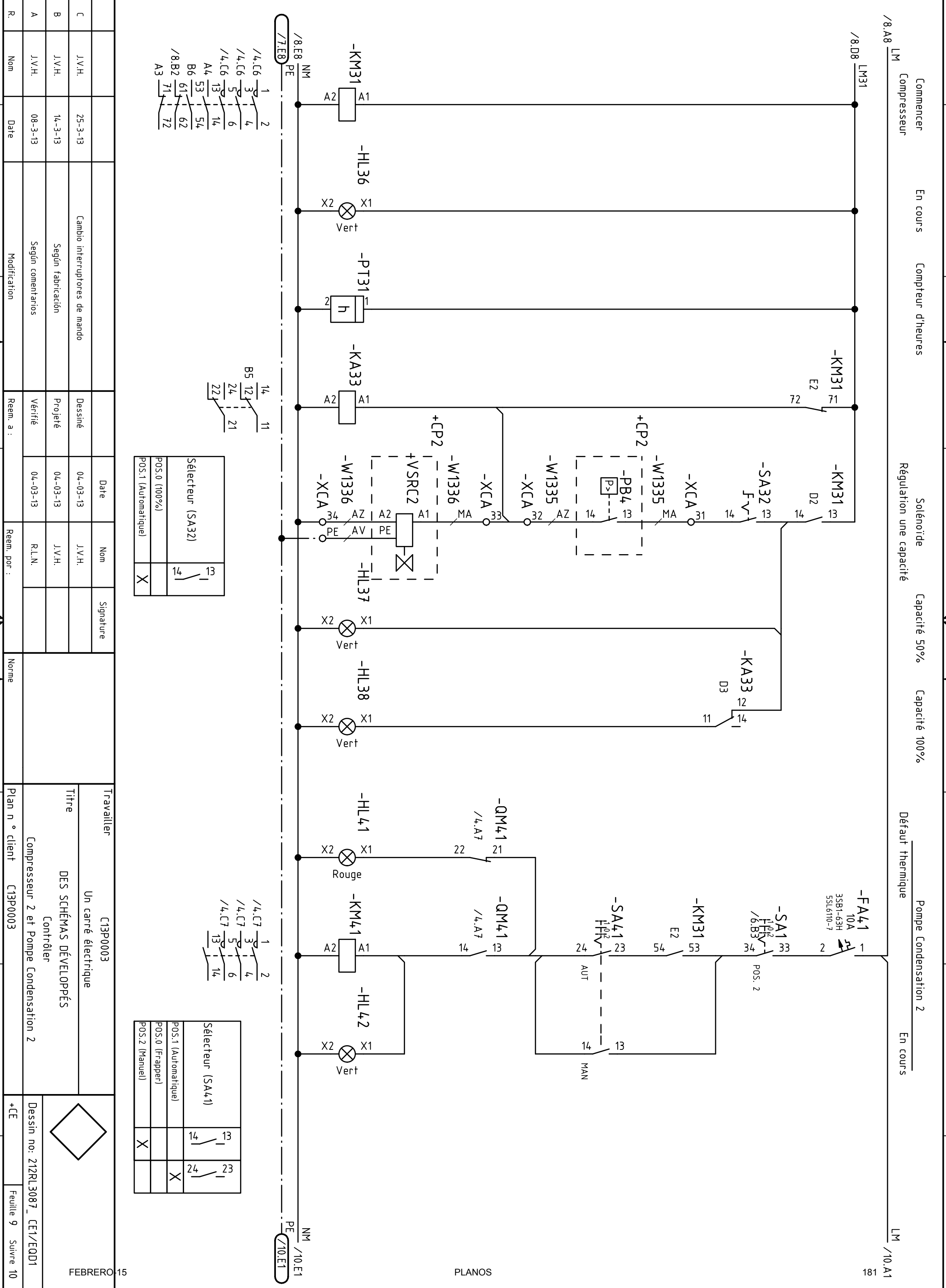
14	11
B2 12	21
24	21
B6 22	31
34	31
B6 32	41
44	41
42	41

14	11
/10.A2 12	21
24	21
22	21

R.	Nom	Date	Reem. a :	Reem. por :	Norme	Travailler	Titre	Dessin no:
A	J.V.H.	08-3-13	Según comentarios	Verifié	04-03-13	J.V.H.	DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS	212RL3087_CE1/E001
B	J.V.H.	14-3-13	Según fabricación	Projeté	04-03-13	J.V.H.	Contrôler	
C	J.V.H.	25-3-13	Cambio interruptores de mando	Dessiné	04-03-13	J.V.H.	Un carré électrique	

1 Résistance a chauffé de l'huile Défaut thermique
 2
 3 Défaut d'huile
 4
 5 Haute pression
 6 Sécurités OK
 7 Basse pression
 8

Tous les câbles sans spécification de la section sont 1 mm²



Commençer /8.A8 LM Compresseur
 En cours
 Compteur d'heures
 Solénoïde Régulation une capacité
 Capacité 50% Capacité 100%
 Pompe Condensation 2
 Défaut thermique
 En cours
 LM /10.A1 181

1	2	3	4	5	6	7	8
R. Nom	Date	Reem. a :	Reem. por :	Norme	Plan n ° client	C13P0003	Feuille 9 Suivre 10
A J.V.H.	08-3-13	Verifié	R.L.N.		Compresseur 2 et Pompe Condensation 2		
B J.V.H.	14-3-13	Projeté	J.V.H.		DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS		
C J.V.H.	25-3-13	Dessiné	J.V.H.		Un carré électrique		
Modification		Date		Travailler		C13P0003	
		04-03-13		DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS		FEBRERO-15	
		04-03-13		Contrôler			
		04-03-13		Compresseur 2 et Pompe Condensation 2		Dessin no: 212RL3087_CE1/E001	
		Verifié				+CE	

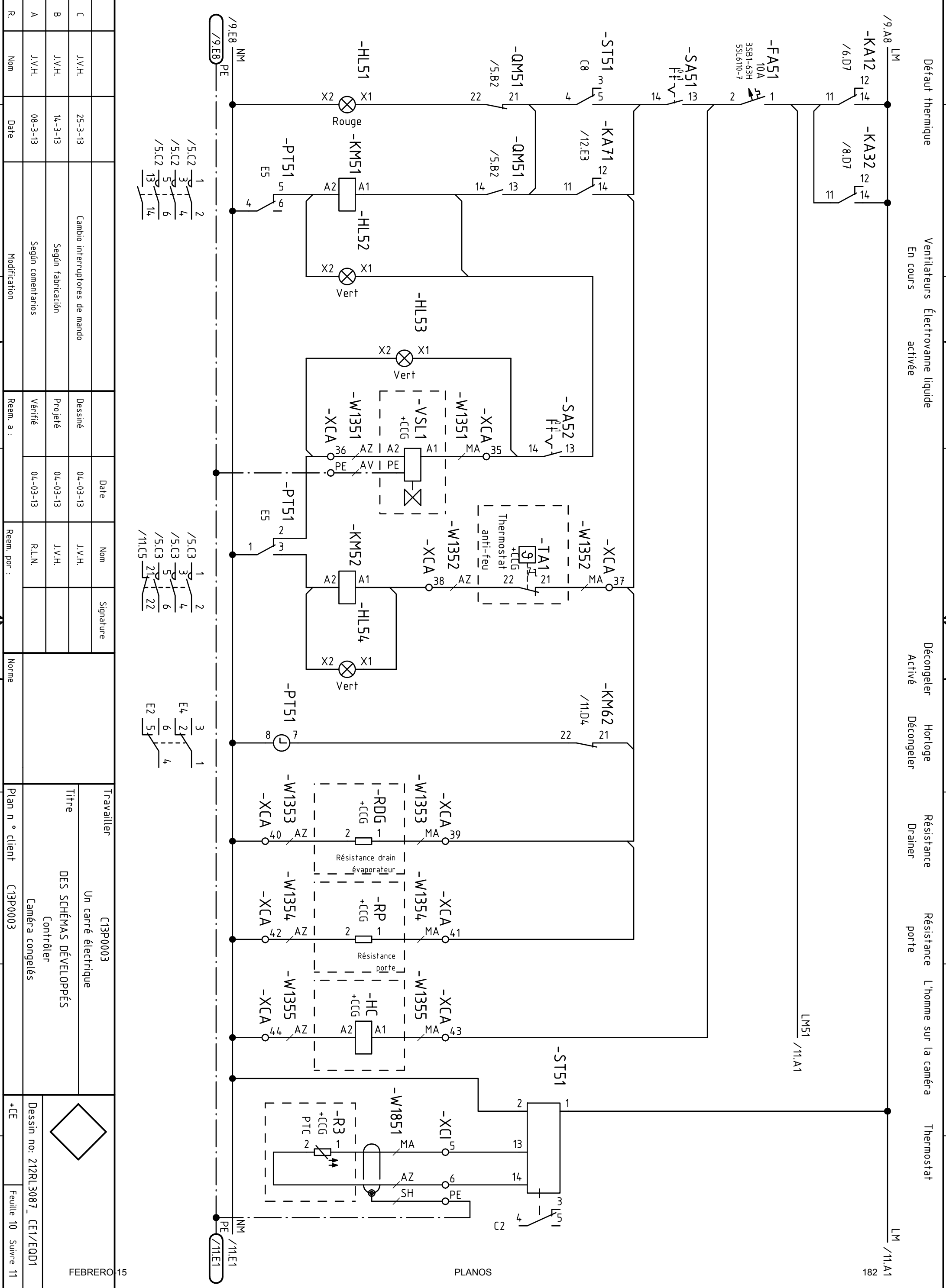
Sélecteur (SA32)

POS.0 (100%)	
POS.1 (Automatique)	X

Sélecteur (SA41)

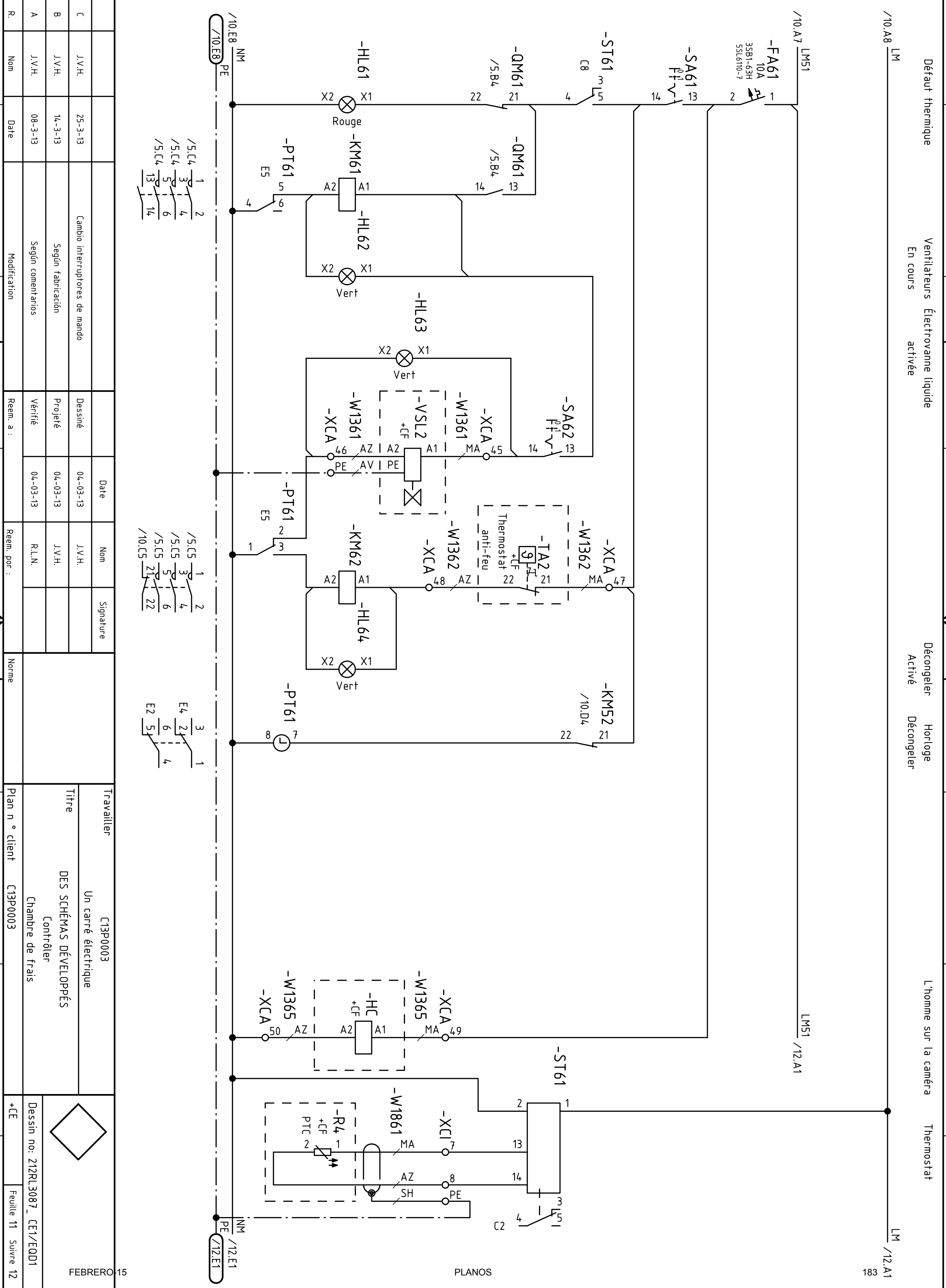
POS.1 (Automatique)		
POS.0 (Frappé)		X
POS.2 (Manuel)	X	

Tous les câbles sans spécification de la section sont 1 mm²



R. Nom		Date		Reem. a :		Reem. por :		Norme		Plan n ° client		C13P0003		Feuille 10		Suivre 11	
A J.V.H.		08-3-13								C13P0003		C13P0003					
B J.V.H.		14-3-13		Según comentarios						DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS		Un carré électrique					
C J.V.H.		25-3-13		Cambio interruptores de mando						Contrôler		Caméra congelés					
D J.V.H.		04-03-13		Projeté						Résistance		Résistance					
E J.V.H.		04-03-13		Vérifié						Résistance		L'homme sur la caméra					
F J.V.H.		04-03-13		R.L.N.						Thermostat							

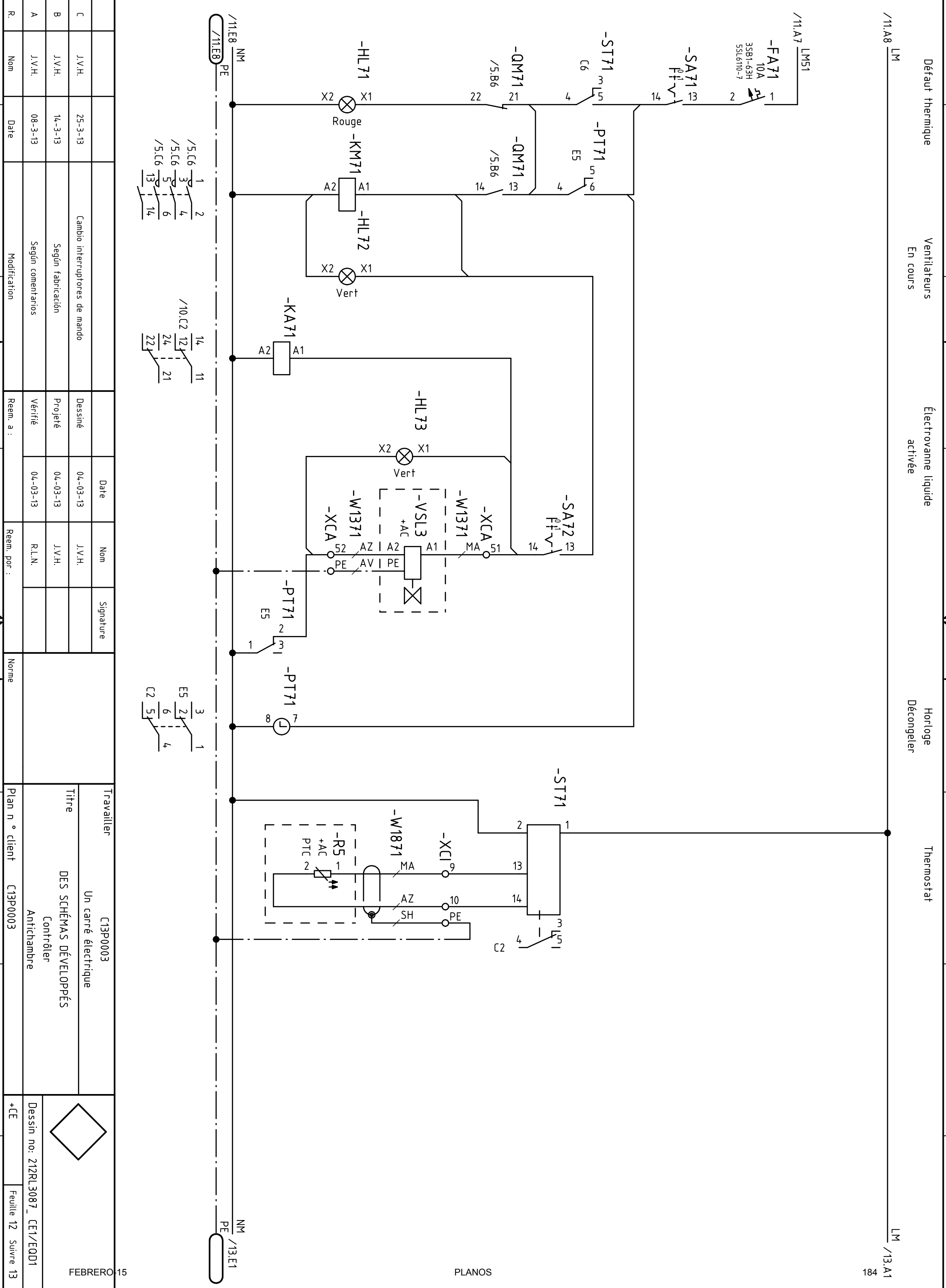
Tous les câbles sans spécification de la section sont 1 mm²



R. Nom		Date		Reem. a :		Reem. por :		Norme		Plan n ° client		C13P0003		Feuille 11		Suivre 12	
A. J.V.H.		08-3-13								DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS		Chambre de frais		Dessin no: 212RL3087_CE1/E001			
B. J.V.H.		14-3-13		Según fabricación		Projeté		04-03-13		J.V.H.							
C. J.V.H.		25-3-13		Cambio interruptores de mando		Dessiné		04-03-13		J.V.H.							
F. E.T.S.N.M										Travailler		C13P0003		Un carré électrique		FEBRERO-15	

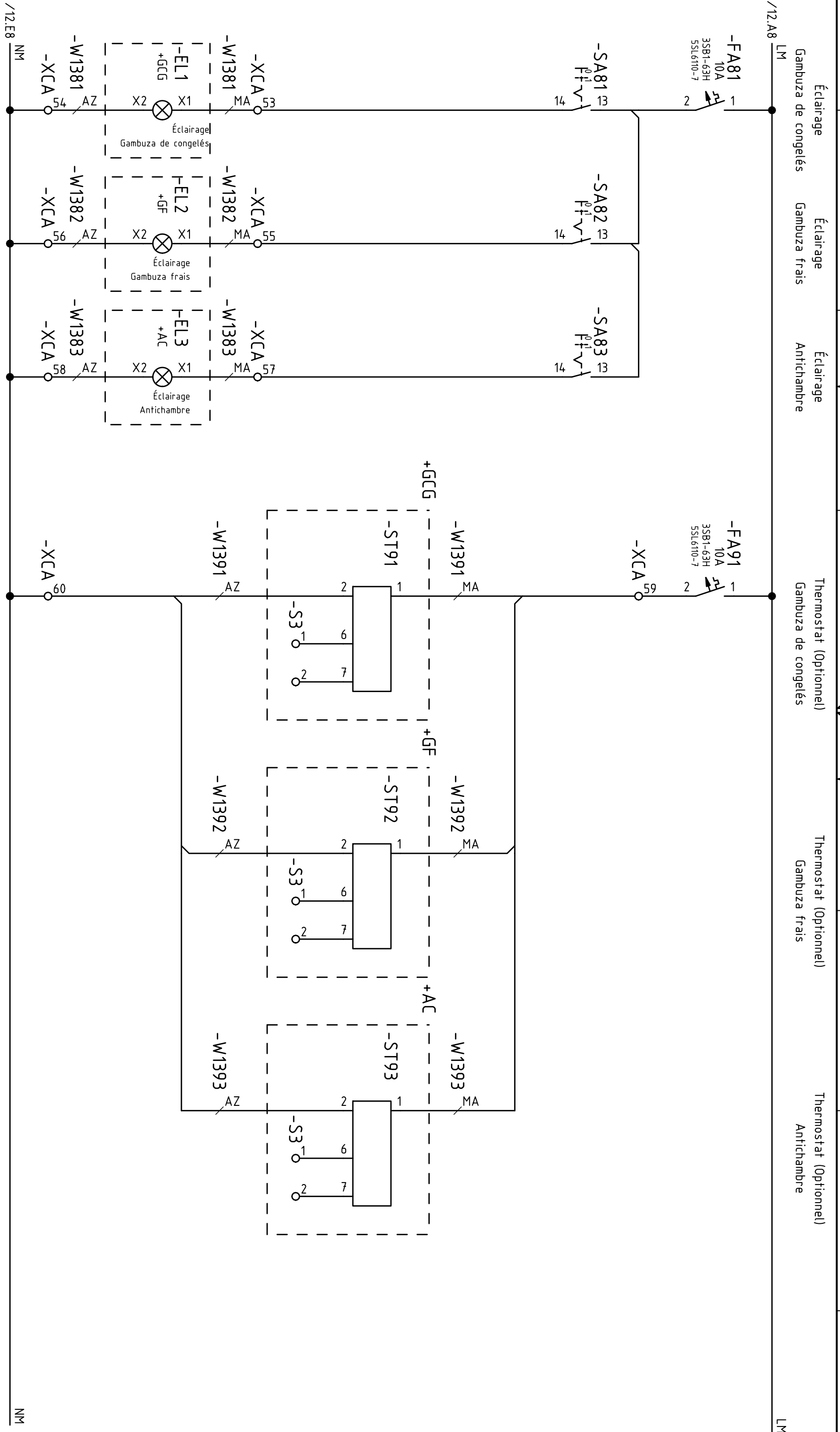
1 Défaut thermique
2 Ventilateurs Électrovanne liquide
3 En cours
4 activee
5 Décongeler Activé
6 Horloge
7 Décongeler
8 L'homme sur la caméra
9 Thermostat

Tous les câbles sans spécification de la section sont 1 mm²



R. Nom		Date		Reem. a :		Reem. por :		Norme		Plan n ° client		C13P0003		Feuille 12		Suivre 13	
A J.V.H.		08-3-13								DES SCHÉMAS DÉVELOPPÉS		Antichambre		+CE			
B J.V.H.		14-3-13		Según comentarios		Verifié		04-03-13		R.L.N.							
C J.V.H.		25-3-13		Cambio interruptores de mando		Dessiné		04-03-13		J.V.H.							
D																	
E																	
F																	

Tous les câbles sans spécification de la section sont 1 mm²



R.	Nom	Date	Reem. a :	Reem. por :	Norme	Plan n ° client	C13P0003	Feuille 13
A	J.V.H.	08-3-13	Verifié	R.L.N.		C13P0003		
B	J.V.H.	14-3-13	Projeté	J.V.H.				
C	J.V.H.	25-3-13	Dessiné	J.V.H.				
Modification		Según comentarios		Según fabricación		Según interruptores de mando		

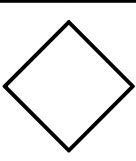
Liste de matériels

N°	Func.	Composant	Description 1	Description 2	Article	Type	Fabricant	Qté	Lieu	Situation
1	-CE	Armoire métallique de 1000x800x260mm, IP-66		Avec plaque de montage de 970x750	MAS1008026R5	MAS	ELDON	1	+CE	/3.C2
2	-CE	L'ensemble de fixation murale standard			AW41	AW	ELDON	1	+CE	/3.C2
3	-CE	Grille de sortie du ventilateur		145x145mm	EFA200R5	EFA	ELDON	2	+CE	/3.C2
4	-F11	Module moteur de protection			SE-B1	SE-B1	BITZER	1	+CE	/6.C3
5	-F31	Module moteur de protection			SE-B1	SE-B1	BITZER	1	+CE	/8.C3
6	-FA1	Interrupteur magnétothermique, il courbe C 6A 2P		Pouvoir de coupure : 6KA	SSL6206-7	SSL6	SIEMENS	1	+CE	/5.A7
7	-FA2	Interrupteur magnétothermique, il courbe C 4A 2P		Pouvoir de coupure : 6/10KA	SSL6204-7	SSL6	SIEMENS	1	+CE	/5.C7
8	-FA11	Interrupteur magnétothermique, il courbe C 10A 1P		Pouvoir de coupure : 6KA	SSL6110-7	SSL6	SIEMENS	1	+CE	/6.A2
9	-FA21	Interrupteur magnétothermique, il courbe C 10A 1P		Pouvoir de coupure : 6KA	SSL6110-7	SSL6	SIEMENS	1	+CE	/7.A6
10	-FA31	Interrupteur magnétothermique, il courbe C 10A 1P		Pouvoir de coupure : 6KA	SSL6110-7	SSL6	SIEMENS	1	+CE	/8.A2
11	-FA41	Interrupteur magnétothermique, il courbe C 10A 1P		Pouvoir de coupure : 6KA	SSL6110-7	SSL6	SIEMENS	1	+CE	/9.A6
12	-FA51	Interrupteur magnétothermique, il courbe C 10A 1P		Pouvoir de coupure : 6KA	SSL6110-7	SSL6	SIEMENS	1	+CE	/10.B2
13	-FA61	Interrupteur magnétothermique, il courbe C 10A 1P		Pouvoir de coupure : 6KA	SSL6110-7	SSL6	SIEMENS	1	+CE	/11.B2
14	-FA71	Interrupteur magnétothermique, il courbe C 10A 1P		Pouvoir de coupure : 6KA	SSL6110-7	SSL6	SIEMENS	1	+CE	/12.B2
15	-FA81	Interrupteur magnétothermique, il courbe C 10A 1P		Pouvoir de coupure : 6KA	SSL6110-7	SSL6	SIEMENS	1	+CE	/13.A2
16	-FA91	Interrupteur magnétothermique, il courbe C 10A 1P		Pouvoir de coupure : 6KA	SSL6110-7	SSL6	SIEMENS	1	+CE	/13.A4
17	-HL11	Bloc luminaireux		Led rouge, 230 VAC	AD22-22D-R-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/6.D2
18	-HL12	Bloc luminaireux		Led rouge, 230 VAC	AD22-22D-R-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/6.D3
19	-HL13	Bloc luminaireux		Led rouge, 230 VAC	AD22-22D-R-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/6.D5
20	-HL14	Bloc luminaireux		Led rouge, 230 VAC	AD22-22D-R-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/6.D7
21	-HL15	Bloc luminaireux		Led jaune, 230 VAC	AD22-22D-Y-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/6.D8
22	-HL16	Bloc luminaireux		Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/7.D2
23	-HL17	Bloc luminaireux		Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/7.D5
24	-HL18	Bloc luminaireux		Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/7.D5
25	-HL21	Bloc luminaireux		Led rouge, 230 VAC	AD22-22D-R-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/7.D6
26	-HL22	Bloc luminaireux		Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/7.D7
27	-HL31	Bloc luminaireux		Led rouge, 230 VAC	AD22-22D-R-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/8.D2
28	-HL32	Bloc luminaireux		Led rouge, 230 VAC	AD22-22D-R-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/8.D3
29	-HL33	Bloc luminaireux		Led rouge, 230 VAC	AD22-22D-R-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/8.D5
30	-HL34	Bloc luminaireux		Led rouge, 230 VAC	AD22-22D-R-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/8.D7
31	-HL35	Bloc luminaireux		Led jaune, 230 VAC	AD22-22D-Y-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/8.D8
32	-HL36	Bloc luminaireux		Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/9.D2
33	-HL37	Bloc luminaireux		Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/9.D5
34	-HL38	Bloc luminaireux		Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/9.D5
35	-HL41	Bloc luminaireux		Led rouge, 230 VAC	AD22-22D-R-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/9.D6
36	-HL42	Bloc luminaireux		Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/9.D7
37	-HL51	Bloc luminaireux		Led rouge, 230 VAC	AD22-22D-R-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/10.D2
38	-HL52	Bloc luminaireux		Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/10.D3

Travailler C13P0003

Un carré électrique

LISTE DU MATÉRIEL



Liste de matériels

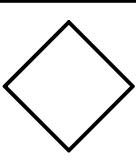
N°	Func.	Composant	Description 1	Description 2	Article	Type	Fabricant	Qté	Lieu	Situation
39		-HL53	Bloc lumineux	Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/10.D3
40		-HL54	Bloc lumineux	Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/10.D5
41		-HL61	Bloc lumineux	Led rouge, 230 VAC	AD22-22D-R-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/11.D2
42		-HL62	Bloc lumineux	Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/11.D3
43		-HL63	Bloc lumineux	Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/11.D3
44		-HL64	Bloc lumineux	Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/11.D5
45		-HL71	Bloc lumineux	Led rouge, 230 VAC	AD22-22D-R-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/12.D2
46		-HL72	Bloc lumineux	Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/12.D3
47		-HL73	Bloc lumineux	Led vert, 230 VAC	AD22-22D-G-31	AD22	SASSIN	1	+CE	/12.D4
48		-KA11	Relais une miniature (4NONC)	230V AC	RXM-4AB2P7	RXM	TELEMECANIQUE	1	+CE	/6.D6
49		-KA11	Base de relais miniature (4NONC)		RXZ-E2S114M	RXZ	TELEMECANIQUE	1	+CE	/6.D6
50		-KA12	Relais une miniature (2NONC), Avec signalisation	230 VAC	G2R-2-SN-230VAC	G2R-2-SN	OMRON	1	+CE	/6.D7
51		-KA12	Base de relais miniature (2NANC)		P2RF-08-E	P2RF-08-E	OMRON	1	+CE	/6.D7
52		-KA13	Relais une miniature (2NONC), Avec signalisation	230 VAC	G2R-2-SN-230VAC	G2R-2-SN	OMRON	1	+CE	/7.D3
53		-KA13	Base de relais miniature (2NANC)		P2RF-08-E	P2RF-08-E	OMRON	1	+CE	/7.D3
54		-KA31	Relais une miniature (4NONC)	230V AC	RXM-4AB2P7	RXM	TELEMECANIQUE	1	+CE	/8.D6
55		-KA31	Base de relais miniature (4NONC)		RXZ-E2S114M	RXZ	TELEMECANIQUE	1	+CE	/8.D6
56		-KA32	Relais une miniature (2NONC), Avec signalisation	230 VAC	G2R-2-SN-230VAC	G2R-2-SN	OMRON	1	+CE	/8.D7
57		-KA32	Base de relais miniature (2NANC)		P2RF-08-E	P2RF-08-E	OMRON	1	+CE	/8.D7
58		-KA33	Relais une miniature (2NONC), Avec signalisation	230 VAC	G2R-2-SN-230VAC	G2R-2-SN	OMRON	1	+CE	/9.D3
59		-KA33	Base de relais miniature (2NANC)		P2RF-08-E	P2RF-08-E	OMRON	1	+CE	/9.D3
60		-KA71	Relais une miniature (2NONC), Avec signalisation	230 VAC	G2R-2-SN-230VAC	G2R-2-SN	OMRON	1	+CE	/12.E3
61		-KA71	Base de relais miniature (2NANC)		P2RF-08-E	P2RF-08-E	OMRON	1	+CE	/12.E3
62		-KM11	Contacteur tripolaire (AC-3)	Taille S00, 1N0	3RT2018-1AP01	3RT20	SIEMENS	1	+CE	/7.D2
63		-KM11	Bloc des contacts auxiliaires un fronteau	3RT20 1NO+2NC , Taille S00, S0	3RH2911-1HA12	3RT2	SIEMENS	1	+CE	/7.D2
64		-KM21	Contacteur tripolaire (AC-3)	Taille S00, 1N0	3RT2015-1AP01	3RT20	SIEMENS	1	+CE	/7.D6
65		-KM31	Contacteur tripolaire (AC-3)	Taille S00, 1N0	3RT2018-1AP01	3RT20	SIEMENS	1	+CE	/9.D2
66		-KM31	Bloc des contacts auxiliaires un fronteau	3RT20 1NO+2NC , Taille S00, S0	3RH2911-1HA12	3RT2	SIEMENS	1	+CE	/9.D2
67		-KM41	Contacteur tripolaire (AC-3)	Taille S00, 1N0	3RT2015-1AP01	3RT20	SIEMENS	1	+CE	/9.D6
68		-KM51	Contacteur tripolaire (AC-3)	Taille S00, 1N0	3RT2015-1AP01	3RT20	SIEMENS	1	+CE	/10.D2
69		-KM52	Contacteur tripolaire (AC-3)	Taille S00, 1NC	3RT2015-1AP02	3RT20	SIEMENS	1	+CE	/10.D4
70		-KM61	Contacteur tripolaire (AC-3)	Taille S00, 1N0	3RT2015-1AP01	3RT20	SIEMENS	1	+CE	/11.D2
71		-KM62	Contacteur tripolaire (AC-3)	Taille S00, 1NC	3RT2015-1AP02	3RT20	SIEMENS	1	+CE	/11.D4
72		-KM71	Contacteur tripolaire (AC-3)	Taille S00, 1N0	3RT2015-1AP01	3RT20	SIEMENS	1	+CE	/12.D2
73		-PT11	Compteur d'heures encastéré		CH48-230V-50Hz	CH48	ZURC	1	+CE	/7.D3
74		-PT31	Compteur d'heures encastéré		CH48-230V-50Hz	CH48	ZURC	1	+CE	/9.D3
75		-PT51	Relais rendu temporel pour desescarche		430631	FRI-77g2	THEBEN	1	+CE	/10.E5
76		-PT61	Relais rendu temporel pour desescarche		430631	FRI-77g2	THEBEN	1	+CE	/11.E5

R.		Nom	Date	Modification		Reem. a :	Reem. por :	Norme	Plan n ° client	C13P0003	Travailler		C13P0003		Un carré électrique		LISTE DU MATÉRIEL		Dessin no: 212RL3087_CET1/EQM1		+CE		Feuille 15		Suivre 16		
C		J.V.H.	25-3-13	Cambio interruptores de mando		Dessiné	04-03-13	J.V.H.																			
B		J.V.H.	14-3-13	Según fabricación		Projeté	04-03-13	J.V.H.																			
A		J.V.H.	08-3-13	Según comentarios		Vérifié	04-03-13	R.L.N.																			

Liste de matériels

Nº	Func.	Composant	Description 1	Description 2	Article	Type	Fabricant	Qté	Lieu	Situation
77		-PT71	Relais rendu temporel pour desesarche		430631	FRI-77g2	THEBEN	1	+CE	/12.E5
78		-QF52	Interrupteur magnétothermique, il courbe C 6A 3P	Pouvoir de coupure : 6KA	5SL6306-7	5SL6	SIEMENS	1	+CE	/5.B3
79		-QF62	Interrupteur magnétothermique, il courbe C 6A 3P	Pouvoir de coupure : 6KA	5SL6306-7	5SL6	SIEMENS	1	+CE	/5.B5
80		-QM11	Disjoncteur magnétothermique 11..16A		3RV2011-4AA10	3RV20	SIEMENS	1	+CE	/4.A3
81		-QM11	Bloc des contacts auxiliaires un fronteau 3RV2		3RV2901-1E	3RV2	SIEMENS	1	+CE	/4.A3
82		-QM21	Disjoncteur magnétothermique 1,4..2A		3RV2011-1BA10	3RV20	SIEMENS	1	+CE	/4.A4
83		-QM21	Bloc des contacts auxiliaires un fronteau 3RV2		3RV2901-1E	3RV2	SIEMENS	1	+CE	/4.A4
84		-QM31	Disjoncteur magnétothermique 11..16A		3RV2011-4AA10	3RV20	SIEMENS	1	+CE	/4.A6
85		-QM31	Bloc des contacts auxiliaires un fronteau 3RV2		3RV2901-1E	3RV2	SIEMENS	1	+CE	/4.A6
86		-QM41	Disjoncteur magnétothermique 1,4..2A		3RV2011-1BA10	3RV20	SIEMENS	1	+CE	/4.A7
87		-QM41	Bloc des contacts auxiliaires un fronteau 3RV2		3RV2901-1E	3RV2	SIEMENS	1	+CE	/4.A7
88		-QM51	Disjoncteur magnétothermique 0,35..0,5A		3RV2011-0FA10	3RV20	SIEMENS	1	+CE	/5.B2
89		-QM51	Bloc des contacts auxiliaires un fronteau 3RV2		3RV2901-1E	3RV2	SIEMENS	1	+CE	/5.B2
90		-QM61	Disjoncteur magnétothermique 0,22..0,32A		3RV2011-0DA10	3RV20	SIEMENS	1	+CE	/5.B4
91		-QM61	Bloc des contacts auxiliaires un fronteau 3RV2		3RV2901-1E	3RV2	SIEMENS	1	+CE	/5.B4
92		-QM71	Disjoncteur magnétothermique 0,18..0,25A		3RV2011-0CA10	3RV20	SIEMENS	1	+CE	/5.B6
93		-QM71	Bloc des contacts auxiliaires un fronteau 3RV2		3RV2901-1E	3RV2	SIEMENS	1	+CE	/5.B6
94		-QSO	Sectionneur interrupteur 32A 3P		SD113D32	SD11	SASSIN	1	+CE	/4.B1
95		-REP	Livreur modulaire tétrapolaire 125A		BD125114	Repartidor	KOBAN	1	+CE	/4.A8
96		-SA1	Sélecteur avec une courte poignée noire, 3 pos.		3SA8-BD33	3SA8	SASSIN	1	+CE	/6.B3
97		-SA1	Bloc de contact ouvert sans base		3SA-NO	3SA8/3SA5	SASSIN	2	+CE	/6.B3
98		-SA12	Sélecteur avec une courte poignée noire, 2 pos.		3SA8-BD21	3SA8	SASSIN	1	+CE	/7.B4
99		-SA21	Sélecteur avec une courte poignée noire, 3 pos.		3SA8-BD33	3SA8	SASSIN	1	+CE	/7.C6
100		-SA32	Sélecteur avec une courte poignée noire, 2 pos.		3SA8-BD21	3SA8	SASSIN	1	+CE	/9.B4
101		-SA41	Sélecteur avec une courte poignée noire, 3 pos.		3SA8-BD33	3SA8	SASSIN	1	+CE	/9.C6
102		-SA51	Sélecteur avec une courte poignée noire, 2 pos.		3SA8-BD21	3SA8	SASSIN	1	+CE	/10.B2
103		-SA52	Sélecteur avec une courte poignée noire, 2 pos.		3SA8-BD21	3SA8	SASSIN	1	+CE	/10.C4
104		-SA61	Sélecteur avec une courte poignée noire, 2 pos.		3SA8-BD21	3SA8	SASSIN	1	+CE	/11.B2
105		-SA62	Sélecteur avec une courte poignée noire, 2 pos.		3SA8-BD21	3SA8	SASSIN	1	+CE	/11.C4
106		-SA71	Sélecteur avec une courte poignée noire, 2 pos.		3SA8-BD21	3SA8	SASSIN	1	+CE	/12.B2
107		-SA72	Sélecteur avec une courte poignée noire, 2 pos.		3SA8-BD21	3SA8	SASSIN	1	+CE	/12.C4
108		-SA81	Sélecteur avec une courte poignée noire, 2 pos.		3SA8-BD21	3SA8	SASSIN	1	+CE	/13.B2
109		-SA82	Sélecteur avec une courte poignée noire, 2 pos.		3SA8-BD21	3SA8	SASSIN	1	+CE	/13.B2
110		-SA83	Sélecteur avec une courte poignée noire, 2 pos.		3SA8-BD21	3SA8	SASSIN	1	+CE	/13.B3
111		-ST51	Thermostat de contrôle		EKC102A	EKC	DANFOSS	1	+CE	/10.C7
112		-ST61	Thermostat de contrôle		EKC102A	EKC	DANFOSS	1	+CE	/11.C7
113		-ST71	Thermostat de contrôle		EKC102A	EKC	DANFOSS	1	+CE	/12.C6
114		-TC1	Transformateur monophasé de tension		E=230/400, S=115/230V, 800VA	PD 800	POLLUX	1	+CE	/5.B7

R.		Nom	Date	Modification		Reem. a :	Reem. por :	Norme	Travailler		Plan n ° client		C13P0003		
C	J.V.H.	25-3-13		Cambio interruptores de mando		Dessiné	04-03-13	J.V.H.	Signature	C13P0003		Un carré électrique			
B	J.V.H.	14-3-13		Según fabricación		Projeté	04-03-13	J.V.H.		LISTE DU MATÉRIEL					
A	J.V.H.	08-3-13		Según comentarios		Vérifié	04-03-13	R.L.N.						Dessin no: 212RL3087_CET1/EQM1	
										+CE		Feuille 16		Suivre 17	



Liste de matériels

N°	Func.	Composant	Description 1	Description 2	Article	Type	Fabricant	Qté	Lieu	Situation
115		-TC11	Transformateur monophasé de tension	400-230/24-12V, 25VA	PB 25	PB	POLLUX	1	+CE	/6.C4
116		-TC31	Transformateur monophasé de tension	400-230/24-12V, 25VA	PB 25	PB	POLLUX	1	+CE	/8.C4
117		-XCA	Borra universel		3044076	UT2,5	PHOENIX CONTACT	60	+CE	/6.D2
118		-XCI	Borra universel		3044076	UT2,5	PHOENIX CONTACT	10	+CE	/4.D3
119		-XF	Borra universel		3044160	UT10	PHOENIX CONTACT	3	+CE	/4.D1
120		-XF	Borra universel		3044102	UT4	PHOENIX CONTACT	26	+CE	/4.D3

E.T.S.N.M

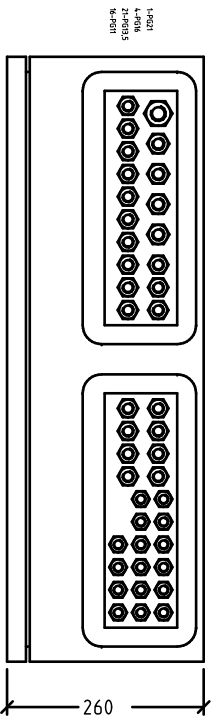
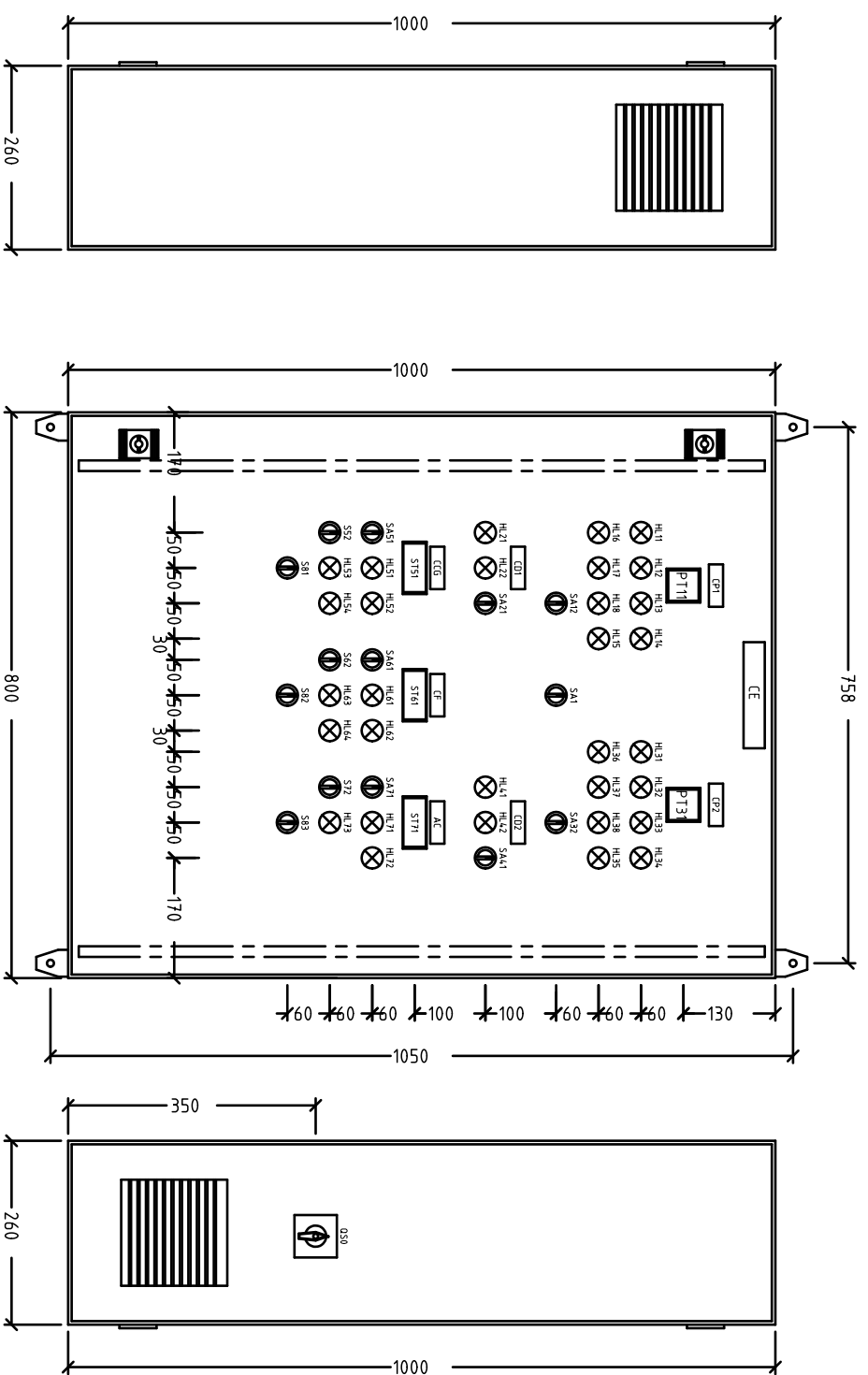
PROYECTO FIN DE GRADO.

TFG/GEM/E-27-15

R.	Nom	Date	Modification	Reem. a :	Date	Nom	Signature	Reem. por :	Norme	Travailler	Titre	Dessin no:	+CE	Feuille	Suivre
C	J.V.H.	25-3-13	Cambio interruptores de mando	Dessiné	04-03-13	J.V.H.				C13P0003	Un carré électrique				
B	J.V.H.	14-3-13	Según fabricación	Projeté	04-03-13	J.V.H.					LISTE DU MATÉRIEL				
A	J.V.H.	08-3-13	Según comentarios	Vérifié	04-03-13	R.L.N.									
R.	Nom	Date	Modification	Reem. a :				Reem. por :		Plan n ° client	C13P0003				

FEBRERO-15

PLANOS



POS.	Dénomination	Taille
CE	Un carré électrique	150x30
SA1	Sélecteur Compresseur 1 - 0 - Compresseur 2	4,5x15
CP1	Compresseur 1	60x20
HL11	Défaut thermique	4,5x15
HL12	Défaut thermistance	4,5x15
HL13	Manque d'huile	4,5x15
HL14	Haute pression	4,5x15
HL15	Basse pression	4,5x15
HL16	En cours	4,5x15
HL17	Capacité 50%	4,5x15
HL18	Capacité 100%	4,5x15
SA12	Sélecteur de capacité Manuel 100% - Automatique	4,5x15
CP2	Compresseur 2	60x20
HL31	Défaut thermique	4,5x15
HL32	Défaut thermistance	4,5x15
HL33	Manque d'huile	4,5x15
HL34	Haute pression	4,5x15
HL35	Basse pression	4,5x15
HL36	En cours	4,5x15
HL37	Capacité 50%	4,5x15
HL38	Capacité 100%	4,5x15
SA32	Sélecteur de capacité Manuel 100% - Automatique	4,5x15
CD1	Pompe Condensation 1	60x20
SA21	Automatique - 0 - Manuel	4,5x15
HL21	En cours	4,5x15
HL22	Défaut thermique	4,5x15
CD2	Pompe Condensation 2	60x20
SA41	Automatique - 0 - Manuel	4,5x15
HL41	En cours	4,5x15
HL42	Défaut thermique	4,5x15

POS.	Dénomination	Taille
CCG	Caméra congelés	60x20
ST151	Thermostat	4,5x15
SA51	Évaporateur Frappier - Mars	4,5x15
HL51	Défaut thermique Fan	4,5x15
HL52	Fan En cours	4,5x15
SA52	Solénoïde Désactiver - Activer	4,5x15
HL53	Solénoïde activée	4,5x15
HL54	Dégivrage	4,5x15
CF	Chambre de frais	60x20
ST161	Thermostat	4,5x15
SA61	Évaporateur Frappier - Mars	4,5x15
HL61	Défaut thermique Fan	4,5x15
HL62	Fan En cours	4,5x15
SA62	Solénoïde Désactiver - Activer	4,5x15
HL63	Solénoïde activée	4,5x15
HL64	Dégivrage	4,5x15
AC	Antichambre	60x20
ST171	Thermostat	4,5x15
SA71	Évaporateur Frappier - Mars	4,5x15
HL71	Défaut thermique Fan	4,5x15
HL72	Fan En cours	4,5x15
SA72	Solénoïde Désactiver - Activer	4,5x15
HL73	Solénoïde activée	4,5x15
SA81	Éclairage Gambaiza de congelés Éteindre - Allumer	4,5x15
SA82	Éclairage Gambaiza frais Éteindre - Allumer	4,5x15
SA83	Éclairage Antichambre Éteindre - Allumer	4,5x15
OS0	Interrupteur principal	4,5x15

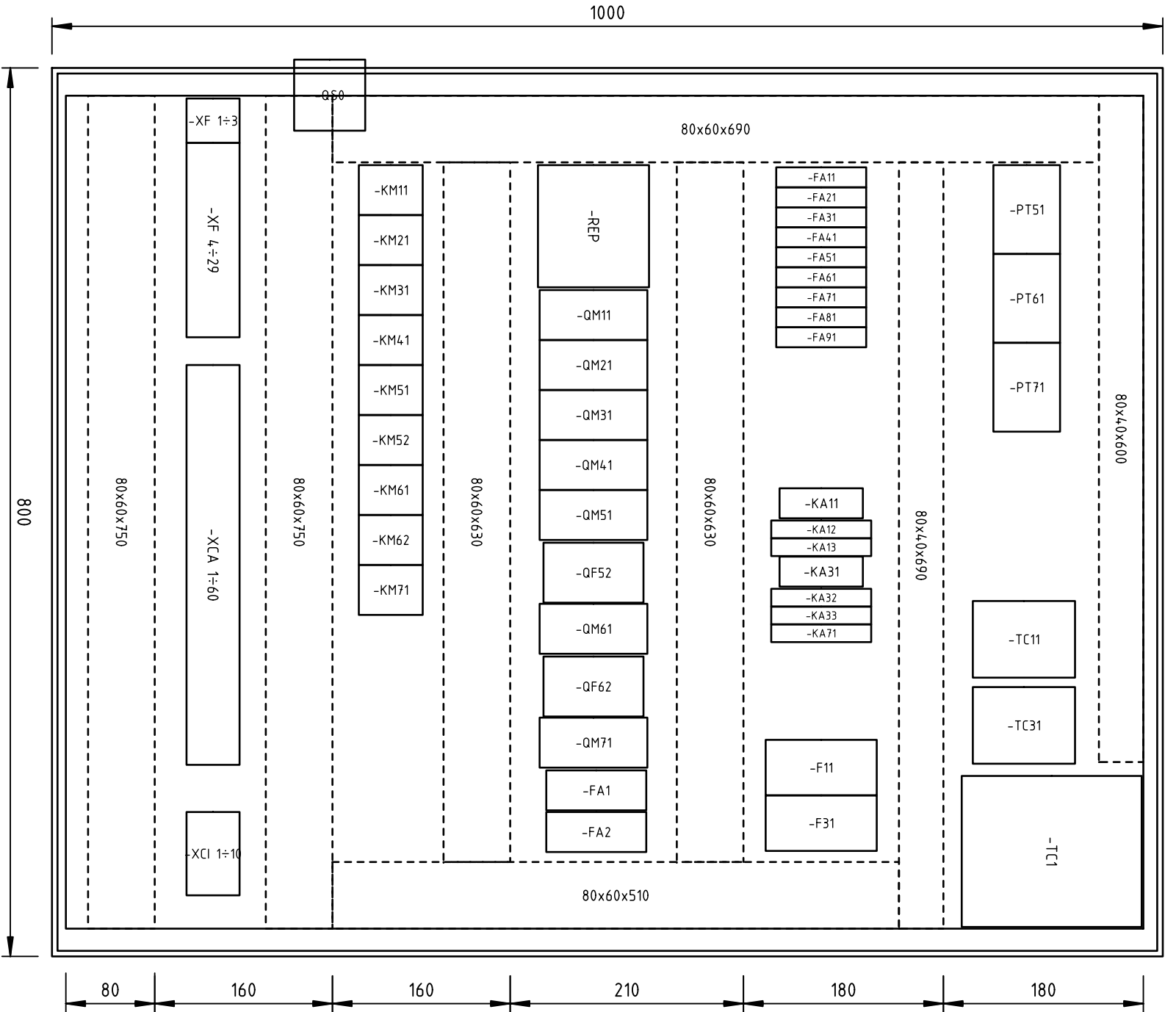
Entrée des câbles

Échelle: 1:5
Unités d'échelle : mm

FEBRERO

1	2	3	4
R.	Nom	Date	Reem. a :
A	J.V.H.	08-3-13	Verifié
B	J.V.H.	14-3-13	Projeté
C	J.V.H.	25-3-13	Dessiné
Cambio interruptores de mando		04-03-13	J.V.H.
Según fabricación		04-03-13	J.V.H.
Según comentarios		04-03-13	R.L.N.
Modification			Reem. por :

5	6	7	8
Travailler	C13P0003	Un carré électrique	
Titre	DISTRIBUTION UNE ARMOIRE Front une armoire		
Plan n ° client	C13P0003		
Norme			Dessin no: 212RL3087_CE1/EGF1
			+CE
			Feuille 18 Suivre 19



R.	Nom	Date	Modification
A	J.V.H.	08-3-13	Según comentarios
B	J.V.H.	14-3-13	Según fabricación
C	J.V.H.	25-3-13	Cambio interruptores de mando

Reem. a :	Date	Nom	Signature
Verifié	04-03-13	J.V.H.	
Reem. por :	04-03-13	J.V.H.	
		R.L.N.	

Travailleur	Titre	Plan n ° client
C13P0003	DISTRIBUTION UNE ARMOIRE	C13P0003
Un carré électrique	Disposition intérieure	

Norme	Dessin no:	Feuille
	212RL3087_CE1/EQF1	19
		Suivre

Unités d'échelle : \varnothing
Échelle: 1:5

FEBRERO 1

Liste tuyaux

Nº	Longueur Prévue	Longueur Réel	Tuyau	Description	Type	Destination 1	Destination 2	Commenter
1	1	0	-W1000	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 4x6	+CE	+ALIM	Alimentation 380 III - 50Hz
2	1	0	-W1011	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 4x2,5	+CE	+CP1	Compresseur 1 4CC-6.2Y 380 V - Y
3	1	0	-W1021	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 4x1,5	+CE	+CD1	Pompe Condensation 1
4	1	0	-W1031	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 4x2,5	+CE	+CP2	Compresseur 2 4CC-6.2Y 380 V - Y
5	1	0	-W1041	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 4x1,5	+CE	+CD2	Pompe Condensation 2
6	1	0	-W1051	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 4x1,5	+CE	+CCG	Évaporateur HVST 1008
7	1	0	-W1052	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 4x1,5	+CE	+CCG	Résistance desecarche HVST 1008
8	1	0	-W1061	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 4x1,5	+CE	+CF	Évaporateur HVST 406
9	1	0	-W1062	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 4x1,5	+CE	+CF	Résistance desecarche HVST 406
10	1	0	-W1071	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 3x1,5	+CE	+AC	Évaporateur FKN 424
11	1	0	-W1311	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 3x1,5	+CE	+CP1	Résistance a chauffé de l'huile
12	1	0	-W1312	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	VV-K 6x1,5	+CE	+CP1	Sonda control de nivel
13	1	0	-W1313	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 4x1,5	+CE	+CP1	Haute pression KP5
14	1	0	-W1314	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 4x1,5	+CE	+CP1	Basse pression KP1
15	1	0	-W1315	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 3x1,5	+CE	+CP1	Capacité de pression
16	1	0	-W1316	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 3x1,5	+CE	+CP1	Solénoïde Régulation une capacité
17	1	0	-W1331	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 3x1,5	+CE	+CP2	Résistance a chauffé de l'huile
18	1	0	-W1332	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	VV-K 6x1,5	+CE	+CP2	Sonda control de nivel
19	1	0	-W1333	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 4x1,5	+CE	+CP2	Haute pression KP5
20	1	0	-W1334	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 4x1,5	+CE	+CP2	Basse pression KP1
21	1	0	-W1335	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 3x1,5	+CE	+CP2	Capacité de pression
22	1	0	-W1336	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 3x1,5	+CE	+CP2	Solénoïde Régulation une capacité
23	1	0	-W1351	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 3x1,5	+CE	+CCG	Électrovanne liquide
24	1	0	-W1352	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 2x1,5	+CE	+CCG	Thermostat anti-feu
25	1	0	-W1353	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 2x1,5	+CE	+CCG	Résistance drain évaporateur
26	1	0	-W1354	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 2x1,5	+CE	+CCG	Résistance porte
27	1	0	-W1355	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 2x1,5	+CE	+CCG	L'homme sur la caméra
28	1	0	-W1361	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 3x1,5	+CE	+CF	Électrovanne liquide
29	1	0	-W1362	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 2x1,5	+CE	+CF	Thermostat anti-feu
30	1	0	-W1365	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 2x1,5	+CE	+CF	L'homme sur la caméra

192

PLANOS

FEBRERO-15

R.		Nom	Date	Modification		Reem. a :	Reem. por :	Norme	Plan n ° client	C13P0003
C		J.V.H.	25-3-13	Cambio interruptores de mando		Dessiné	04-03-13	J.V.H.	Travailler	
B		J.V.H.	14-3-13	Según fabricación		Projeté	04-03-13	J.V.H.	Un carré électrique	
A		J.V.H.	08-3-13	Según comentarios		Vérifié	04-03-13	R.L.N.	LISTE DU TUYAU	
									Dessin no: 212RL3087_CE1/EQT1	
									+CE	
									Feuille 20 Suivre 21	

Liste tuyaux

Nº	Longueur Prévue	Longueur Réel	Tuyau	Description	Type	Destination 1	Destination 2	Commenter
31	1	0	-W1371	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 3x1,5	+CE	+AC	Électrovanne liquide
32	1	0	-W1381	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 2x1,5	+CE	+GGG	Éclairage Gambuza de congelés
33	1	0	-W1382	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 2x1,5	+CE	+GF	Éclairage Gambuza frais
34	1	0	-W1383	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 2x1,5	+CE	+AC	Éclairage Antichambre
35	1	0	-W1391	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 2x1,5	+CE	+GGG	Thermostat (Optionnel) Gambuza de congelés
36	1	0	-W1392	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 2x1,5	+CE	+GF	Thermostat (Optionnel) Gambuza frais
37	1	0	-W1393	Tuyau d'arrosage flexible 06/1kV	RV-K 2x1,5	+CE	+AC	Thermostat (Optionnel) Antichambre
38	1	0	-W1811	Tuyau flexible blindé 300/500 V	RC4Z1-K 2x1	+CE	+CP1	TERMISTOR
39	1	0	-W1831	Tuyau flexible blindé 300/500 V	RC4Z1-K 2x1	+CE	+CP2	TERMISTOR
40	1	0	-W1851	Tuyau flexible blindé 300/500 V	RC4Z1-K 2x1	+CE	+CCG	PTC
41	1	0	-W1861	Tuyau flexible blindé 300/500 V	RC4Z1-K 2x1	+CE	+CF	PTC
42	1	0	-W1871	Tuyau flexible blindé 300/500 V	RC4Z1-K 2x1	+CE	+AC	PTC

193

PLANOS

FEBRERO-15

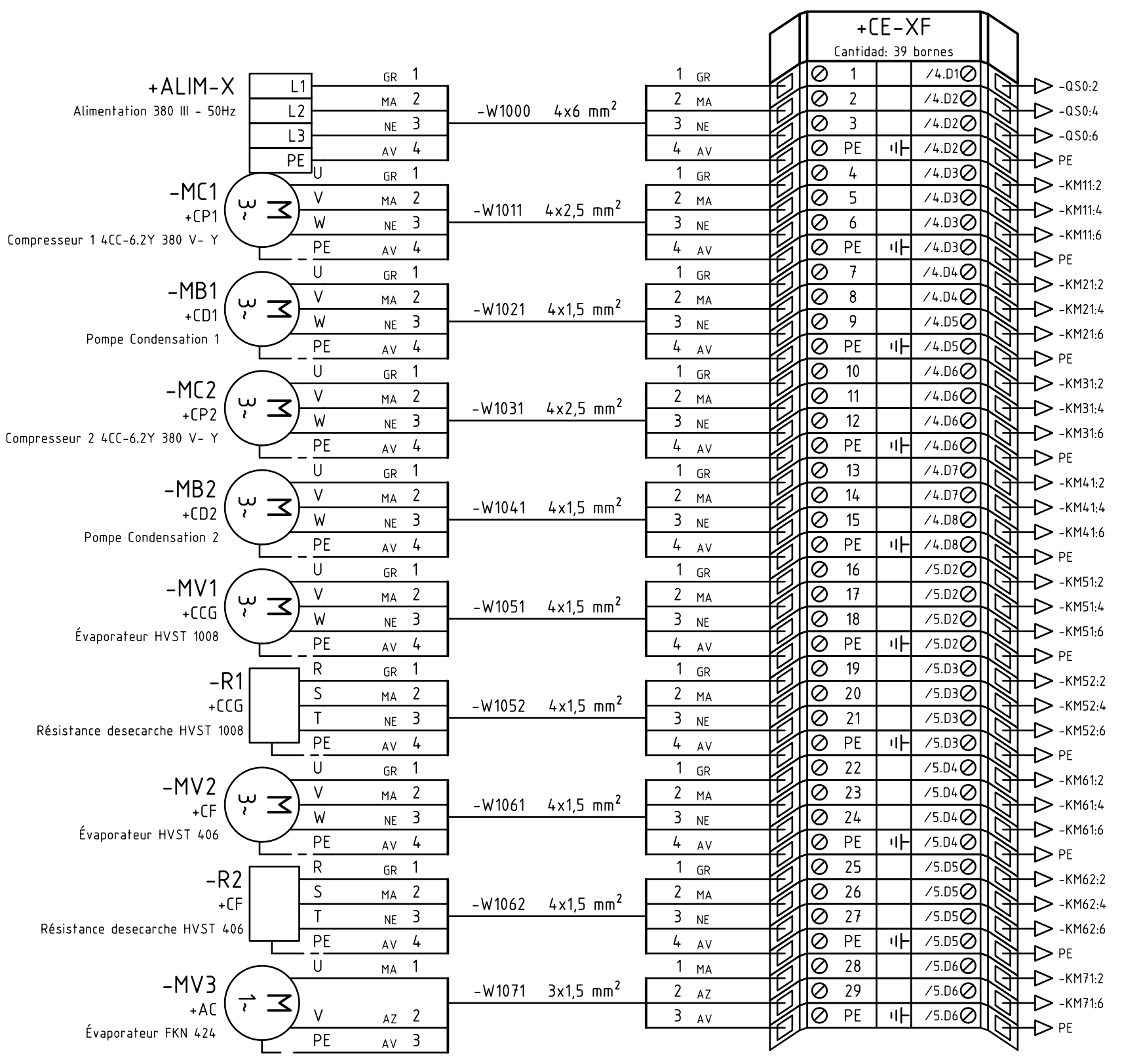
Nº	Longueur Prévue	Longueur Réel	Tuyau	Description	Type	Destination 1	Destination 2	Commenter
C	J.V.H.	25-3-13		Cambio interruptores de mando	Dessiné	04-03-13	J.V.H.	
B	J.V.H.	14-3-13		Según fabricación	Projeté	04-03-13	J.V.H.	
A	J.V.H.	08-3-13		Según comentarios	Vérifié	04-03-13	R.L.N.	
R.	Nom	Date	Modification		Reem. a :	Reem. por :		Norme
				Travailler	C13P0003	Un carré électrique		
				Titre	LISTE DU TUYAU			
				Plan n ° client	C13P0003			Dessin no: 212RL3087_CE1/EQT1
						+CE		Feuille 21 Suivre

R.	Nom	Date	Modification	Reem. a :	Reem. por :	Norme
A	J.V.H.	08-3-13		Verifié	R.L.N.	
B	J.V.H.	14-3-13	Según fabricación	Projeté	J.V.H.	
C	J.V.H.	25-3-13	Cambio interruptores de mando	Dessiné	J.V.H.	

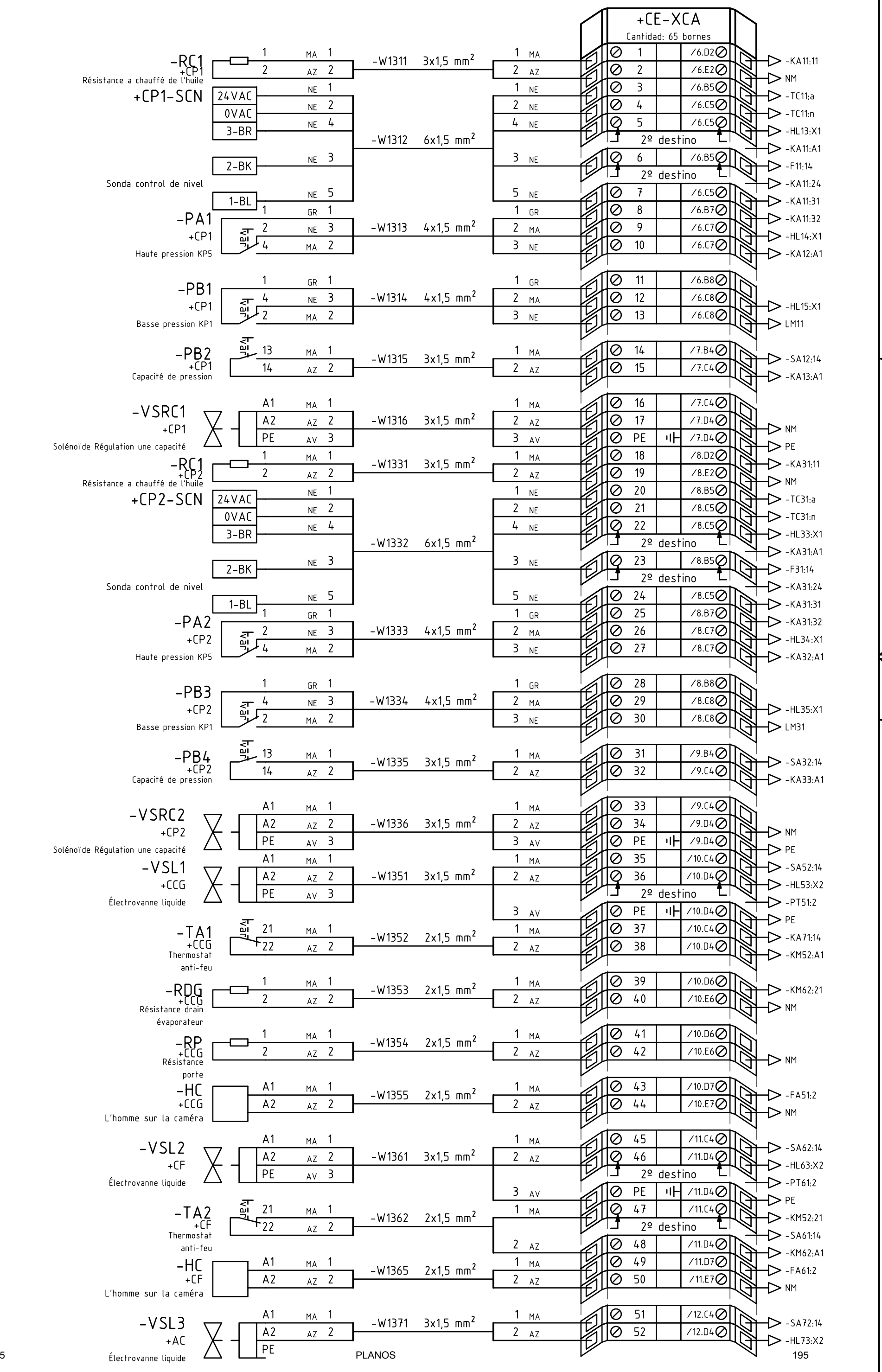
Date	Nom	Signature
04-03-13	J.V.H.	
04-03-13	J.V.H.	

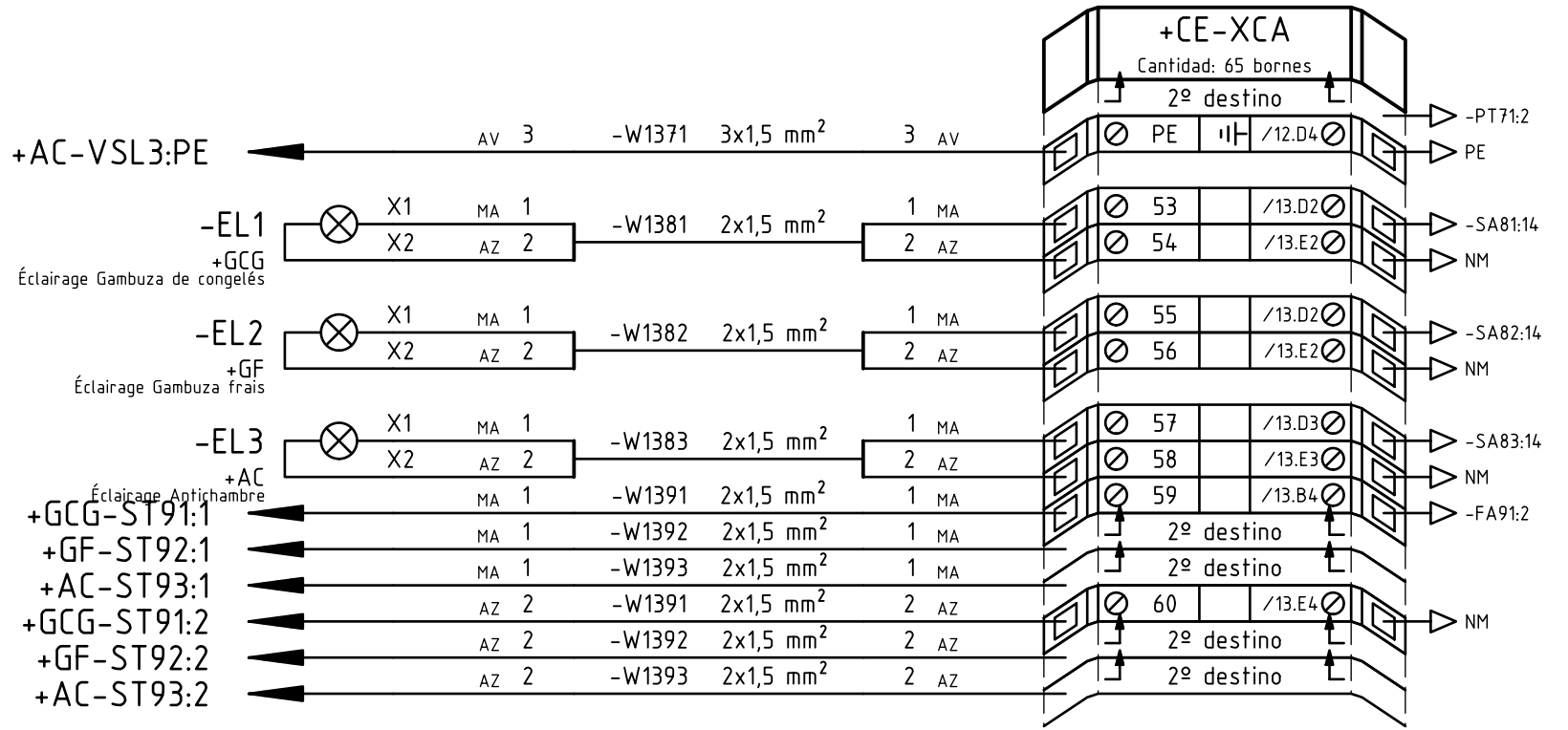
Travailleur	C13P0003
Titre	Un carré électrique
Plan n° client	C13P0003
	Bornier +CE-XF

Dessin no: 212RL3087_CE1/EQR1	
Feuille 22	Suivre 23

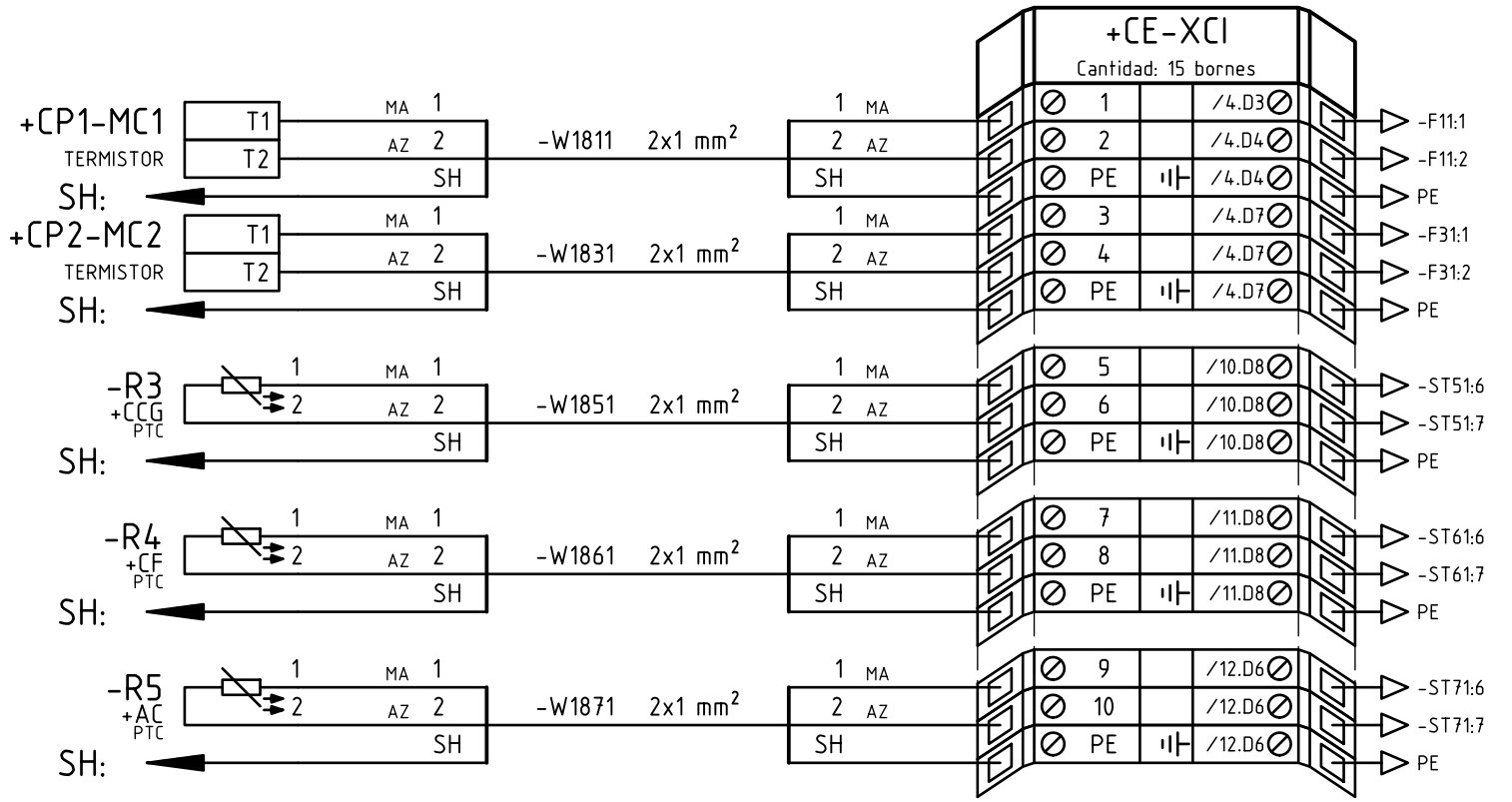


R.																						
Nom	J.V.H.	J.V.H.	J.V.H.																			
Date	08-3-13	14-3-13	25-3-13																			
Modification	Según comentarios		Según fabricación		Cambio interruptores de mando																	
Reem. a :	Verifié	Projeté	Dessiné																			
Reem. por :	R.L.N.	J.V.H.	J.V.H.																			
Norme																						
Plan n ° client	C13P0003		Travailler																			
	C13P0003		Un carré électrique																			
	Bornier +CE-XCA		Titre																			
	Dessin no: 212RL3087_CE1/EQR1		FEBRERO-15																			
	Feuille 23 Suivre 24		PLANOS																			





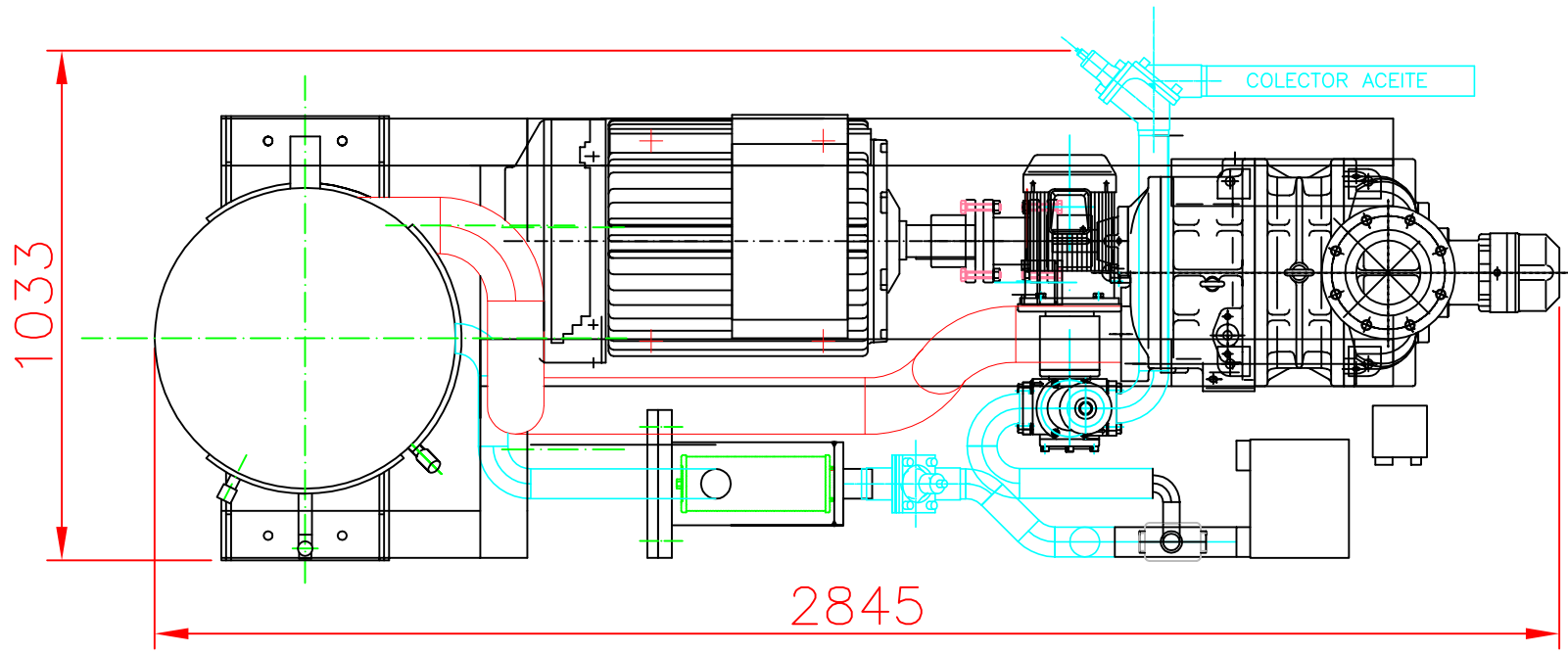
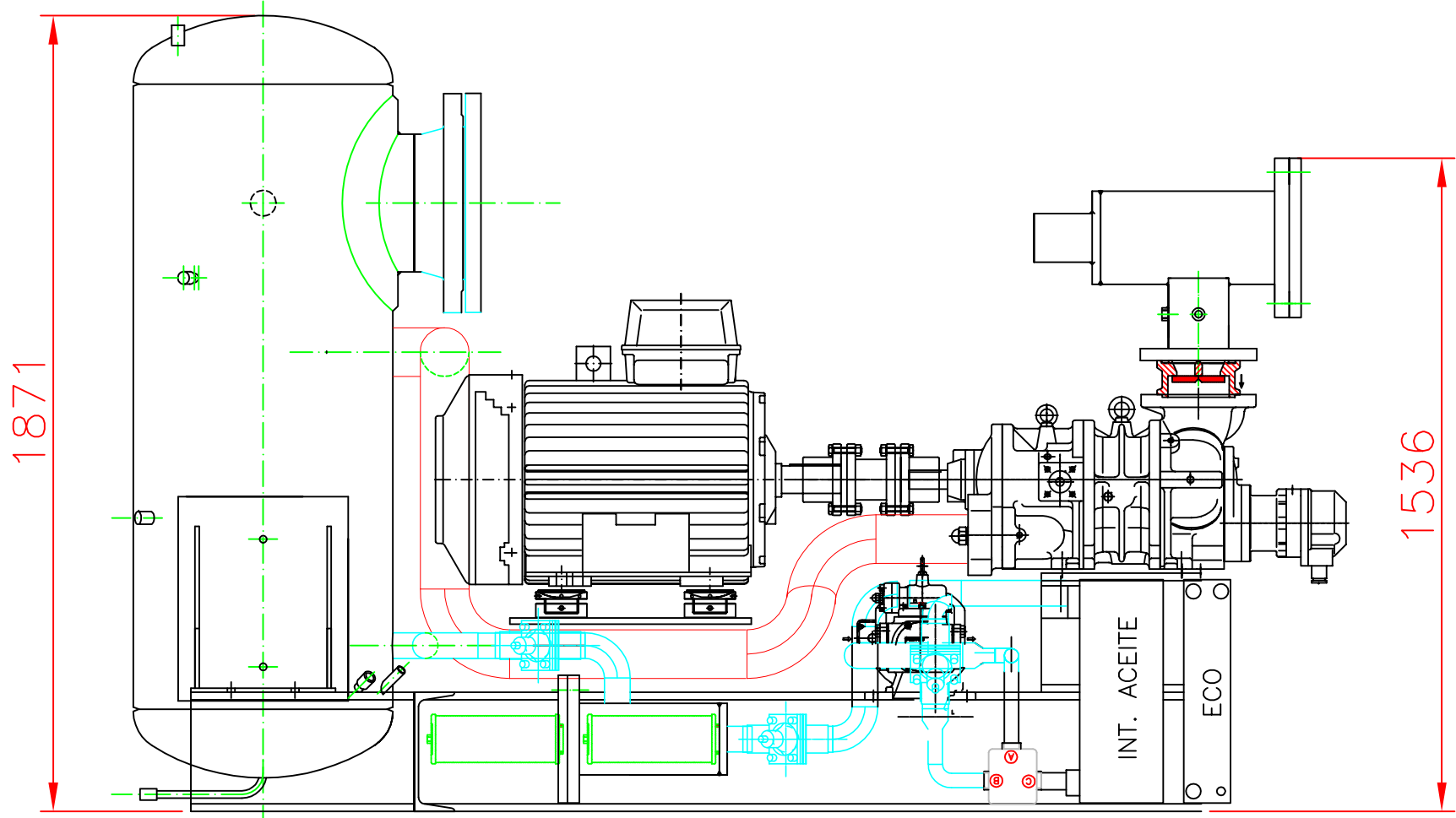
R.	Nom	Date	Modification	Reem. a :	Date	Nom	Signature	Travailleur	Titre	Dessin no:	Feuille
A	J.V.H.	08-3-13		Reem. a :	04-03-13	R.L.N.		C13P0003	Bornier +CE-XCA	212RL3087_CE1/EQR1	24
B	J.V.H.	14-3-13	Según fabricación	Reem. por :				Un carré électrique			25
C	J.V.H.	25-3-13	Cambio interruptores de mando								



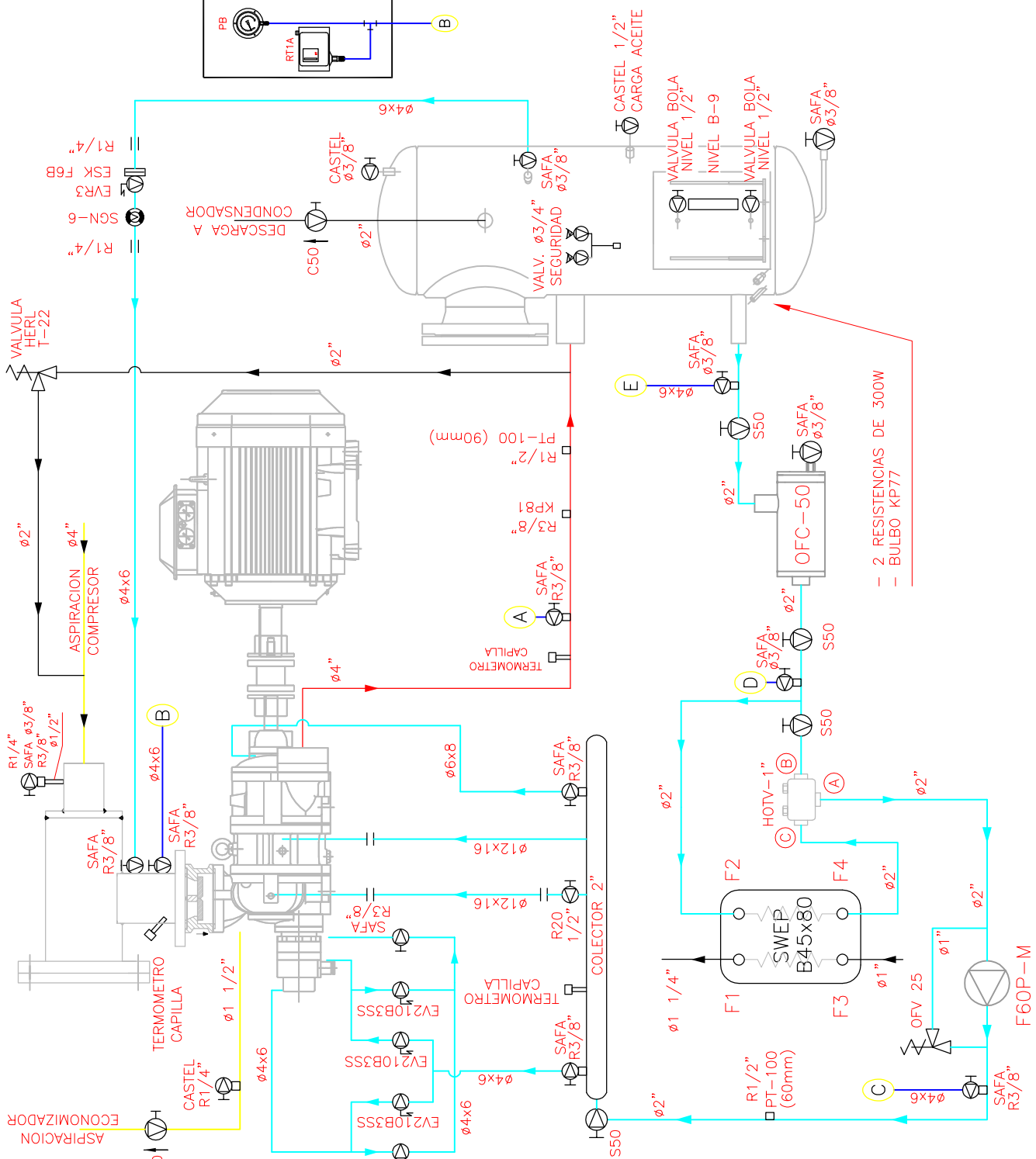
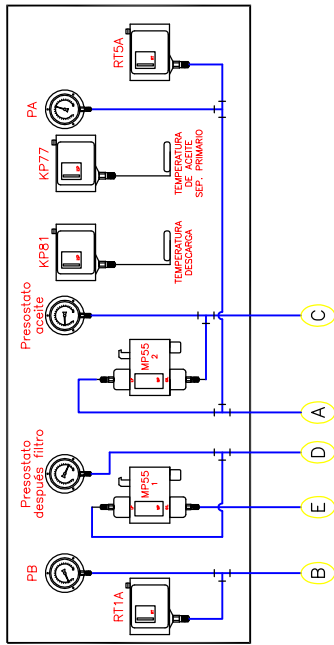
R.	Nom	Date	Modification		Reem. a :	Reem. por :	Norme	Plan n ° client	C13P0003	Dessin no: 212RL3087_CE1/EQR1
A	J.V.H.	08-3-13	Según comentarios		Verifié	R.L.N.				
B	J.V.H.	14-3-13	Según fabricación		Projeté	J.V.H.				
C	J.V.H.	25-3-13	Cambio interruptores de mando		Dessiné	J.V.H.				

1 2 3 4 5 6 7 8

A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K



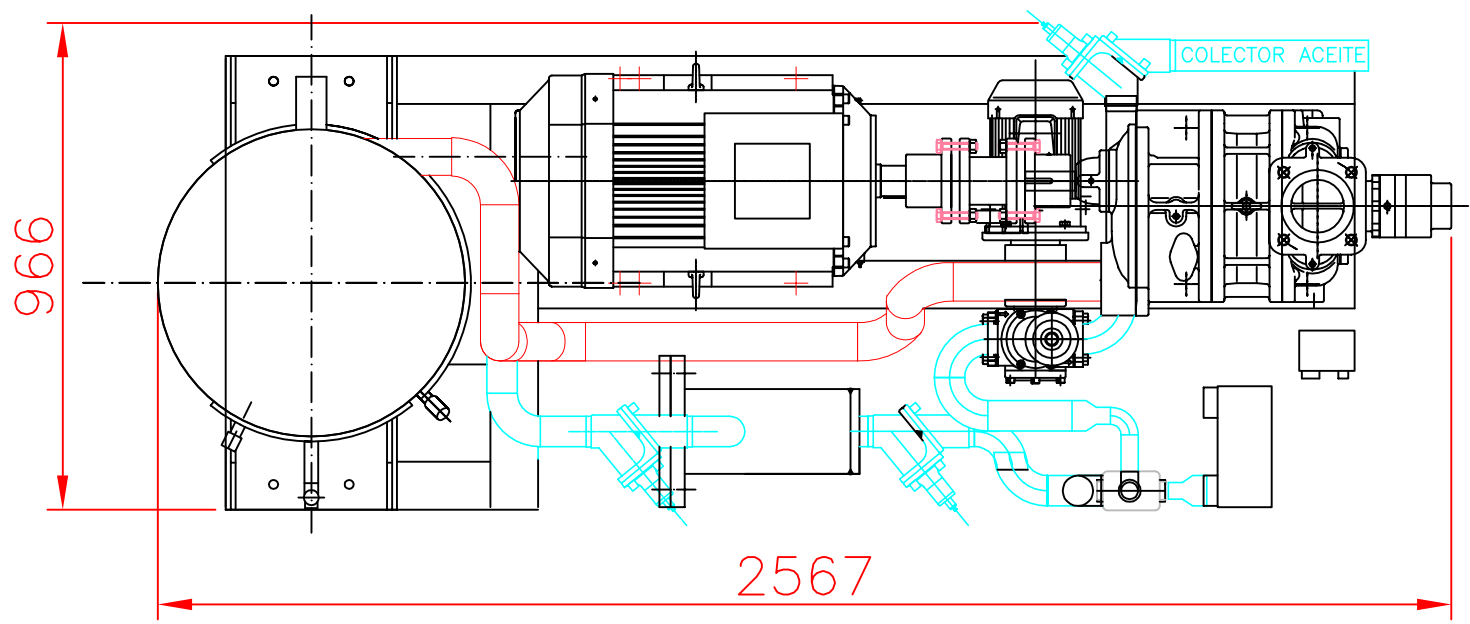
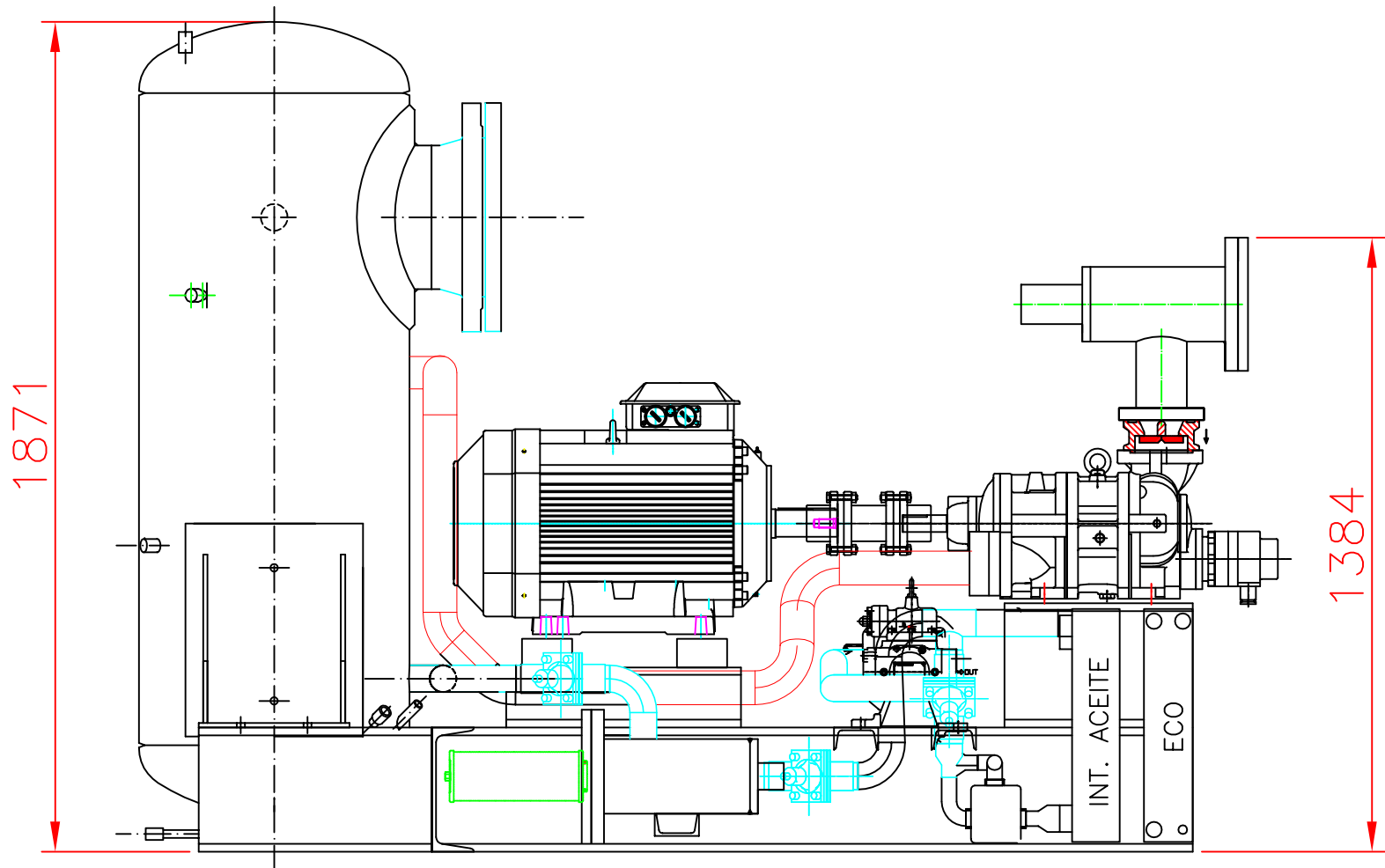
CUADRO DE MANOMETROS



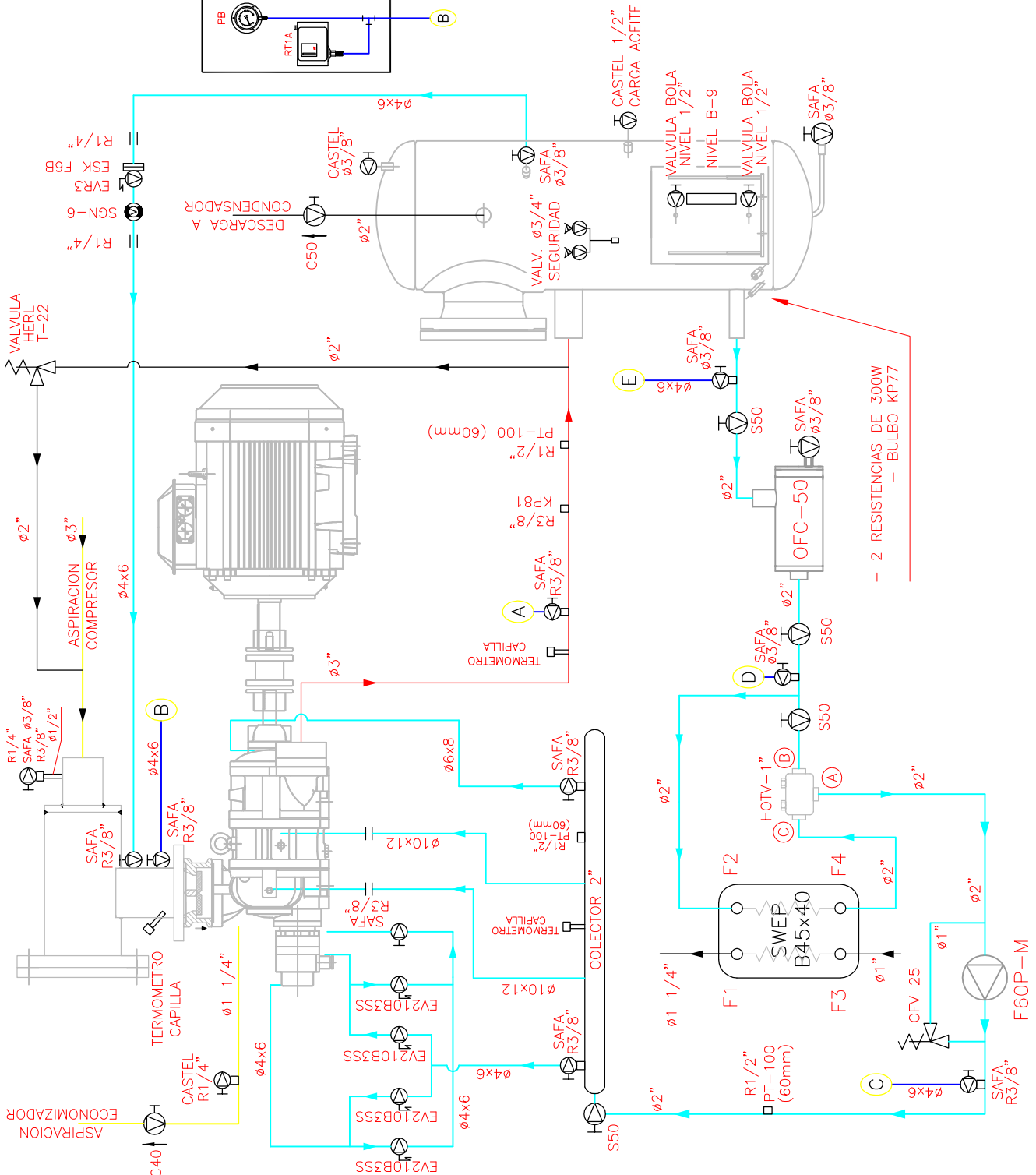
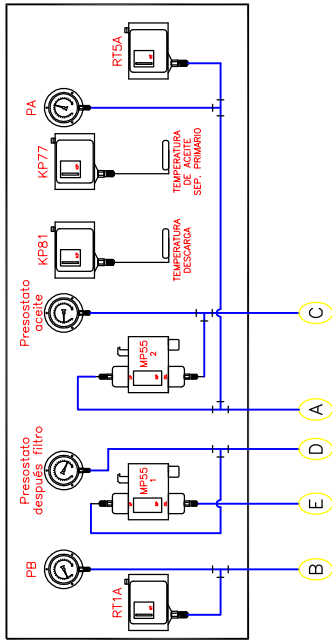
- 2 RESISTENCIAS DE 300W
- BULBO KP77

1 2 3 4 5 6 7 8

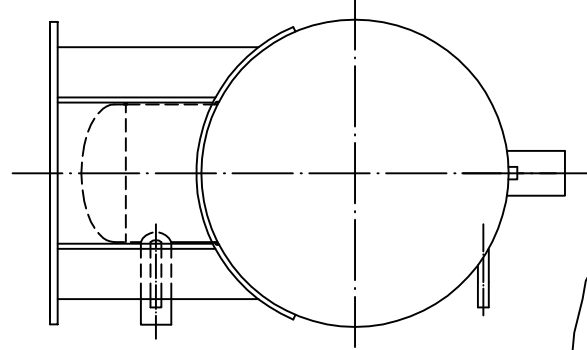
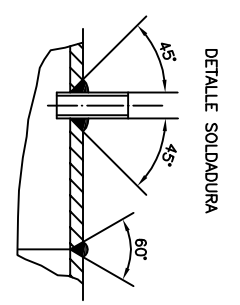
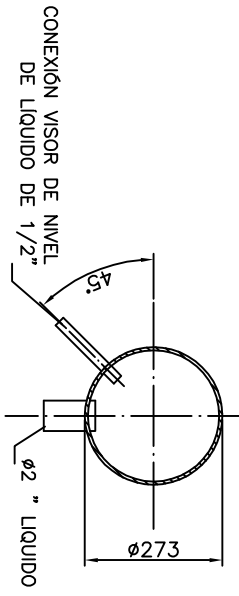
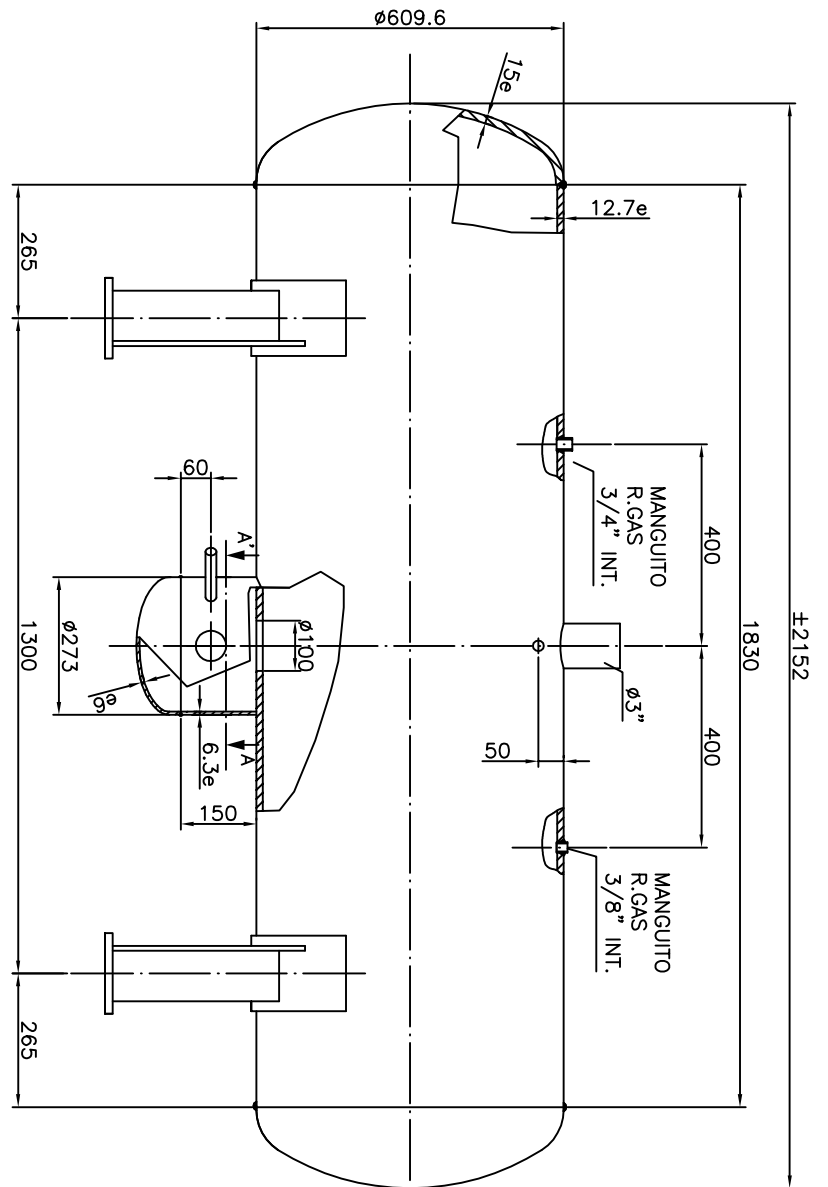
A
B
C
D
E
F
G
H
I
J
K



CUADRO DE MANOMETROS

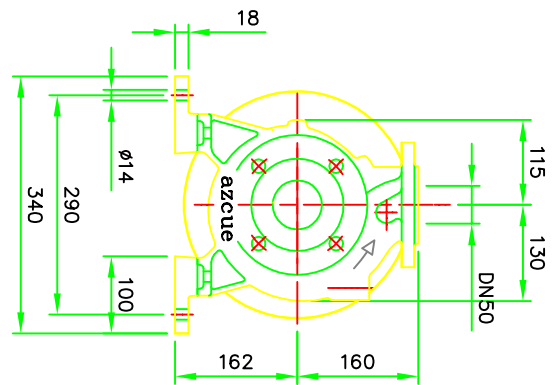
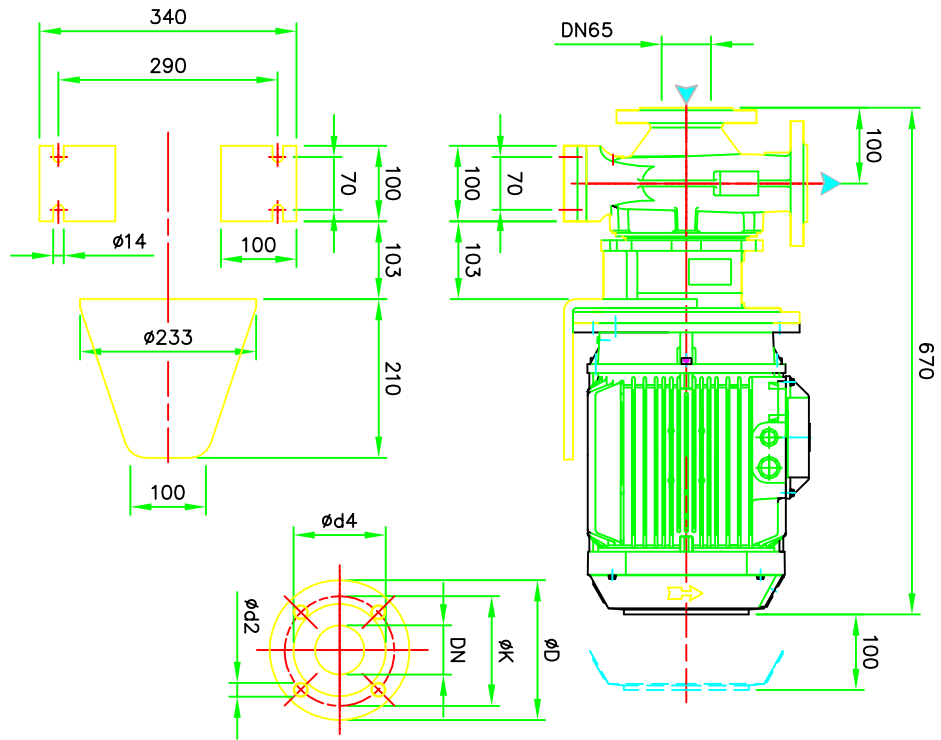


- 2 RESISTENCIAS DE 300W
 - BULBO KP77



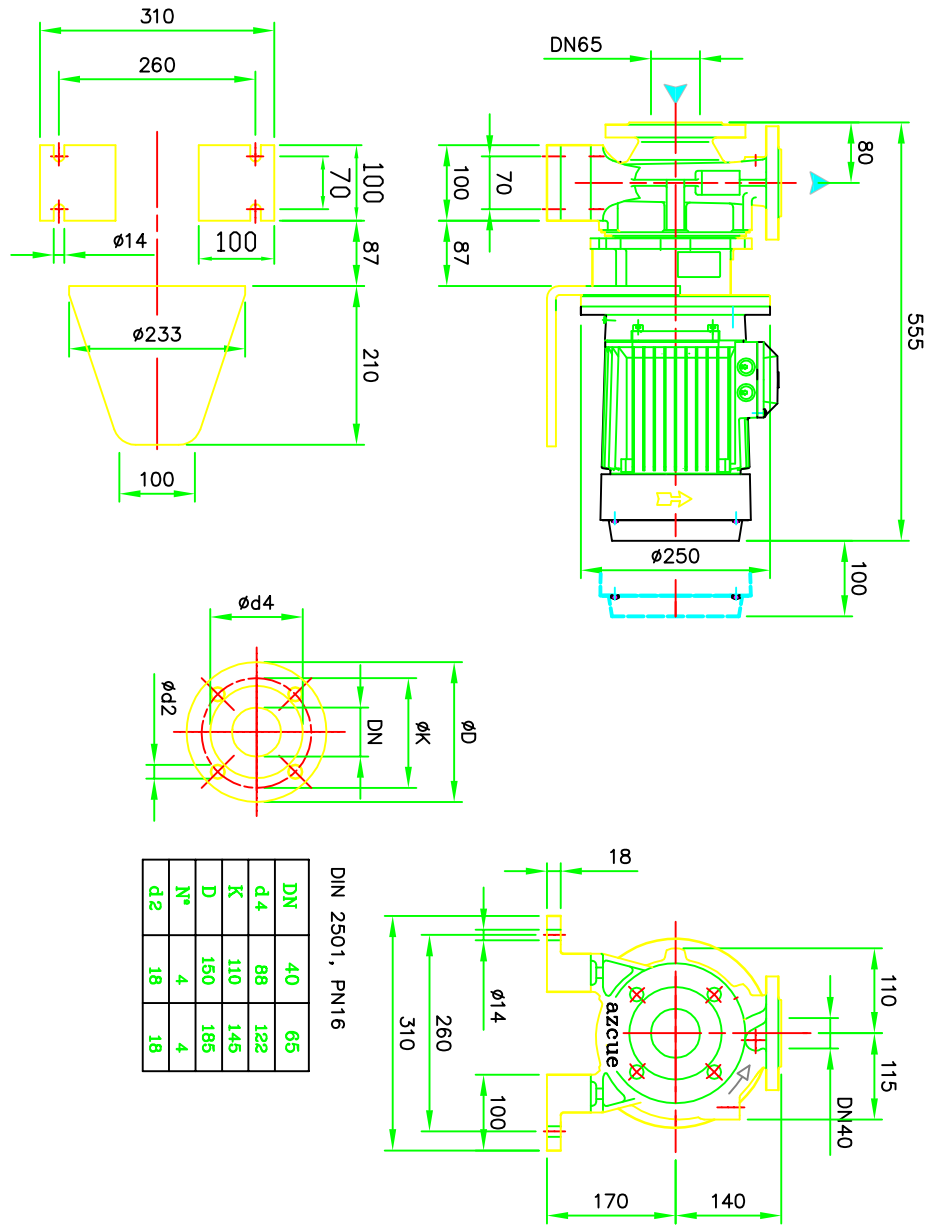
PLANO INFORMATIVO

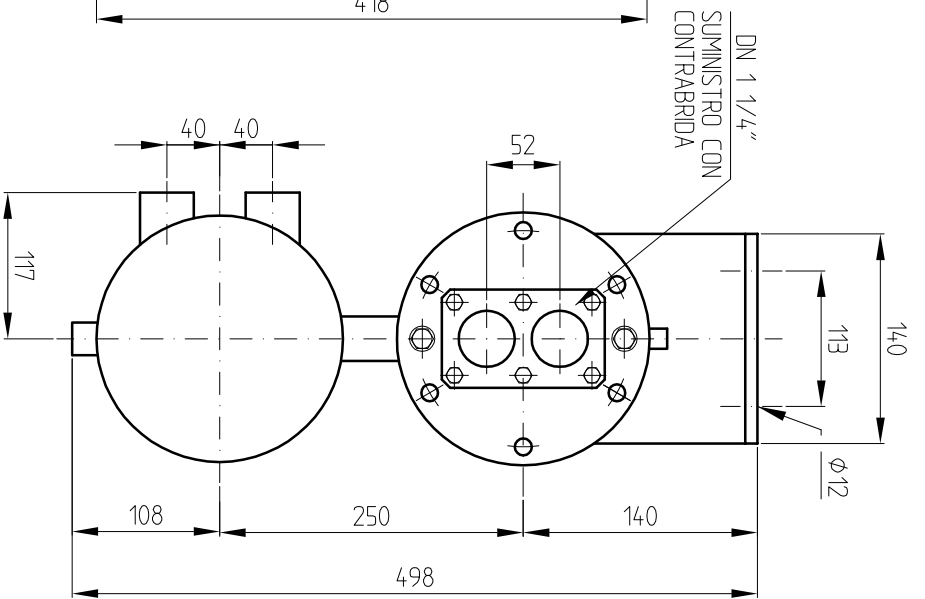
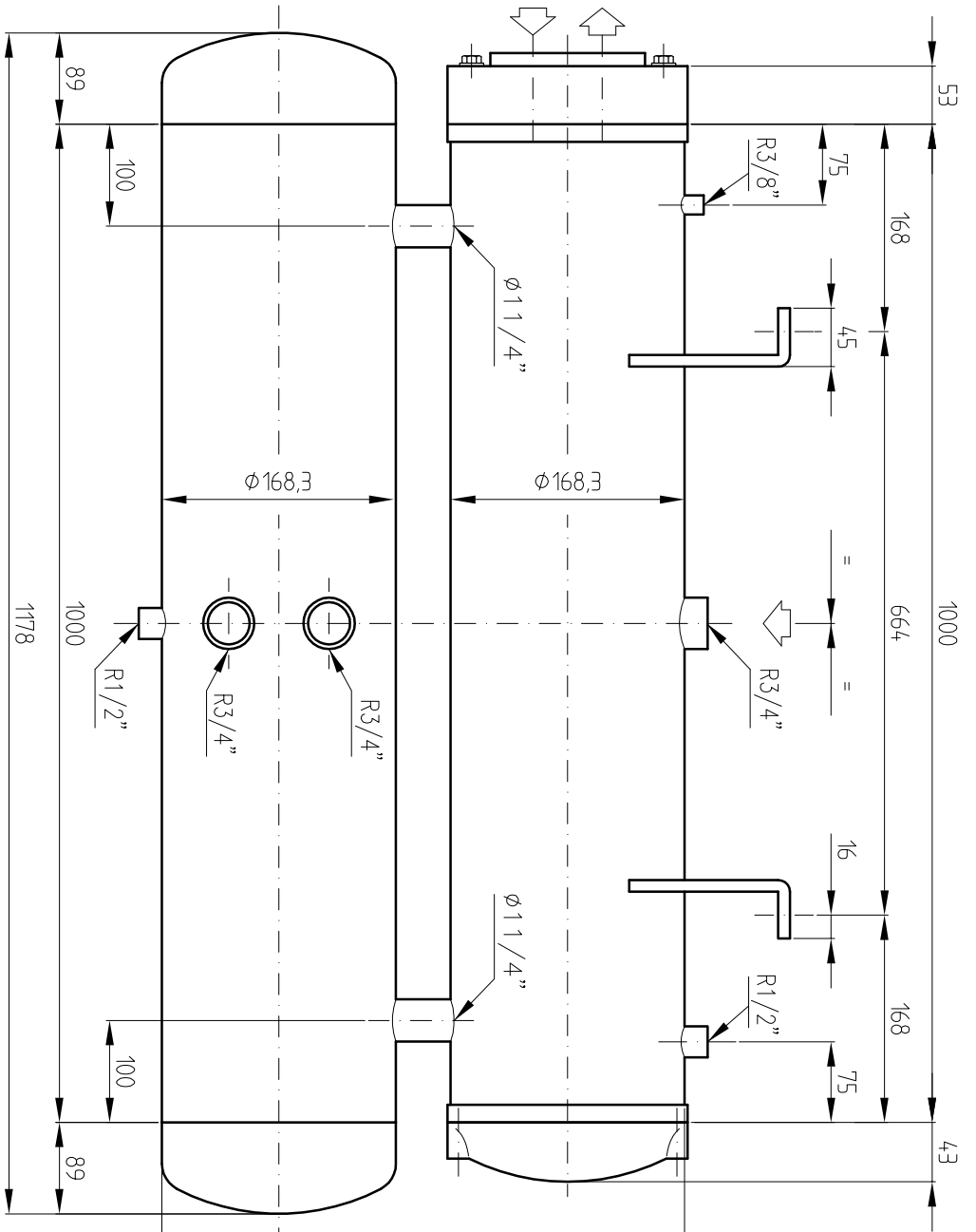
VOLUMEN APROX.:	540 L
PRESION DE DISEÑO:	27.5 Kg/cm ²
PRESION TRABAJO:	18 Kg/cm ²
PRESION HIDRAULICA:	42 Kg/cm ²
PESO APROX.:	500 Kg
FREON:	R-404A



DIN 2501, PN16

DN	50	65
d4	102	122
K	125	145
D	165	185
N°	4	4
d2	18	18





PRESIONES (bar)			
LADO TUBOS	AGUA MAR	LADO VIRROLA	REFRIGERANTE
P.T.	P.P.	P.T.	P.P.
4	6	27,5	41,25

DENOMINACION:
CONDENSADOR DE FREON

PESO VACIO
-- Kg.
PLACA TUBOS
00204.P1M
FECHA
FEBRERO-15

N. PLANO:
CFB-16-2-DG/01

REVISION
31

TAMANO
A4

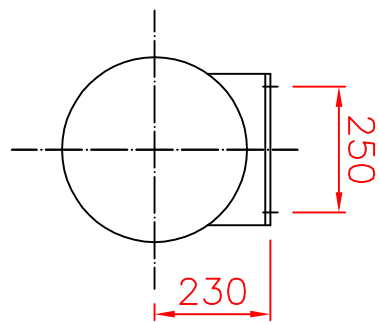
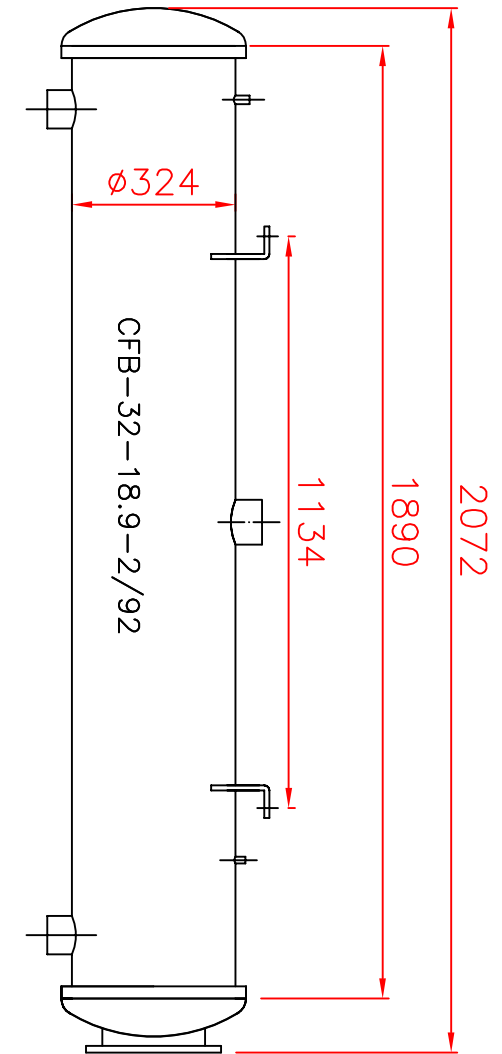
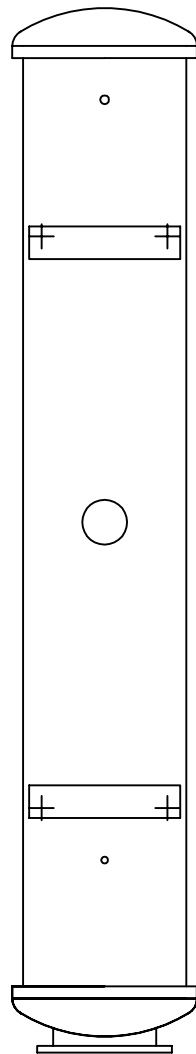


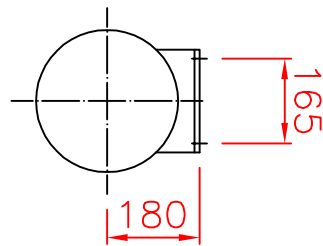
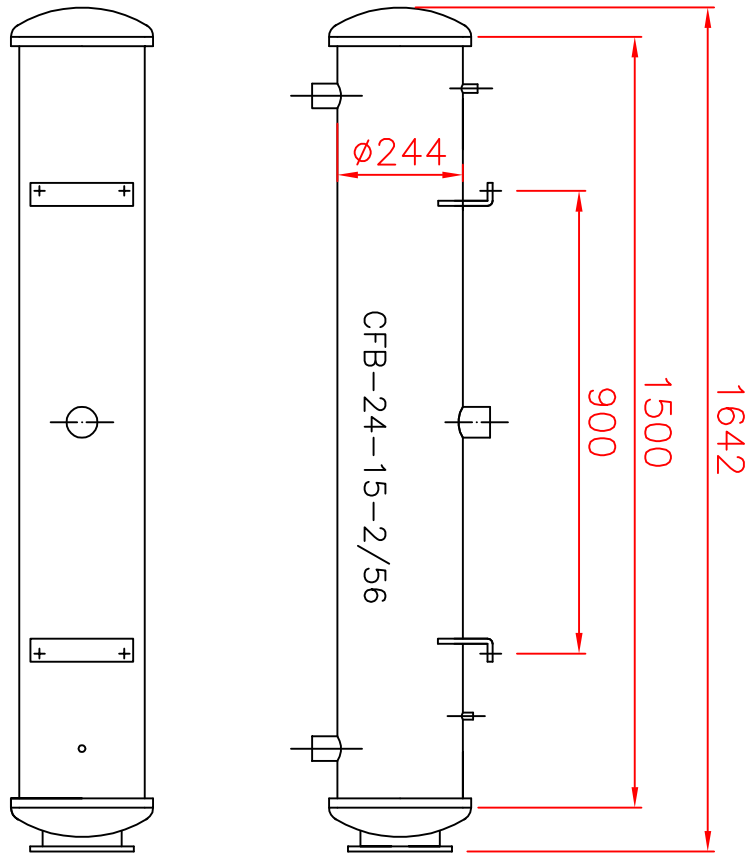
Apartado 972 - 36280 VIGO

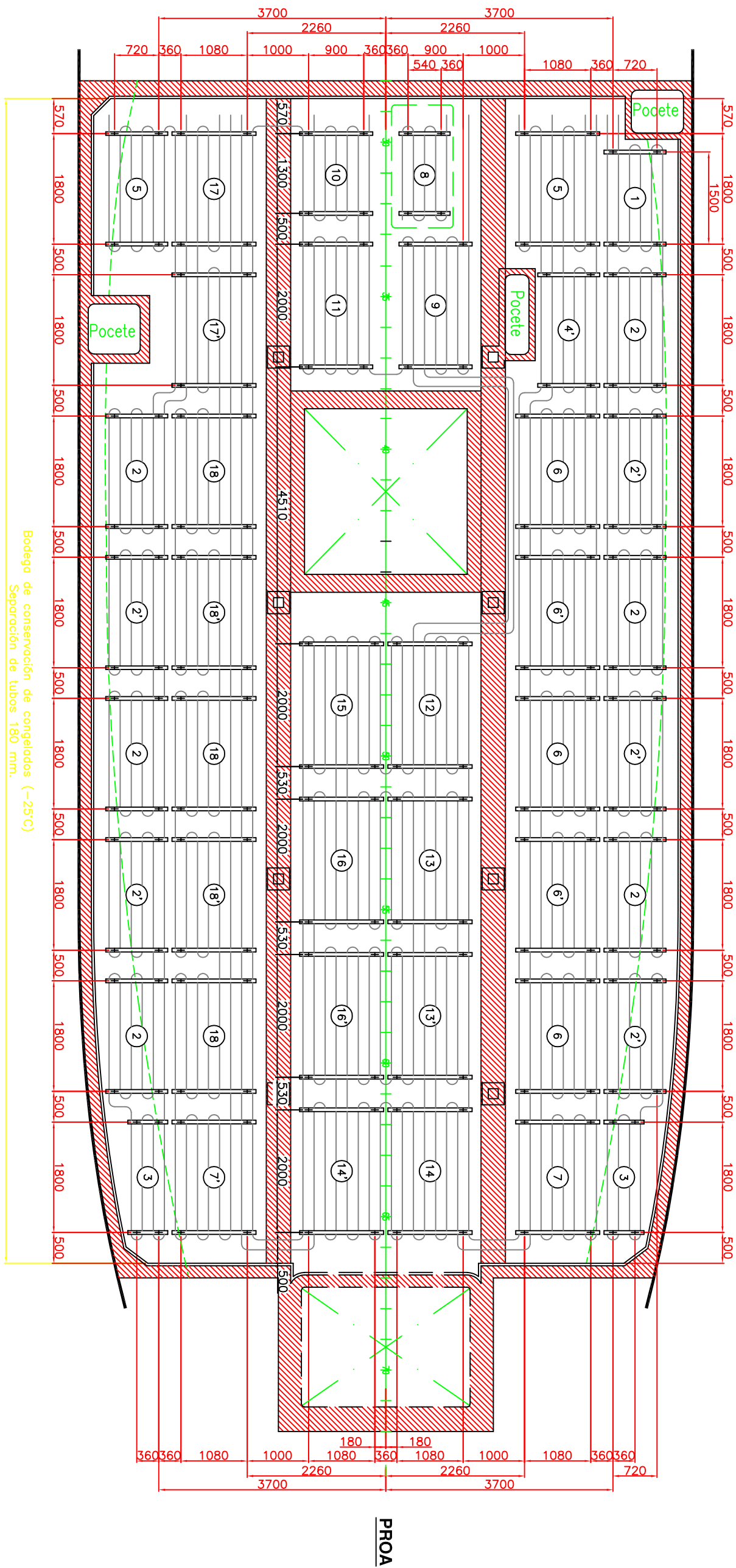
MODELO:
CFB-16-10-2/12 + DEP

TAMANO
A4

CLIENTE
FRIMARTE







Bodega de conservación de congelados (-25°C)
 Separación de tubos 180 mm.

PROA

<p>E.T.S. DE NÁUTICA Y MÁQUINAS</p> <p>INGENIERÍA MARINA - ENERGÍA Y PROPULSIÓN</p> <p>TRABAJO FIN DE CARRERA NÚMERO:</p>		<p>TRABAJO FIN DE CARRERA NÚMERO:</p> <p>TFG/GEM/E-27-15</p>	
<p>INSTALACIÓN DE GAMBUZAS PARA TRES TEMPERATURAS</p>			
<p>TÍTULO DEL PLANO:</p> <p>DISPOSICIÓN SERPENTINES BODEGAS</p>			
<p>AUTOR:</p> <p>JOSÉ RICARDO SENRA SONEIRA</p>		<p>FIRMA:</p>	
<p>FECHA: 08-08-2014</p>		<p>ESCALA: 1:75</p>	
<p>PLANO Nº: 8</p>			

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LONGITUD
①	PERFIL L-100	2	1.530
②	PERFIL L-100	2	1.040
③	PERFIL L-80	4	365
④	PERFIL L-100	2	1.530
⑤	PERFIL L-100	2	316
⑥	PERFIL L-100	4	145
⑦	PERFIL L-100	4	1.860
⑧	PERFIL L-100	4	355

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	LONGITUD
⑨	PERFIL L-100	2	1.530
⑩	PERFIL L-100	2	1.860
⑪	PERFIL L-80	4	255
⑫	PERFIL L-100	2	110
⑬	PERFIL L-100	2	1.750
⑭	PERFIL L-100	2	116

LONGITUD CORTE BARRA 6.000mm L-100

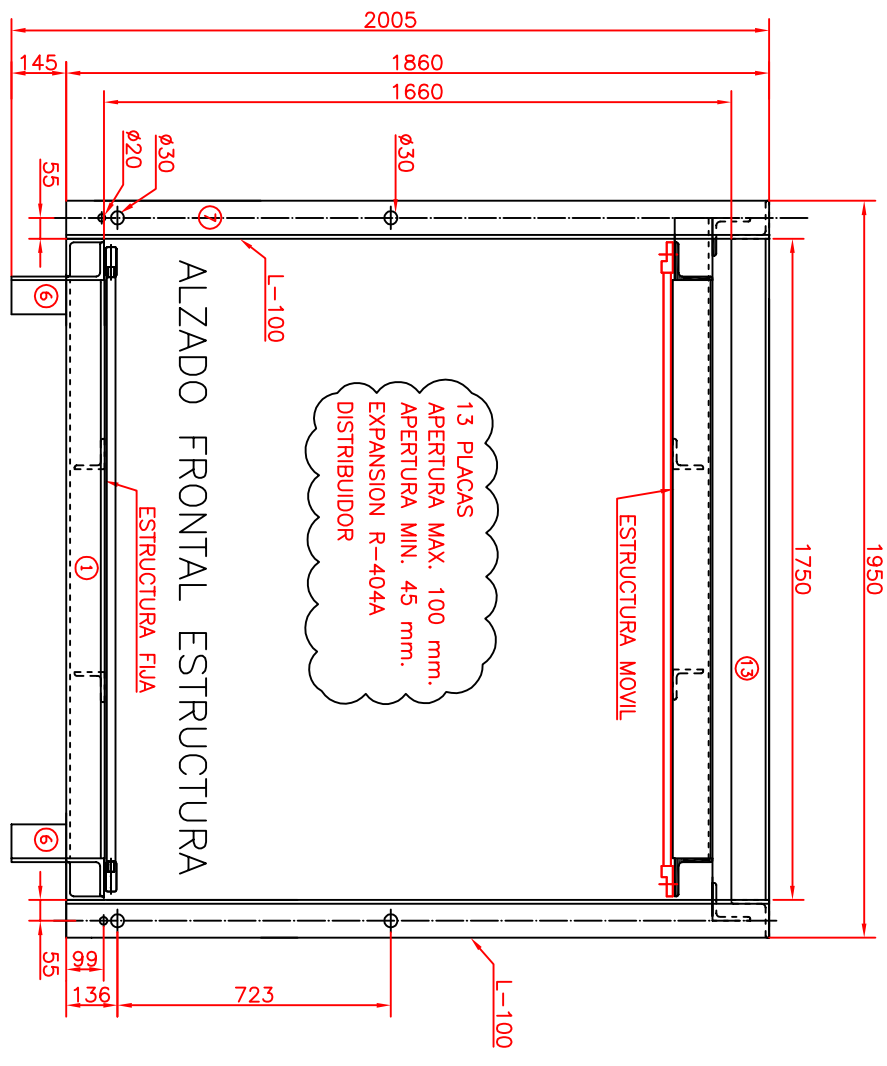
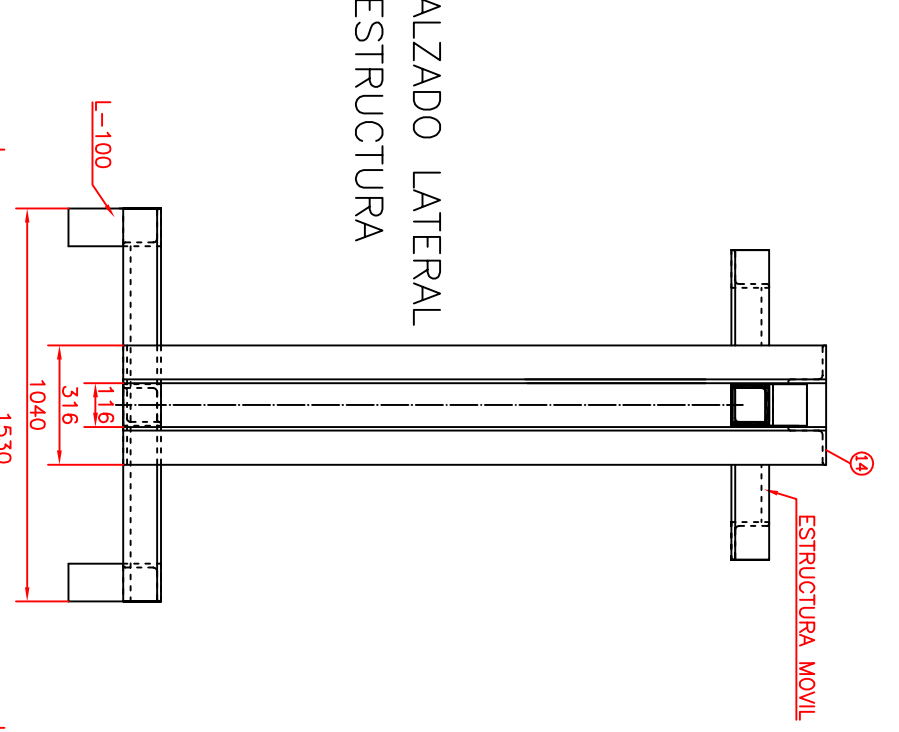
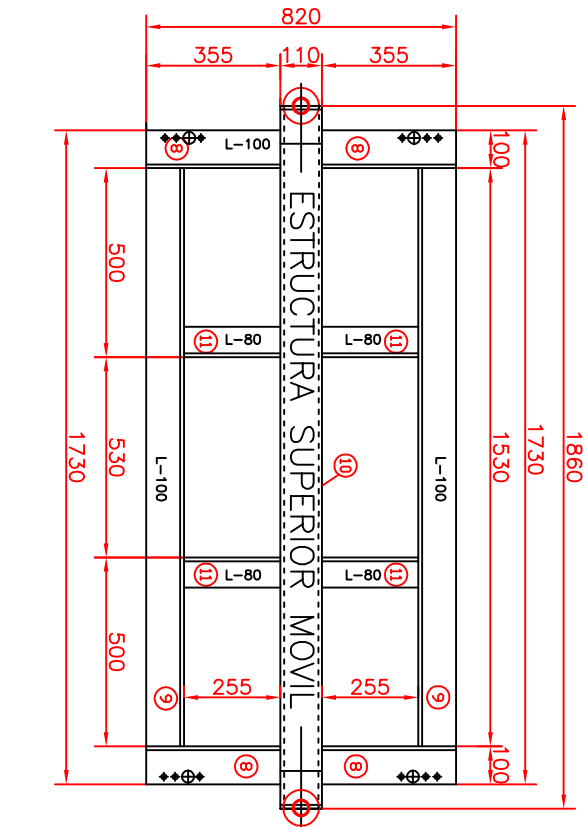
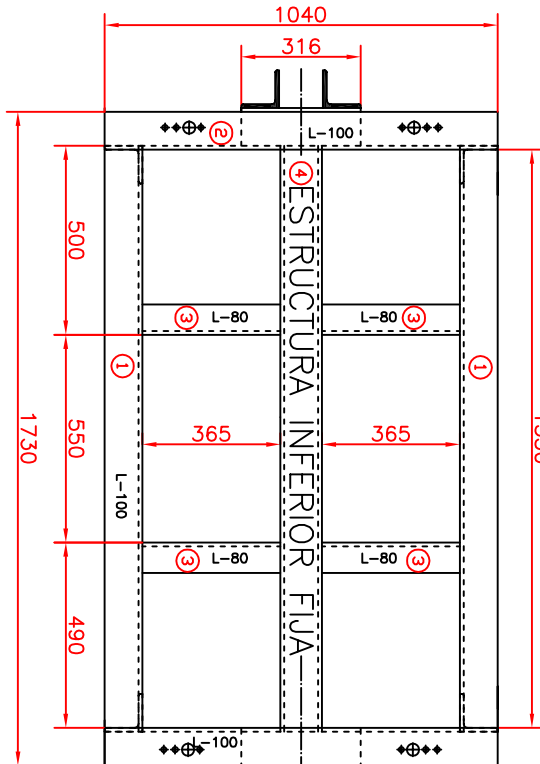
1 → 1.550+1.860+1.040+1.040+355+116=5.961mm
 1 → 1.550+1.860+1.550+355+355+145+145=5.960mm
 1 → 1.860+1.860+1.860+355=5.935mm
 1 → 1.860+1.750+1.750+316+316=5.992mm
 1 → 1.550+145+145+1.530+110+110+116=5.236mm

LONGITUD CORTE BARRA 6.000mm L-80

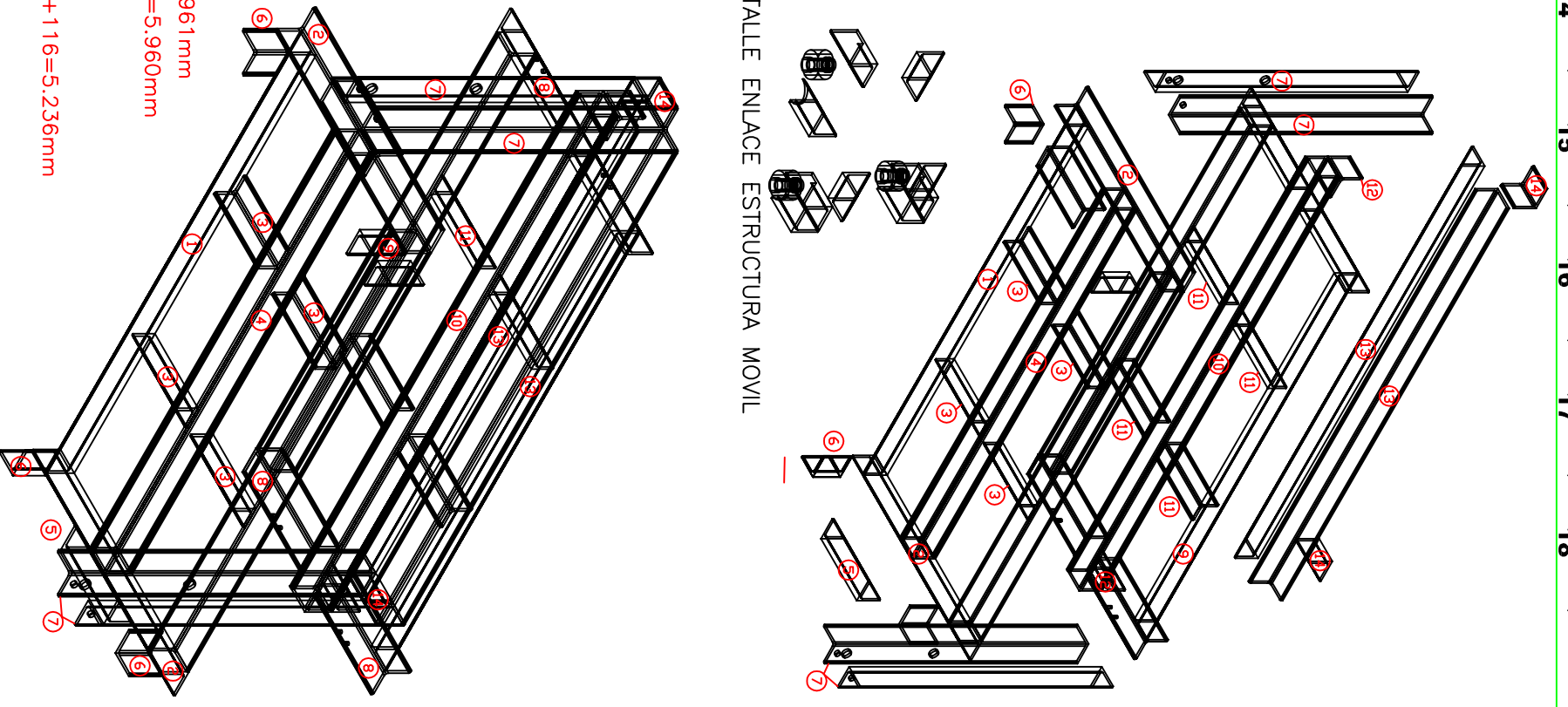
1 → 365+365+365+255+255+255+255=2.440mm

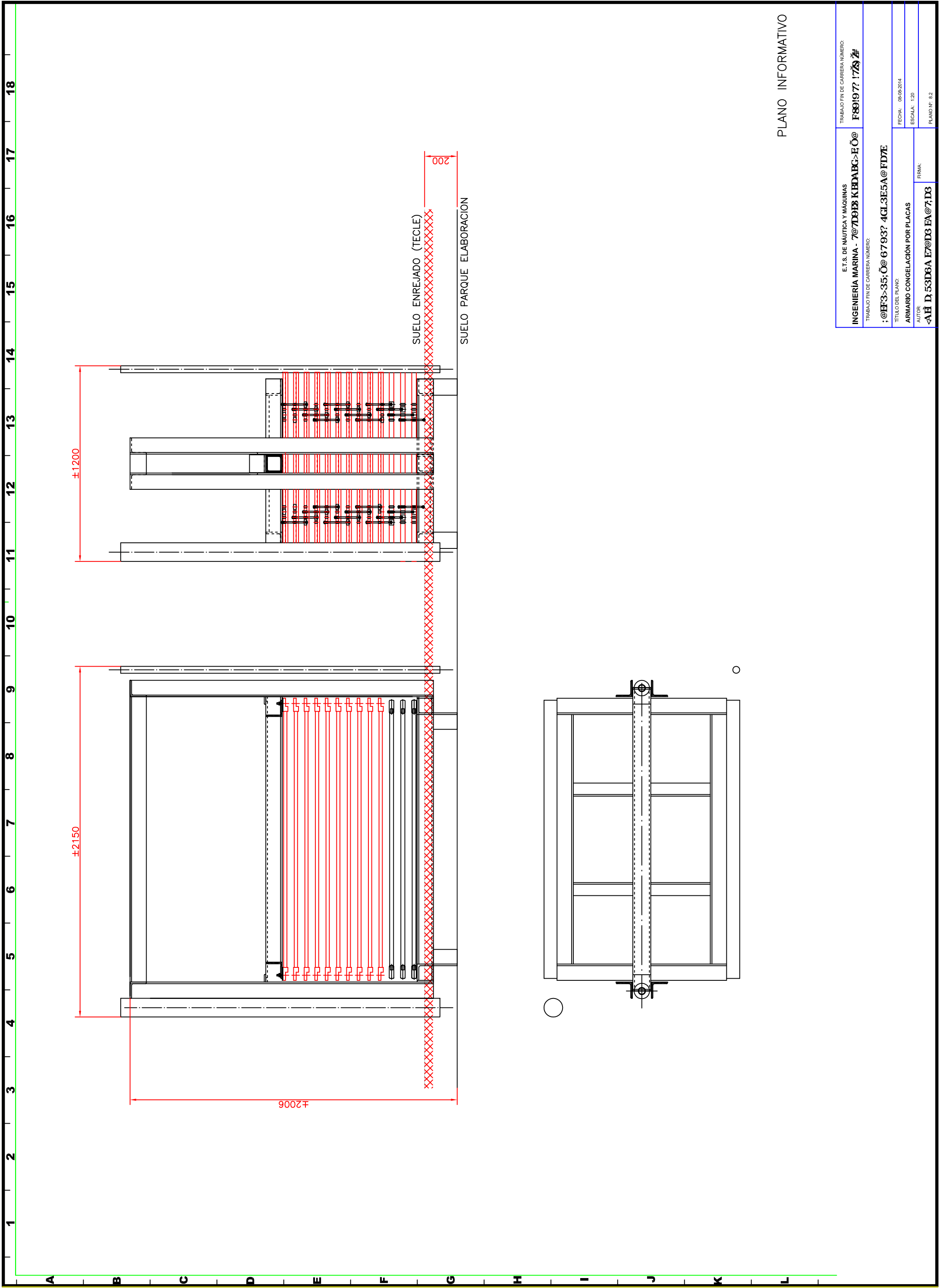
PLANO INFORMATIVO

INGENIERIA MARINA - ENERGÍA Y PROPULSIÓN	TRABAJO FIN DE CARRERA NÚMERO: TFG/GEM/E-27-15
ESTRUCTURA ARMARIO CONGELACIÓN POR PLACAS	FECHA: 08-08-2014
ESCALA: 1:30	PLANO Nº: 9



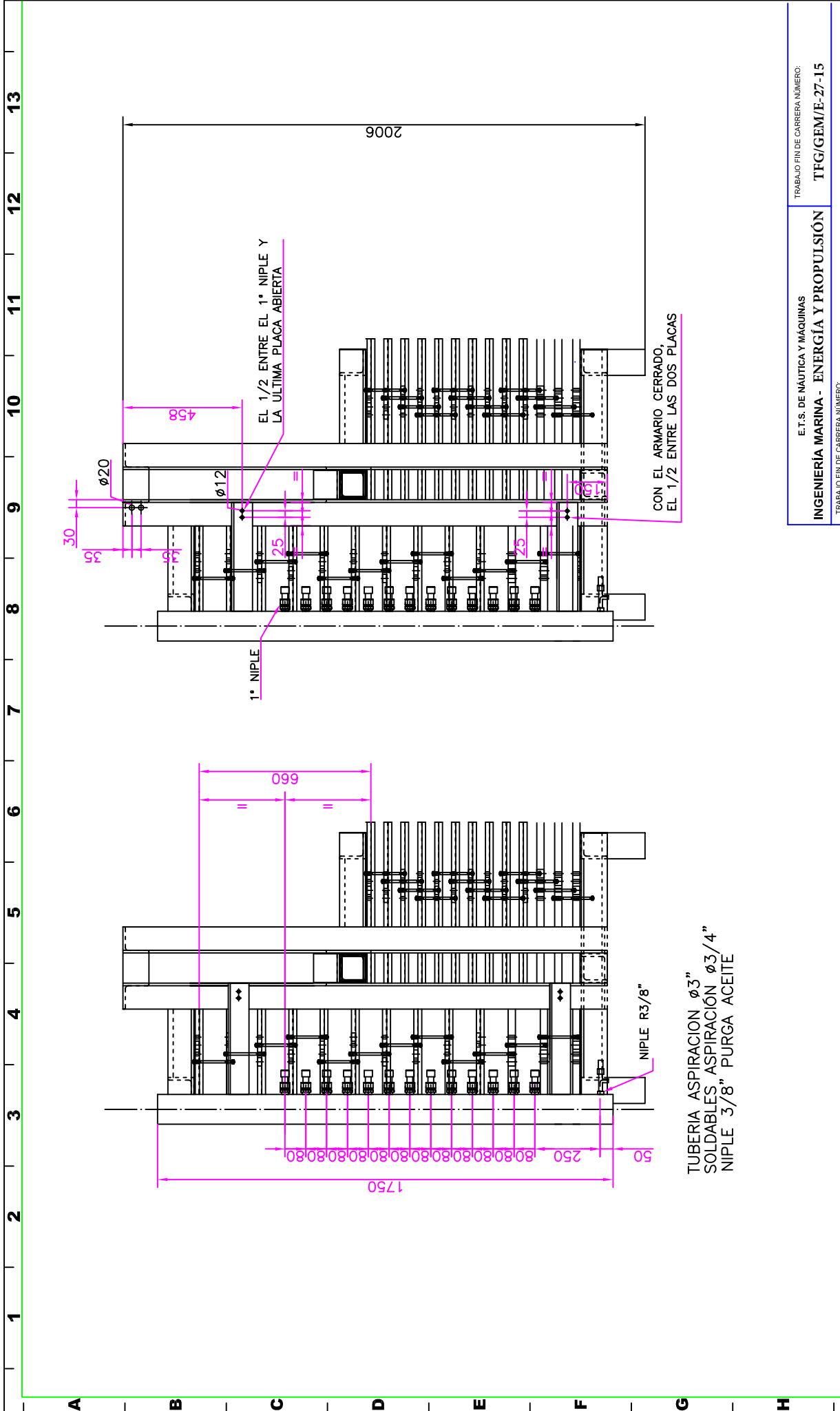
DETALLE ENLACE ESTRUCTURA MOVIL





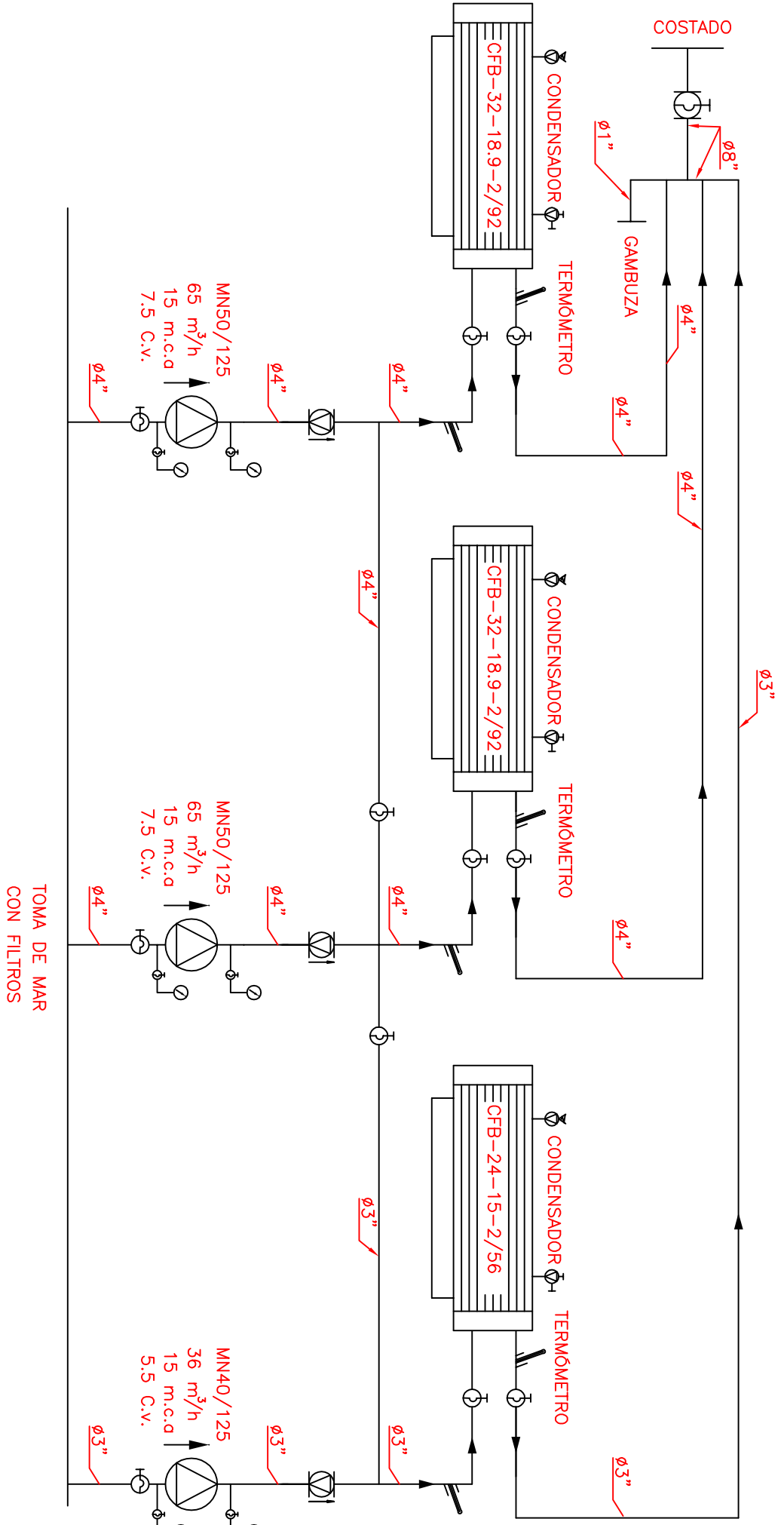
PLANO INFORMATIVO

E.T.S. DE NAUTICA Y MAQUINAS	TRABAJO FIN DE CARRERA NÚMERO:
INGENIERIA MARINA - 7@719B KBDABG-EÖ@	F89197? 178# #
TRABAJO FIN DE CARRERA NÚMERO:	
:@BF3>35;Ö@ 6793? 4GL.3E5A@FD7E	
TÍTULO DEL PLANO:	
ARMARIO CONGELACIÓN POR PLACAS	
AUTOR:	FECHA: 06-06-2014
<A B D; 53D6A E7@D3 EA@7;D3	ESCALA: 1:20
	PLANO Nº: 8.2



TUBERIA ASPIRACION $\phi 3"$
 SOLDABLES ASPIRACION $\phi 3/4"$
 NIPLE $3/8"$ PURGA ACEITE

E.T.S. DE NÁUTICA Y MÁQUINAS		TRABAJO FIN DE CARRERA NÚMERO:
INGENIERÍA MARINA - ENERGÍA Y PROPULSIÓN		TFG/GEM/E-27-15
TRABAJO FIN DE CARRERA NÚMERO:		
INSTALACIÓN DE GAMBUSA PARA TRES TEMPERATURAS.		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: 08-08-2014
ARMARIO CONGELACIÓN POR PLACAS		ESCALA: 1:20
AUTOR:		FIRMA:
JOSÉ RICARDO SENRA SONEIRA		PLANO Nº: 83



TOMA DE MAR
CON FILTROS

E.T.S. DE NAUTICA Y MAQUINAS		TRABAJO FIN DE CARRERA NÚMERO:	
INGENIERIA MARINA . ENERGIA Y PROPULSION		TFG/GEM/E-27-15	
TRABAJO FIN DE CARRERA NÚMERO:			
INSTALACION DE GAMBUZA PARA TRES TEMPERATURAS			
TITULO DEL PLANO:			
ESQUEMA DE AGUA DE CONDENSACION		FECHA: 06-06-2014	
AUTOR:		ESCALA: S/E	
JOSÉ RICARDO SENRA SONEIRA		PLANO Nº: 9	



“INSTALACIÓN DE GAMBUZA PARA TRES TEMPERATURAS”

PLIEGO DE CONDICIONES

GRADO EN TECNOLOGÍA MARINA

ENERGÍA Y PROPULSIÓN.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA: **FEBRERO-2015**

AUTOR: El alumno

Fdo.: José Ricardo Senra Soneira

4. PLIEGO DE CONDICIONES.

4.1 Objeto.

Este Pliego de Condiciones tiene por finalidad regular la ejecución de esta instalación frigorífica, fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que correspondan, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Armador (propiedad), al Astillero y a la empresa instaladora, sus técnicos o encargados, el Jefe de buque (Astillero) y el Jefe de obra (Instaladora), así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra. A su vez comprende la descripción y el conjunto de características que tienen y deberán cumplir los materiales empleados en la instalación, así como las técnicas para llevar a cabo la misma y la reglamentación que aplica a la misma.

4.2 Contenido.

4.2.1 Especificaciones de los materiales y equipos de la instalación frigorífica.

En este apartado se citarán todo los equipos que conforman la instalación frigorífica:

4.2.1.1 Circuito de salas y armario de congelación.

DOS UNIDADES COMPRESORAS, tipo tornillo, marca MYCOM, con compresores modelos F160VSD-HE, para R-404A, con economizador, con las siguientes características técnicas unitarias:

- Capacidad frigorífica	106,3	kW.
- Temperatura de evaporación	- 35	°C.
- Temperatura de condensación	+40	°C.
- Potencia absorbida	85,6	kW.

- Potencia instalada 110 kW.

Cada unidad compresora MYCOM estará dotada de:

UN MOTOR eléctrico de rotor bobinado en cortocircuito, ejecución horizontal, marca LEROY SOMER, modelo, con las siguientes características técnicas:

- Potencia 110 kW.
- Corriente 380 V – 50 Hz – III.
- Velocidad 3.000 r.p.m.
- Protección IP-23.

CUATRO APOYOS DEL MOTOR REGULABLES. Sistema de apoyos regulables para la alineación de motor y compresor.

UN FILTRO DE ASPIRACIÓN, DN100.

UNA VALVULA RETENCION DE ASPIRACIÓN, marca MYCOM, tipo mariposa.

UNA VALVULA DE CIERRE/ RETENCIÓN EN LA DESCARGA.

UN SEPARADOR DE ACEITE tipo vertical, con los siguientes accesorios:

- Calentador de aceite.
- Válvula para purga.
- Válvula para carga de aceite
- Válvulas de corte a la salida del separador, enfriador, bomba y filtro.
- Conexiones roscadas para la medición de temperatura de aceite y la temperatura del gas en la descarga.
- Conexiones roscadas con válvulas para la medición de la presión de descarga.

DOBLE VALVULA DE SEGURIDAD PARA EL SEPARADOR DE ACEITE.

DOS FILTROS DE ACEITE, marca MYCOM, modelo OFC-50.

UNA BOMBA DE ACEITE, marca MYCOM, modelo F60P-M.

UN ENFRIADOR DE ACEITE, tipo placas, marca SWEP, modelo B45x80, para el enfriamiento del aceite por el sistema termosifón.

UN CIRCUITO DE ACEITE.

UN SISTEMA ECONOMIZADOR, formado por intercambiador de placas marca SWEP, modelo B45x40 y los demás elementos de control necesarios.

SISTEMA DE REGULACIÓN DE CAPACIDAD ENTRE EL 10 EL 100%.

UN PANEL DE MANOMETROS Y PRESOSTATOS, formado por los siguientes elementos:

- Un presostato de alta presión, marca DANFOSS, modelo RT1A.
- Un presostato de baja presión, marca DANFOSS, modelo RT5A.
- Dos presostatos diferenciales de aceite, marca DANFOSS, modelo MP55, para instalar uno antes y otro después del filtro.
- Un termostato marca DANFOSS, modelo KP81, para medir la temperatura de descarga.
- Un termostato marca DANFOSS, modelo KP77, para medir la temperatura del aceite.
- Tres manómetros, marca WIKA, de Ø100 mm, uno para medir alta presión, otro para medir baja presión y otro para la medir la presión de aceite.

UN BANCDA METÁLICA, fabricada con perfiles normalizados tipo UPN y angular, sobre la que se ubicarán todos los elementos hasta este punto enumerados.

- LA UNIDAD TAMBIEN INCLUYE:

- Tuberías en la unidad.
- Ensamblaje.
- Limpieza.
- Prueba de presión hidráulica, para los aparatos a presión según reglamentación vigente.

DOS CONDENSADORES adecuados para agua de mar, tipo multitubular, fabricación horizontal, de las siguientes características:

- Marca	INTEGASA.
- Modelo	CFB-32-20-2/92.
- Haz tubular	CUNI 90/10.
- Placas tubulares	BIMETALICAS.
- Cabezales	BRONCE.
- Capacidad	275 kW.

DOS ELECTROBOMBAS centrífugas, ejecución horizontal, no autoaspirantes, fabricadas en bronce, con el eje de acero inoxidable e impulsor de bronce, y de las siguientes características técnicas:

- Marca	AZCUE.
- Modelo	MN50/125.
- Caudal	65 m ³ /h.
- Presión	15 m.c.a.
- Potencia	5,5 kW.
- Velocidad de giro	3.000 r.p.m.

TRES EQUIPOS DE INYECCIÓN DE LÍQUIDO, uno para cada sala, formados cada uno de ellos por los siguientes elementos:

- 1 Válvula de expansión termostática con equilibrio externo de presión, marca DANFOSS, modelo TES-12
- 3 Válvulas de corte.
- 1 Válvula de solenoide, marca DANFOSS, modelo EVR-15

TRES EVAPORADORES, uno para cada sala, contruidos con tubo de acero sin soldadura de 20 mm de diámetro exterior y aleta plana de acero, y después de terminados y probados a presión, se galvanizan por inmersión en baño de zinc caliente. La superficie de transmisión de cada evaporador es de 325 m², y la separación de aletas es de 14 mm.

- Marca	CANFRIVENT.
- Modelo	ST-24x12x1620x14.
- Superficie de intercambio	325 m ² .

TRES ELECTROVENTILADORES, dos para cada sala, aptos para ambientes húmedos y bajas temperaturas, de las siguientes características técnicas:

- Marca	WOODS.
- Modelo	50JM/20/2/6/32.
- Caudal	16.000 m ³ /h.
- Presión estática	25 mm.c.a.
- Velocidad de giro	3.000 r.p.m.
- Potencia	6,2 kW.

TRES TERMOSTATOS – INDICADORES digitales para control de la temperatura de las salas, rango –40/+40 °C.

UN REGISTRADOR DE TEMPERATURAS del tipo aprobado por la Administración, para registro de la temperatura de las salas.

UN ARMARIO DE CONGELACIÓN POR PLACAS, tipo horizontal, de las siguientes características técnicas:

- Marca	FRIMARTE.
- Modelo	H-1550x1200-12-HX(13)
- Tipo de producto	Pescado.
- Capacidad de congelación por ciclo	810 Kg./ciclo.
- Tiempo estimado de congelación	120 minutos.
- Nº de estaciones	12.
- Nº de placas	13.
- Dimensiones útiles placas	1.550 x 1.200 mm.
- Temperatura entrada	+15 °C.
- Temperatura final en espina	-18 °C.
- Refrigerante	R-404A.

- Sistema de inyección Expansión directa.

Los datos anteriores están dados en base a pescado colocado en bandejas de aluminio, de forma que el contacto entre el producto y la placa sea lo más perfecto posible.

El armario está constituido por los siguientes elementos:

- Una válvula de expansión termostática con un distribuidor de 13 salidas, (una por placa), y latiguillos flexibles para interconexión de las placas con los colectores de aspiración y líquido.
- Un conjunto de latiguillos flexibles para interconexión de las placas con los colectores de aspiración y líquido.
- Un conjunto de barras antirolling.

4.2.1.2 Circuito de bodegas y entrepuentes de conservación.

UNA UNIDAD COMPRESORA, tipo tornillo, marca MYCOM, con compresores modelos F125SUD-HE, para R-404A, con economizador, con las siguientes características técnicas unitarias:

- Capacidad frigorífica	48,6	kW.
- Temperatura de evaporación	- 35	°C.
- Temperatura de condensación	+40	°C.
- Potencia absorbida	40,6	kW.
- Potencia instalada	55	kW.

La unidad compresora MYCOM estará dotada de:

UN MOTOR eléctrico de rotor bobinado en cortocircuito, ejecución horizontal, marca LEROY SOMER, modelo, con las siguientes características técnicas:

- Potencia	55	Kw
- Corriente	380 V – 50 Hz – III.	

- Velocidad 3.000 r.p.m.
- Protección IP-23.

CUATRO APOYOS DEL MOTOR REGULABLES. Sistema de apoyos regulables para la alineación de motor y compresor.

UN FILTRO DE ASPIRACIÓN, DN100.

UNA VALVULA RETENCION DE ASPIRACIÓN, marca MYCOM, tipo mariposa.

UNA VALVULA DE CIERRE/ RETENCIÓN EN LA DESCARGA.

UN SEPARADOR DE ACEITE tipo vertical, con los siguientes accesorios:

- Calentador de aceite.
- Válvula para purga.
- Válvula para carga de aceite
- Válvulas de corte a la salida del separador, enfriador, bomba y filtro.
- Conexiones roscadas para la medición de temperatura de aceite y la temperatura del gas en la descarga.
- Conexiones roscadas con válvulas para la medición de la presión de descarga.

DOBLE VALVULA DE SEGURIDAD PARA EL SEPARADOR DE ACEITE.

DOS FILTROS DE ACEITE, marca MYCOM, modelo OFC-50.

UNA BOMBA DE ACEITE, marca MYCOM, modelo F60P-M.

UN ENFRIADOR DE ACEITE, tipo placas, marca SWEP, modelo B45x40, para el enfriamiento del aceite por el sistema termosifón.

UN CIRCUITO DE ACEITE.

UN SISTEMA ECONOMIZADOR, formado por intercambiador de placas marca SWEP, modelo B80x30 y los demás elementos de control necesarios.

SISTEMA DE REGULACIÓN DE CAPACIDAD ENTRE EL 10 EL 100%.

UN PANEL DE MANOMETROS Y PRESOSTATOS, formado por los siguientes elementos:

- Un presostato de alta presión, marca DANFOSS, modelo RT1A.
- Un presostato de baja presión, marca DANFOSS, modelo RT5A.
- Dos presostatos diferenciales de aceite, marca DANFOSS, modelo MP55, para instalar uno antes y otro después del filtro.
- Un termostato marca DANFOSS, modelo KP81, para medir la temperatura de descarga.
- Un termostato marca DANFOSS, modelo KP77, para medir la temperatura del aceite.
- Tres manómetros, marca WIKA, de Ø100 mm, uno para medir alta presión, otro para medir baja presión y otro para la medir la presión de aceite.

UN BANCA METÁLICA, fabricada con perfiles normalizados tipo UPN y angular, sobre la que se ubicarán todos los elementos hasta este punto enumerados.

- LA UNIDAD TAMBIEN INCLUYE:

- Tuberías en la unidad.
- Ensamblaje.
- Limpieza.
- Prueba de presión hidráulica, para los aparatos a presión según reglamentación vigente.

UN CONDENSADOR adecuado para agua de mar, tipo multitubular, fabricación horizontal, de las siguientes características:

- | | |
|--------------------|--------------------|
| - Marca | INTEGASA. |
| - Modelo | CFB-24-15-2/56. |
| - Haz tubular | CUNI 90/10. |
| - Placas tubulares | BIMETALICAS. |
| - Cabezales | BRONCE. |
| - Capacidad | 132 kW. |

UNA ELECTROBOMBA centrífuga, ejecución horizontal, no autoaspirante, fabricada en bronce, con el eje de acero inoxidable e impulsor de bronce, y de las siguientes características técnicas:

- Marca	AZCUE.	
- Modelo	MN40/125.	
- Caudal	32	m ³ /h.
- Presión	15	m.c.a.
- Potencia	4	kW.
- Velocidad de giro	3.000	r.p.m.

UNA ESTACIÓN DE INYECCIÓN DE LÍQUIDO, para la bodega entrepuentes formado por los siguientes elementos:

- 11 Válvula de expansión termostática con equilibrio externo de presión, marca DANFOSS, modelo TES-2.
- 33 Válvulas de corte.
- 3 Válvula de solenoide, marca DANFOSS, modelo EVR-10 y EVR-6.

UN JUEGO DE SERPENTINES para colocar en el techo de las bodegas, contruidos con tubería de acero estirado s/s norma DIN-2440, calidad ST-35, aleteado exteriormente con pletina de acero, altura de aleta 25 mm., separación de aleta 18 mm. y galvanizados en caliente, por inmersión en baño de zinc.
Superficie total de transmisión 750 m².

TRES TERMOSTATOS – INDICADORES digitales para control de la temperatura de la boega y e los dos entrepuentes, rango –40/+40 °C.

UN REGISTRADOR DE TEMPERATURAS del tipo aprobado por la Administración, para registro de la temperatura de las bodegas.

4.2.1.3 Elementos comunes.

UN RECIPIENTE DE LÍQUIDO horizontal, de capacidad aproximada 500 l., fabricado en acero con los fondos esféricos del mismo material, que se suministra con sus válvulas y visores correspondientes.

- Marca	FRIMARTE.	
- Modelo	RL-500-H.	
- Capacidad real	540	dm3.
- Presión de diseño	27	bar.
- Diámetro de virola	610	mm.
- Longitud de virola	1830	mm.

UNA ESTACIÓN DE CARGA Y FILTRADO compuesta, por un filtro deshidratador, dotado de núcleos de carga sólida recambiable y montado entre válvulas de paso.

- Marca	PECOMARK.
- Modelo	DRS-2184

UN CUADRO ELÉCTRICO general de la instalación, donde se ubicarán los siguientes elementos: interruptor general, secuenciador de fases, equipos de medida, interruptor de maniobra, fusibles, magnetotérmicos para las resistencias eléctricas, contactores, arrancadores estrella-triángulo para motores de más de 10CV y un autómata general programable para realizar el control de las unidades, visualizar y modificar parámetros, etc... Todo ello montado y debidamente cableado en el interior de un armario metálico pintado al fuego.

4.2.1.4 Bandejeros, soportes de ventiladores y chapas deflectoras, para los túneles de congelación.

TRES CONJUNTOS DE BANDEJEROS, SOPORTES DE VENTILADORES Y CHAPAS DEFLECTORAS, uno para cada túnel de congelación, compuestos cada uno de ellos por:

- Bandejero inox fabricado con pletina de 80 x 10 mm. y angular L-40.
- Chapa soporte de ventiladores espesor 3 mm.

- Cierre de todo el contorno del evaporador.
- Chapa deflectora de aire situada en zona posterior del evaporador.
- Cierre posterior del bandejero, con portillo practicable para acceso a ventiladores.

4.2.1.5 Otros accesorios y componentes necesarios para completar la instalación frigorífica.

TUBERÍA Y VALVULERÍA en las cantidades y diámetros necesarios. La tubería será de acero estirado sin soldadura, cincada exteriormente, ASTM 333 GR 6 hasta 1/2" de diámetro y según DIN 2448 calidad St 35.8.I para los diámetros mayores, incluso soportes, p.p. de piezas especiales.

Para los circuitos auxiliares de R-404A será de cobre especial para instalaciones frigoríficas según la norma EN 12735-1.

AISLAMIENTO TÉRMICO DE LAS TUBERÍAS Y RECIPIENTES que lo precisen. Con coquillas de poliuretano en los circuitos de baja temperatura, acabado en fibra de vidrio y mano final de top-coat blanco. La tubería de aspiración de la sala de trabajo se aislará con Armaflex.

INTERCONEXIONADO ENTRE LOS CIRCUITOS de túneles y armario, con el de bodegas para que los compresores puedan atender cualquier servicio en caso de emergencia.

TRES TERMÓMETROS de esfera de diámetro 100 mm. para túneles de congelación.

TRES TERMÓMETROS de esfera de diámetro 100 mm. para bodegas.

Primera carga de REFRIGERANTE R-404A Y ACEITE INCONGELABLE.

NITRÓGENO SECO para pruebas de presión.

MONTAJE completo de la instalación, incluyendo desplazamientos, dietas y honorarios de nuestros montadores.

PRUEBAS de presión, de vacío y de puesta en marcha.

PASAMAMPAROS pases de esloras y baos fuertes en caso de que sean necesarios para la instalación frigorífica.

CABLEADOS ELÉCTRICOS, tanto de acometida al cuadro como desde este a los elementos receptores.

POLINES (siempre son suministro del astillero constructor del buque).

SOPORTES para serpentines de bodegas.

AISLAMIENTO TÉRMICO DE LOS RECINTOS de bodegas y túneles de congelación.

TUBERÍA Y VALVULERÍA para el circuito de agua de condensación.

4.2.1.6 El refrigerante de la instalación, el R-404A.

No existe un refrigerante ideal para todas las instalaciones, sino que para cada instalación hay el refrigerante más adecuado.

Teniendo en cuenta nuestras temperaturas de trabajo, los refrigerantes halogenados más acordes a nuestra instalación son el R-404A y el R-507A.

El R-404A es una mezcla azeotrópica con un ODP igual a 0. Es un refrigerante utilizado en baja y media temperatura. Se considera una mezcla quasi-azeotrópica ya que el deslizamiento de temperatura que se produce es inferior a un 1°C. Aún así, se debe tener en cuenta que en caso de fuga, un componente fugará antes que el resto y provocará que las características del refrigerante cambien. Los aceites que se utilizan con el R-404A son aceites sintéticos poliolester (POE).

El R-507A es una mezcla azeotrópica con un ODP igual a 0. Al igual que el R-404A, es un refrigerante utilizado en baja y media temperatura y se utiliza con aceites POE.

Ambos refrigerantes son muy similares, pero finalmente de acuerdo con el armador, se ha decidido que el refrigerante utilizado para las nuevas instalaciones de los túneles sea el R-404A.

El R-404A, es un refrigerante del tipo HFC (Hidrofluorocarburos), es decir que contiene H, F Y C en su molécula. Son compuestos que no agotan la capa de ozono ya que poseen ODP nulo, pero contribuyen al efecto invernadero.

DESCRIPCIÓN DEL REFRIGERANTE R-404A:

Composición:

Mezcla a base de:

- Trifluoretano (HFC 143a): 52%
- Pentafluoretano (HFC 125): 44%
- Tetrafluoretano (HFC 134a): 4%

Propiedades físicas y químicas:

- Aspecto: Gas licuado
- Color: Incoloro
- Olor: Ligeramente etéreo
- Punto de ebullición (°C): -47.2 a -46.4 Gama de destilación.
- Presión de vapor (mm Hg): 8270 a 20°C
- Densidad (g/ml): 1.06 a 20°C
- Solubilidad en agua: Insoluble
- Solubilidad en otros: Soluble en disolventes clorados, alcoholes, ésteres.
- Densidad del vapor (Aire=1): 3.42 aprox. a la temperatura del punto de burbuja.

Identificación de los peligros:

- Toxicidad aguda baja.
- Altas exposiciones pueden ocasionar un ritmo cardíaco anómalo y pueden resultar repentinamente fatales.
- Concentraciones atmosféricas muy altas pueden producir efectos anestésicos y asfixia.
- Las salpicaduras de líquido o el aerosol pueden causar quemaduras por congelación en la piel y los ojos.

Primeros auxilios:

Para exposiciones al líquido o al aerolos, la recomendación de primeros auxilios dada para contacto con la piel, contacto con los ojos e ingestión, es igualmente aplicable.

- *Inhalación:* Apartar al paciente del lugar de exposición; mantenerlo abrigado y en reposo. Administrar oxígeno si es necesario. Aplicar la respiración artificial, si ha cesado la respiración o hay síntomas de ello. En la eventualidad de paro cardíaco, aplicar masaje cardíaco externo. Acudir al médico inmediatamente.
- *Contacto con la piel:* Descongelar las zonas afectadas con agua. Quitarse la ropa contaminada.

Atención: la ropa puede adherirse a la piel en el caso de quemaduras por congelación. Si hay contacto con la piel, lávese inmediata y abundantemente con agua caliente. Si se produce irritación o bien se forman ampollas, acudir al médico.

- *Contacto con los ojos:* Irrigar inmediatamente con solución ocular o con agua clara manteniendo los párpados separados durante 10 minutos como mínimo. Acudir al médico de inmediato.
- *Ingestión:* Riesgo improbable. No provocar el vómito. En el supuesto que el paciente esté consciente, lavar la boca con agua y dar a beber 200-300 ml. de agua. Acudir inmediatamente al médico.
- *Tratamiento médico adicional:* Tratamiento sintomático y terapia de apoyo según se indique. Después de una exposición debe evitarse la administración de adrenalina u otras drogas simpatomimétricas similares, ya que puede producirse una arritmia cardíaca con un posible paro cardíaco posterior.

Medidas contraincendios:

Este refrigerante no es inflamable en el aire en condiciones normales de temperatura y presión. Ciertas mezclas de este refrigerante y aire bajo presión pueden resultar inflamables.

Deben evitarse las mezclas de este refrigerante y aire bajo presión. La descomposición térmica desprende vapores muy tóxicos y corrosivos (fluoruro de hidrógeno).

Los envases pueden reventar si se sobrecalientan.

- *Medios de extinción adecuados:* Como sea adecuado para el fuego circundante. Usar agua pulverizada para enfriar los recipientes.
- *Equipo protector para la lucha contra incendios:* En un incendio debe usarse un equipo de respiración autónomo e indumentaria de protección total.

Medidas a tomar en caso de escape o vertido accidental:

Asegúrese de usar protección personal adecuada (incluyendo protección respiratoria) durante la eliminación de los derrames. Aislar el origen de la pérdida, siempre que se pueda hacer sin peligro. Dejar que pequeños derrames se evaporen, siempre que exista suficiente ventilación.

- *Grandes derrames:* ventilar la zona. Contener los derrames con arena, tierra u otro material adsorbente adecuado. Evitar que el líquido penetre en los desagües, sumideros, sótanos y fosos, ya que el vapor puede crear una atmósfera no respirable.

Manipulación y almacenamiento:

- *Manipulación:* Evítese la inhalación de altas concentraciones de vapores. Las concentraciones en la atmósfera deben controlarse para que cumplan con el Límite de Exposición Ocupacional. El vapor es más pesado que el aire. Cuando la ventilación es insuficiente, en las partes bajas pueden acumularse concentraciones elevadas. En estos casos disponer una ventilación adecuada o bien usar un equipo de protección respiratoria apropiado con presión positiva de aire. Evítese el contacto con el fuego directo y las superficies calientes, ya que pueden formarse productos de descomposición corrosivos muy tóxicos.

Evitar el contacto del líquido con la piel y los ojos. Para obtener la composición correcta de refrigerante, los sistemas deben cargarse usando la fase líquida y

no la fase vapor. Este proceso puede ocasionar la generación de electricidad estática. Asegurarse de que existe una conexión a tierra adecuada.

- *Almacenamiento:* Conservar en un lugar bien ventilado. Mantener el producto en un lugar fresco, alejado de cualquier riesgo de incendio, de la luz solar directa y de toda fuente de calor como radiadores de vapor o eléctricos. Evitar el almacenamiento cerca de la toma de unidades de aire acondicionado, calderas o desagües abiertos.
- *Botellas y contenedores:* Manténgase el recipiente en lugar seco. Temperatura de almacenamiento: <45°C.

Controles de exposición y equipo de protección personal:

Usar indumentaria y guantes adecuados y protección para los ojos/la cara. Usar guantes termo-aislantes al manipular gases licuados.

En casos de ventilación insuficiente, en los cuales es posible a exposición a altas concentraciones de vapor, deberá utilizarse un equipo de protección respiratoria adecuado con presión positiva de aire.

Límites de Exposición Ocupacional (TLV'S):

- HFC 143a (8 horas TWA): 1000 ppm
- HFC 125 (8 horas TWA): 1000 ppm
- HFC 134a (8 horas TWA): 1000 ppm

Estabilidad y reactividad:

- *Reacciones peligrosas:* Ciertas mezclas de HFC y cloro pueden ser inflamables o reactivas en determinadas condiciones.
- *Materiales incompatibles:* Metales finamente divididos, magnesio y aleaciones conteniendo más de un 2% de magnesio.

Puede reaccionar violentamente si entra en contacto con metales alcalinos y metales alcalinotérreos, sodio, potasio y bario.

- *Producto(s) de descomposición peligroso(s):* Fluoruro de hidrógeno por descomposición térmica e hidrólisis y cloruro de hidrógeno.

Información toxicológica:

- *Inhalación:* Altas exposiciones pueden ocasionar n ritmo cardíaco anómalo y pueden resultar repentinamente fatales. Concentraciones atmosféricas muy altas pueden producir efectos anestésicos y asfixia.
- *Contacto con la piel:* Las salpicaduras del líquido o las pulverizaciones pueden causar quemaduras por frío. Es improbable que sea peligroso por absorción a través del la piel.
- *Contacto con los ojos:* Las salpicaduras de líquido a baja temperatura o el aerolos pueden causar quemaduras por congelación.
- *Ingestión:* Es muy improbable, pero si ocurriera, produciría quemaduras por frío.
- *Exposición a largo plazo:*

HFC 143a: un estudio de inhalación en animales ha demostrado que exposiciones repetidas no producen efectos significativos (40,000 ppm en ratas).

HFC 125: un estudio de inhalación en animales ha demostrado que exposiciones repetidas no producen efectos significativos (50,000 ppm en ratas).

HFC 134a: un estudio de inhalación en el curso de la vida de ratas ha demostrado que la exposición a 50,000 ppm produce tumores benignos en los testículos pero se considera que no es pertinente para seres humanos expuestos al HFC 134a al límite de exposición ocupacional o por debajo de éste.

Información ecológica:

- *Persistencia y Degradación:*

HFC 143a: se descompone lentamente en la atmósfera inferior (troposfera). Permanencia en la atmósfera: 48 años. No degrada el ozono. HGWP: 1,0 (referencia R 11 = 1).

HFC 125: se descompone lentamente en la atmósfera inferior (troposfera). El tiempo de permanencia en la atmósfera es de 33 años. No degrada el ozono. HGWP: de 0,70 (referencia ODP: R 11 = 1).

HFC 134a: se descompone de una forma relativamente rápida en la atmósfera inferior (troposfera). El tiempo de permanencia en la atmósfera es de 14.6 años. HGWP: de 0,30 (referencia ODP: R 11 = 1)

HFC 143a, HFC 125, HFC 134a: no ejercen una influencia en la niebla fotoquímica (es decir, no son COV, en los términos del acuerdo de la UNECE). No degradan el ozono.

Efecto en el tratamiento del efluente. Las emisiones del producto irán a la atmósfera y no darán lugar a una contaminación acuosa a largo plazo.

Consideraciones sobre la eliminación de producto:

Mejor recuperarlo y reciclarlo. Si esto no es posible, la destrucción deberá llevarse a cabo en unas instalaciones adecuadas y equipadas para absorber y neutralizar gases ácidos y otros productos tóxicos del proceso.

Información relativa al transporte:

- Nº de identificación del producto (Nº ONU): 1078
- Clase y división: 2.2º
- Clasificación para el transporte por carretera y ferrocarril (TPC/ADR/TPF/RID): 2,.2ºA
- Nº de identificación del riesgo para el transporte por carretera y ferrocarril (TPC/ADR/TPF/RID): 20
- Transporte marítimo IMCO/IMDG: 2.2
- Contaminante marino: no clasificado como tal. Carretera/Ferrocarril: Clase ADR/RID: 2, apartado ADR/RID: 4 (a) ADR SIN: 1078.

Informaciones reglamentarias:

- Nº de la sustancia según Anexo I del Real Decreto 2216/1985 sobre etiquetado:
- Clasificación CEE: No clasificada como sustancia peligrosa.
- Pictogramas: Nº 2. Gas no inflamable, no tóxico.
- Frases R: R 59: peligroso para la capa de ozono. Gas licuado a presión.
- Frases S: S9. Conserve el recipiente en lugar ventilado. S23. No respirar los gases.

Otras informaciones:

- *Responsabilidades:* Estas instrucciones han sido elaboradas por Carburos Metálicos, S.A. en base a las informaciones disponibles a la fecha de las mismas y cubren las aplicaciones mas habituales, sin garantizar que su contenido sea suficiente en todos los casos y situaciones. No se acepta ninguna responsabilidad por las lesiones o daños resultantes de su utilización. Su observancia no excluye el cumplimiento de la normativa vigente en cada momento.

4.2.1.7 Tuberías.

Las tuberías de los diferentes fluidos montadas e instaladas in situ deberán ser identificadas mediante marcado con etiquetas codificadas conforme con la IF-18. Cuando la seguridad de personas o bienes pueda verse afectada por el escape del contenido de las tuberías, se pondrán etiquetas que identifiquen este contenido cerca de las válvulas de corte del sector y allí donde las tuberías atraviesen paredes. Los principales dispositivos de corte, mando y control del circuito del refrigerante y fluidos auxiliares (gas, aire, agua, electricidad) se deberán marcar claramente de acuerdo con su función. Se podrán utilizar símbolos para identificar estos dispositivos, siempre que se sitúe una clave de símbolos cerca de los mismos. Se marcarán, de forma indeleble (mediante etiquetas, marcas metálicas, adhesivos, etc.) los dispositivos que únicamente deban ser manipulados por personas acreditadas.

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 lo exija la sociedad de clasificación y se diseñarán, construirán e instalarán para mantener la estanquidad y resistir las presiones y temperaturas que puedan producirse durante el funcionamiento y las paradas, 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 y sus accesorios cumplirán los requisitos de las normas UNE correspondientes.

Toda la instalación debe funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos establecidos en el reglamento correspondiente.

Las tuberías se instalarán siempre con el menor número de uniones; en particular, no se permite el aprovechamiento de recortes de tuberías en tramos rectos.

Antes de efectuar una unión, se repasarán y limpiarán los extremos de las tuberías para eliminar las rebabas que se hubieran formado al cortarlas o aterrajearlas y cualquier otra impureza que pueda haberse depositado en el interior o en la superficie exterior, utilizando los productos recomendados por el fabricante.

Los accesorios flexibles para tuberías estarán protegidos contra daños mecánicos, torsión y otros esfuerzos y deberán comprobarse regularmente, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Si no hay razones técnicas que lo justifiquen, las uniones deberán ser soldadas.

Antes del montaje de las tuberías y demás accesorios, debe comprobarse que estos elementos no estén rotos, doblados, aplastados, oxidados o dañados de cualquier manera.

Cuando los tramos de tuberías hubieran de atravesar mamparos los agujeros a través de los mamparos se realizarán mediante brocas especiales de diámetro adecuado para la colocación del manguito pasamamparos y de una longitud lo

suficientemente grande para permitirnos atravesar con facilidad dichos elementos. Obteniendo unos agujeros estancos e impermeables.

La tubería que va desde los evaporadores hasta el recipiente correspondiente deberá tener un desnivel del 1% para facilitar el regreso del aceite. La línea que parte del recipiente donde se almacena el líquido hasta el evaporador, deberá estar recubierta por aislante para evitar la pérdida de calor con el consiguiente enfriamiento.

En los tramos de tuberías de cobre, los extremos de los tubos deberán ir abocardado para que así ajusten perfectamente en el asiento de que van dispuestas las tuercas de unión. Para realizar esto se deberá cortar el tubo con un cortatubos, las partículas que se desprenden no deben quedar en el interior del tubo. Después se aplica la tuerca de unión y se coloca el extremo del tubo a la máquina de abocardar produciendo un reborde adecuado para el empalme. Luego se ajusta bien hasta que el reborde del tubo se ajuste perfectamente con el asiento de aquella.

Para el dimensionado, y la disposición de los soportes de tuberías se seguirán las prescripciones marcadas en la norma UNE 1001 52, siempre que sea posible, debido a que un en un buque esto no suele ser posible. La distancia de colocación de dicho soporte no deberá ser inferior a un metro, cuando esto sea posible.

Para reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos, debe interponerse un material flexible no metálico, de dureza y espesor adecuados.

Las uniones entre las tuberías del sistema de frío se realizarán por soldadura, debiendo prepararse los extremos convenientemente.

Las tuberías se instalarán de forma ordenada, disponiéndolas, paralelamente a los elementos estructurales del buque.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de sección y derivaciones se realizará sin forzar las tuberías, empleando los correspondientes accesorios o piezas especiales.

Los elementos accesorios del equipo, tales como válvulas, instrumentación, etc., deberán instalarse antes de la parte desmontable de la conexión, hacia la red de distribución.

4.2.1.8 Estructuras metálicas o polines.

Todos los trabajos relacionados con las estructuras metálicas, tendrán que atenerse obligatoriamente a los planos entregados y a las exigencias del astillero constructor del buque, que definirá el acero a usar, los procedimientos de soldadura a usar (WPS) y la cualificación de los soldadores en estos procedimientos.

4.2.1.9 Soldaduras.

El astillero constructor del buque, definirá los procedimientos de soldadura a usar, tanto para las estructuras metálicas como para las tuberías (WPS), y exigirá la homologación de los soldadores según sus procedimientos internos y en su defecto, la cualificación en procedimientos estándar de la I.A.C.S.

4.2.1.10 Aislamientos térmicos.

El *aislamiento térmico de los recintos*, deberá realizarse de forma continua y completa en todas las superficies que se compongan de techos, suelos y paredes. Se evitará la creación de puentes térmicos o zonas de menor capacidad aislante, para que no modifiquen de una manera perjudicial los aislantes, dando lugar a zonas donde se puedan producir condensaciones. Ningún producto podrá ser usado como aislante sin la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

En cuanto al *aislamiento de tuberías*, los materiales aislantes térmicos, cumplirán lo que nos indique el astillero o en su defecto, lo especificado en la norma UNE 1001 71.

Para el montaje, se situará el aislante sobre la tubería y se revestirá con los elementos protectores adecuados.

El órgano de mando de las válvulas no deberá interferir con el aislante térmico de la tubería.

4.2.1.11 Condiciones generales de los proveedores de los equipos y las empresas instaladoras.

Todos los materiales a utilizar en la obra, incluidos o no incluidos en este Pliego, habrán de observar las siguientes prescripciones:

A) Los proveedores de los equipos, deberán garantizar un efectivo servicio post-venta de sus máquinas.

B) Se instalará solamente maquinaria que permita ampliaciones fáciles, a excepción de los casos en que ello sea imposible por las peculiaridades de la instalación.

C) No se admitirá ninguna maquinaria que no ofrezca por lo menos un año de garantía. La garantía abarcará a todo defecto de fabricación o defectuosa.

D) Únicamente será objeto del presente Pliego de Condiciones, la maquinaria e instalaciones detalladas en la Memoria y Presupuesto del presente Proyecto.

E) Las respectivas subcontratas de cada una de las máquinas o elementos consignados en el epígrafe anterior, deberán responsabilizarse íntegramente del suministro, embalaje, transporte, colocación, montaje y puesta en marcha de las mismas, incluyendo el material que para cada tipo de instalaciones queda reseñado en los documentos Memoria y Presupuestos del presente Proyecto.

F) Las subcontratas instaladoras se encargarán cuando proceda, de la instrucción del personal encargado, del manejo de las distintas instalaciones. Los plazos de montaje se fijarán en el contrato con las respectivas firmas instaladoras a partir de la recepción provisional de las obras. Cada plazo no será, en ninguno de los casos, superior a dos meses.

G) En el caso que las subcontratas no posean un determinado tipo de maquinaria, el Director de la obra, se reservará el derecho de sustituir la máquina en cuestión por otra de igual o mejor características, haciendo una revisión de precios por ambas partes.

H) Durante la ejecución de los trabajos de montaje e instalación, las casas suministradoras quedan obligadas a someterse a todas las verificaciones que solicite el Director de la obra, (en colaboración con el director de obra por parte del Astillero, que suele denominarse Jefe de buque). Una vez terminadas las distintas instalaciones, el conjunto será puesto en marcha por los respectivos montadores que darán las instrucciones necesarias para su manejo y control al personal encargado de la manipulación final de la misma. La terminación de la instalación será certificada por la Dirección de Obra.

I) Después de un período suficiente para que las instalaciones estén a punto, se procederá a los ensayos que verifiquen las garantías de las casas instaladoras, continuándose tales ensayos durante el tiempo necesario para que quede palpablemente demostrado el buen funcionamiento. Una vez terminadas las pruebas de funcionamiento y si dichos ensayos son satisfactorios, se procederá a la recepción provisional, con la fecha de la calificación. Caso de no ser satisfactorias las pruebas de funcionamiento, la recepción provisional no se llevará a cabo hasta que la firma instaladora haya subsanado los defectos encontrados, cuya reparación se llevará a cabo en un plazo máximo de 15 días.

J) Si por mal funcionamiento el Director considera conveniente el cambio de una máquina por otra, la casa suministradora facilitará la nueva maquinaria, concertándose entre ambos el precio de la nueva máquina. La recepción definitiva se llevará a cabo cuando finalicen los respectivos plazos de garantía a que se hizo referencia para cada tipo de máquina o instalación. Durante este período las firmas instaladoras mantendrán en perfecto estado todas las instalaciones y reemplazarán a sus expensas todos aquellos elementos que fueran defectuosos por vicio de construcción o montaje, incluso si estos defectos no hubiesen sido reconocidos durante los ensayos previos a la recepción provisional. No están comprendidos en esta obligación los trabajos de entretenimiento normal ni los defectos o averías que sean consecuencia del uso anormal o defecto de

entretenimiento. Las distintas firmas instaladoras deberán presentar presupuesto detallado de las distintas instalaciones proyectadas. El pago de las instalaciones se efectuará de la manera que se especifique en los contratos correspondientes.

Antes de comenzar los trabajos de montaje la empresa instaladora deberá efectuar un replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación.

El replanteo deberá contar con la aprobación de la Dirección de obra (en colaboración con el jefe de buque por parte del Astillero). Señalización e identificación.

Las conducciones de la instalación deben estar señalizadas con franjas, anillos y flechas dispuestas sobre la superficie exterior de las mismas o su aislamiento térmico en el caso de que lo tengan.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores junto al esquema de principios de la instalación.

Al final de la obra, los aparatos, equipos y cuadros eléctricos que no vengan reglamentariamente identificados con placa de fábrica, deben marcarse mediante una chapa de identificación sobre la que se indicarán el nombre y las características técnicas del elemento, aunque en principio el 95% de los elementos contarán con el marcado CE (aunque no sea requisito obligatorio por tratarse de una instalación naval).

Las placas se situarán en un lugar visible y se fijarán mediante remaches, soldadura o material adhesivo resistente a las condiciones ambientales.

4.2.1.12 Condiciones que deben reunir los materiales en general.

Todos los materiales a utilizar en la obra, incluidos o no incluidos en este Pliego, habrán de observar las siguientes prescripciones:

A) Si las procedencias de materiales fuesen fijadas en los documentos contractuales, el contratista tendrá que utilizarlas obligatoriamente, a menos que haya una autorización expresa del Director de la obra. Si fuese imprescindible a

juicio de éste cambiar el origen o procedencia, ello se regirá por lo dispuesto en el Pliego de Condiciones.

B) Si por no cumplir las prescripciones del presente Pliego se rechazan los materiales que figuren como utilizables en los documentos informativos, el contratista tendrá la obligación de aportar otros materiales que cumplan las prescripciones, sin que por esto tenga derecho a un nuevo precio unitario.

C) El contratista obtendrá a su cargo la autorización para la utilización de préstamos y se hará cargo además, por su cuenta, de todos los gastos, cánones, indemnizaciones, etc. que se presenten.

D) El contratista notificará a la Dirección de la obra con suficiente antelación las procedencias de los materiales que se proponga utilizar, aportando las muestras y los datos necesarios, tanto por lo que haga referencia a la calidad como a la cantidad.

E) En ningún caso podrán ser acopiados y utilizados en la obra materiales cuya procedencia no haya sido aprobada por el Director.

F) Todos los materiales que se utilicen en la obra deberán ser de calidad suficiente a juicio del Director de la obra, aunque no se especifique expresamente en el Pliego de Condiciones.

G) Si el Director de la obra lo considera conveniente, se exigirá un certificado de un Laboratorio Oficial que garantice la calidad del acero utilizado.

4.2.2 Reglamentación y normativa.

La reglamentación más a tener en cuenta en la instalación frigorífica de este buque, son los criterios de la sociedad de clasificación ABS (American Bureau Society), sobre el sistema de refrigeración (sociedad de clasificadora del buque en este caso) y el cumplimiento del Reglamento de Seguridad para plantas e Instalaciones Frigoríficas.

4.2.2.1 Criterios de la sociedad de clasificación ABS (American Bureau Society), sobre el sistema de refrigeración.

SECCIÓN 30

30.1 GENERAL

Los siguientes requerimientos se aplican a buques de pesca que usan la mecánica de refrigeración para la conservación de la pesca.

30.2 INSTALACIÓN Y POSICIÓN DE MAQUINARIA DE REFRIGERACIÓN

30.2.1 General

Las instalaciones refrigerantes deben estar suficientemente protegidas contra vibración, choque, extensión, encogimiento, ect. Y deben estar provistos de un dispositivo de control de seguridad automático para prevenir una subida peligrosa de temperatura y presión.

- a) La maquinaria de refrigeración usando refrigerantes tóxicos debe estar localizada en un área separada de alojamientos y de equipos por un mamparo.
- b) Los espacios que contienen la maquinaria de refrigeración usando refrigerantes tóxicos incluso condensadores y receptores deben estar separados de cualquier espacio adyacente por mamparos gastight y deben estar colocados con un sistema de alarma de descubrimiento de agujero fuera de espacio protegido, un sistema de ventilación separado y sistema de spray de agua con accionador remoto. Cuando tal arreglo no es practicable, la maquinaria de refrigeración puede estar instalada en el espacio de la maquinaria a condición de que además del descubrimiento de agujero y sistemas de spray de agua la consideración especial sea dada a los arreglos de ventilación, los detectores de gas apropiados estarán encajados, la protección de la maquinaria de refrigeración sobre daños, y a condición de que la maquinaria de propulsión y los aparatos auxiliares esenciales puedan ser puestos en marcha desde el puente de navegación.

30.3 REFRIGERANTES

30.3.1 Grupo I.

Este grupo comprende refrigerantes que son inflamables con poca o ninguna toxicidad y pueden ser usados en expansión directa o en sistemas de refrigerantes indirectos. Estos refrigerantes son el R-11, R-12, R-21 y R-22.

No nos aplica en este caso, porque el refrigerante a usar será el R-404A.

30.3.2 Grupo II

El uso de refrigerantes en este grupo es generalmente limitado con sistemas indirectos. La aprobación especial es requerida para su uso en sistemas de expansión directos. Estos refrigerantes, son el R-717, R-744, R-507A el R-404A.

30.4 COMPONENTES DE REFRIGERACIÓN

30.4.1 Buques de presión.

Cada buque de presión que contiene refrigerantes, que pueden ser aislados del resto del sistema, debe estar protegido por un juego de válvulas de alivio para volver a trabajar a una presión que no exceda la presión de trabajo máxima del buque. Cuando una válvula de alivio forma parte integrante del sistema de un buque de presión, tal buque no tiene que tener una válvula de alivio individual. La salida de la tubería de alivio debe ser localizada a tiempo y ordenar eliminar la posibilidad de descarga dañosa al personal.

30.4.2 Drenage.

Los sistemas de refrigeración en los cuales los refrigerantes tóxicos o inflamables son usados serán proveídos de dispositivos de drenage que conducen a un lugar donde el refrigerante no presenta ningún peligro de estar buques o a personas a bordo.

30.5 ESPACIOS REFRIGERADOS

Las bodegas frías utilizadas para el almacenaje del pescado y espacios donde van evaporadores u otra maquinaria de refrigeración, deben estar proporcionadas por:

- a) Puertas de prueba apretadas operables de cada lado.

b) Una alarma que pueda ser activada desde dentro de los cuartos de evaporados y cámaras frigoríficas y audible en un espacio normalmente ocupado.

La alarma debe estar etiquetada, así una persona dentro del cuarto sabe su objetivo;

c) Medios que indiquen la posición de la puerta de salida, en caso de que las luces en el cuarto estén apagadas, por si falla;

d) Unos sistemas de descarga para la extracción de gases de escape de refrigerante operables de dentro y fuera del cuarto;

e) Despensas frías y espacios, aquí los evaporadores estarán encajados no deben tener ninguna abertura permanentemente abierta que permitiría el paso de refrigerantes a otras partes del buque.

30.6 DIVERSOS

Los medios portátiles para descubrir la concentración de cualquier salida de gas dañoso estarán proporcionados.

Donde cualquier refrigerante tóxico es usado en un sistema de refrigeración, al menos deben estar proporcionados dos juegos de aparatos respiratorios, uno de los cuales estará en un lugar y en una posición no probable para no hacerse inaccesible en caso de la salida del refrigerante. El aparato respiratorio proveerá como la parte de mayo de equipo contra incendios del buque por considerado como la reunión de toda o parte de esta provisión a condición de que su posición encuentre ambos objetivos. Donde el aparato respiratorio autónomo es usado, un juego de cilindros de repuesto debe ser proporcionado para cada uno.

La dirección adecuada para la operación de seguridad y procedimientos de emergencia para el sistema de refrigeración debe ser proporcionados por avisos convenientes mostrados a bordo el buque.

30.7 PRUEBAS

30.7.1 Pruebas hidrostáticas

Todos los buques de presión, tubería, mandos, depósitos y equipos de lado bajo que son sujetos a la presión refrigerante deben ser expuestos por el fabricante a una presión de prueba hidrostática igual a una y media la presión de diseño como se indica en la siguiente tabla. Las válvulas y los accesorios deben ser expuestos por el fabricante a una prueba hidrostática en una presión igual a lo estipulado por el Instituto de Estándares Nacional Americano.

Los compresores deben ser expuestos a una prueba igual a la prueba de fuerza de lado baja.

30.7.2 Buques de presión

Las pruebas de buques de presión deben ser atestiguadas por el Topógrafo. La declaración jurada del fabricante de pruebas puede ser aceptada por el Topógrafo para todas las otras partes.

30.7.3 Pruebas a bordo

a) La primaria prueba. Se realizará con el agujero de los sistemas refrigerantes completamente instalado y reunido. Debe ser probado el agujero con un gas conveniente a la presión de trabajo.

b) Las pruebas con el Gas. Ninguna prueba de gas debe ser hecha a bordo del buque a presión más alta que la presión diseñada de la parte del sistema probado. El refrigerante del sistema puede ser usado para esta prueba. Si el refrigerante ha sido quitado, se usará nitrógeno seco o dióxido de carbono totalmente seco, con una cantidad detectable de este que el refrigerante añadió, deben ser usados como un medio de pruebas. En ningún caso, el aire, el oxígeno, cualquier gas inflamable o cualquier mezcla inflamable de gases deben ser usados para pruebas. Las válvulas de alivio de presión y otros dispositivos de seguridad, excepto discos de ruptura, deben permanecer relacionados con el sistema durante pruebas, a condición de que el daño funcional no ocurra durante la prueba.

Nota "el dióxido de carbono no debe ser utilizado en la prueba de agujero si existe un sistema de amoníaco.

c) La tubería de prueba de la Salmuera del sistema refrigerante secundario, cuando este colocada en su lugar, debe ser probada a no menos que dos veces la presión de trabajo a 8.8 kg/cm^2 o (125 psi), cualquiera es el mayor.

4.2.2.2 Cumplimiento del Reglamento de Seguridad para plantas e Instalaciones Frigoríficas.

MI IF-002. Clasificación de los refrigerantes (fluidos frigorígenos)

El refrigerante utilizado para el circuito nº 1 es el amoníaco (R-717), que se encuentra dentro del grupo segundo, refrigerantes de media seguridad.

El refrigerante utilizado para los circuitos nº 2 y 3 es el R-404A englobado dentro del grupo primero, refrigerantes de alta seguridad.

MI IF-003. Clasificación de los sistemas de refrigeración

En ambos circuitos se utiliza un sistema de refrigeración directo, pues no se utilizan circuitos auxiliares, estando el evaporador del circuito primario directamente en contacto con el medio a enfriar.

MI IF-004. Utilización de los diferentes refrigerantes.

En los locales industriales podrán utilizarse refrigerantes del grupo primero sin limitación de carga, con cualquier clase de sistema de refrigeración, siempre que los locales industriales en pisos distintos del primero y de la planta baja, estén totalmente separados del resto del edificio por construcciones resistentes y puertas de seguridad, y dotados de salidas directas de emergencia suficientes al exterior.

Los refrigerantes del grupo segundo con sistemas de refrigeración directos podrán utilizarse en locales industriales sin limitación de carga.

MI IF-005. Materiales empleados en la construcción de los equipos frigoríficos.

En el diseño y construcción se utilizan las normas UNE ó 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.

Queda prohibido el uso del cobre y el cinc con el amoniaco; el magnesio salvo en casos especiales en que se utilicen aleaciones de bajo porcentaje del mismo.

Los tubos de material férrico empleados en la construcción de elementos del equipo frigorífico ó en conexiones y tuberías de paso de refrigerante son de acero estirado, acero soldado longitudinalmente a tope, por soldeo eléctrico, por resistencia ó por cualquier procedimiento que asegure una soldadura técnicamente equivalente.

En los casos en que se prevén temperaturas de servicio inferiores a -20° C se utiliza acero calmado como material de base.

MI IF-006. Maquinaria frigorífica y accesorios.

Los recipientes de líquido son distintos de cualquier otro elemento de la instalación frigorífica.

Las tuberías y elementos que contienen refrigerante y que van a ir cubiertas ó protegidas, serán expuestas para inspección visual y probadas antes de cubrir ó colocar las protecciones.

Las purgas de aire y de aceite de engrase de compresores acumulado en el circuito están dispuestas de modo que su operación se puede efectuar descargando en recipientes con agua ó líquidos que absorban el refrigerante o indiquen su presencia.

La instalación exhibirá, fijada en la sala de maquinas o en alguno de sus elementos principales, una placa metálica, en lugar bien visible, con el nombres

del instalador, presión máxima de servicio, carga máxima del refrigerante para el cual se ha proyectado y construido y año de fabricación.

En el interior de las cámaras frigoríficas, por funcionar a temperaturas bajo cero, junto a su puerta, se dispondrá de un hacha tipo bombero.

MI IF-007. Sala de máquinas.

Toda abertura o comunicación de la sala de máquinas con el resto del edificio a que pertenece está dotada de puertas o ventanas debidamente ajustadas, de modo que impida el paso de escapes de refrigerantes.

La sala de máquinas dispone de ventilación forzada suficiente que consistirá en dos ventiladores extractores cuya capacidad total es, como mínimo, $Q = 50 \times (P)^{2/3}$, en donde Q es el caudal de aire del ventilador en metros cúbicos por hora y P es la carga del refrigerante, expresada en Kilogramos.

En la instalación de maquinaria se tendrá en cuenta:

Los motores y sus transmisiones están suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal.

La maquinaria frigorífica y los elementos complementarios están dispuestos de forma que todas sus partes son fácilmente accesibles e inspeccionables y, en particular, las uniones mecánicas son observables en todo momento.

Entre los distintos elementos de la sala de máquinas existe el espacio libre mínimo recomendado por el fabricante de los elementos para poder efectuar las operaciones de mantenimiento.

La sala de máquinas está dotada de la iluminación artificial adecuada.

MI IF-009. Protección de las instalaciones contra sobrepresiones.

Todo elemento perteneciente al sector de alta presión excepto tuberías de conexión y paso de refrigerante, aislable mediante válvulas de seccionamiento y contenga refrigerante líquido, cuyo diámetro interior sea mayor de 160 mm., será protegido por una válvula de seguridad.

Todo compresor que funcione a más de 1 Kg./cm², y con desplazamiento superior a 1,5 m³ por minuto, ha de estar protegido por una válvula de seguridad o disco de rotura, en su descarga, antes de cualquier válvula de paso o maniobra.

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 de líquido refrigerante.

Las válvulas de seguridad instaladas con carácter obligatorio y sus conexiones, tendrán una capacidad de descarga tal que impidan una sobrepresión de un 10 por ciento sobre la presión de timbre.

Las válvulas de seguridad no estarán taradas a presión superior a la de timbre, ni superior a la de la prueba de estanqueidad.

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.

MI IF-010. Estanquidad de los elementos de un equipo frigorífico.

Todo elemento de un equipo frigorífico, 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 denominada presión mínima de prueba de estanqueidad, que para el caso del amoníaco es:

Sector de alta: 21 Kg. /cm².

Sector de baja: 10,5 Kg. /cm².

Para los circuitos de R-404A se utilizará como presión mínima de prueba del sector de alta presión la de tarado de la válvula de seguridad o disco de rotura. La presión mínima de prueba del sector de baja será un 105 superior a la máxima presión admitida por el compresor en dicho sector, certificada por el fabricante, y nunca superior a la prueba del sector de alta. En ningún caso la presión de prueba de estanquidad de cada sector será inferior a la presión de vapor saturado correspondiente a la temperatura máxima ambiente en el que se encuentren ubicadas cualesquiera de las partes constitutivas del mismo.

En los circuitos nº 1 (túnel de congelación y balsas) y nº 2 (cámara de conservación de congelados) como el sector de baja puede estar sometido, durante el desescarche por gas caliente, a la presión de alta, todos los elementos deberán ser considerados como pertenecientes al sector de alta presión, a efectos de la prueba de estanquidad.

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

La prueba de estanquidad se efectuará con un gas adecuado, sin presencia de gases o mezclas combustibles en el interior del circuito, al que se le 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 empleado para elevar la presión del circuito estará provisto de manómetro a la salida y tener válvula de seguridad o limitador de presión.

La instalación, por emplear un refrigerante del grupo segundo, dispondrá de un detector de fugas, instalado en la zona en que exista la máxima carga de fluido frigorígeno, que avise de manera visible y audible la existencia de cualquier fuga de refrigerante.

DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.

Se instalarán:

Dos dispositivos de llamada, timbre, sirena o teléfono, en el interior de cada cámara de conservación de congelados ó túnel de congelación, uno de ellos conectado a una fuente propia de energía (batería de acumuladores, etc.), convenientemente alumbrados con un piloto y de forma que se impida la formación de hielo sobre él. Ese piloto estará encendido siempre que esté cerrada la puerta, y se conectará automáticamente a la red de alumbrado de emergencia, caso de faltar el fluido a la red general.

Un hacha tipo bombero en el interior de cada cámara de conservación de congelados ó túnel de congelación.

Las puertas de las cámaras de conservación de congelados ó túnel llevarán dispositivos de calentamiento, los cuales se pondrán en marcha siempre que funcione la cámara correspondiente, no existiendo interruptores que puedan impedirlo.

En sala de maquinas un dispositivo detector de amoníaco sensitivo a una concentración de 2 por 100 que accionara:

Un interruptor general situado en el exterior de la sala de maquinas que cortará la alimentación a todos los circuitos eléctricos de la sala de maquinas.

La puesta en servicio de la ventilación mecánica cuyos motores están previstos contra riesgo de explosión.

El corte del alumbrado normal y puesta en servicio del alumbrado de seguridad, protegido contra riesgo de explosión.

Una alarma acústica y luminosa.

4.2.3 Condiciones de índole facultativa.

4.2.3.1 Condiciones relativas a la dirección facultativa.

Se denomina Dirección Facultativa de estas obras al Jefe de buque encargado de la ejecución del buque por parte del astillero, al inspector del armador (propiedad) y al Director de obra responsable de la misma por parte de la empresa instaladora.

Es obligación de la Dirección Facultativa:

A) Comprobar la adecuación de los espacios donde se ubicarán los equipos, tanto de sala de máquinas como la ubicación de los elementos terminales como evaporadores de túneles, armarios de placas, serpentines de bodegas, etc..

B) Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.

C) Asistir a las obras, cuantas veces lo requieran su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impedir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución.

D) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.

E) Aprobar las certificaciones parciales de la obra, la liquidación final y asesorar al armador sobre las posibles mejoras a incorporar.

F) Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir el certificado final de la misma.

G) Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.

H) Asistir, coordinar y supervisar todas las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según la frecuencia de muestras programadas en el plan de control (si existe), así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad de la instalación de acuerdo con el proyecto. De los resultados se informará puntualmente al Jefe de buque, (si este no pudiese asistir al desarrollo de las mismas).

I) Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.

J) Suscribir el certificado final de la obra.

K) La interpretación del proyecto corre a cargo exclusivamente de la Dirección Facultativa de la obra, no pudiendo persona alguna modificar o alterar partidas o elementos de él sin previo conocimiento de la Dirección Facultativa.

Todas las obras se realizarán de acuerdo con el Proyecto de Ejecución redactado y firmado por el Ingeniero hasta su completa terminación, según las especificaciones del presente Pliego, los planos del Proyecto y descripciones de la memoria.

4.2.3.2 Condiciones relativas a la propiedad.

La realización de estas obras se ejecutaran por gestión indirecta de la propiedad (o casa armadora del buque), debido a que quién gestiona todo el desarrollo de la misma, es el Astillero constructor del buque, que es en definitiva, quien contrata a las empresas instaladoras como en esta caso la empresa instaladora de la instalación frigorífica.

En el supuesto que el Astillero realizara directamente las obras, o por medio de destajos o subcontrato, se entenderá que este asume el papel de contratista y corre con todas las responsabilidades y obligaciones que deriven de su función de contratista y corre con todas las responsabilidades y, en particular de las que aquí se expresan. Por tanto como cuanto a este pliego se refiere al contratista, se entiende extensivo a la propiedad, si no existiera aquel.

La Astillero viene obligado a dar a conocer al contratista (empresa instaladora todos los documentos que integran este Proyecto, así como las ampliaciones, instrucciones etc., gráficas o escritas que durante la obra se efectúen. Si por desconocimiento de esta documentación, realizara el contratista obras indebidas o empleara técnicas no apropiadas, todas las consecuencias derivadas de ello recaerán en el Astillero.

4.2.3.3 Condiciones relativas al contratista o empresa instaladora.

Es obligación del contratista o de la empresa instaladora:

A) Organizar los trabajos de la instalación, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

B) Comprobar el cumplimiento del Plan de Seguridad y Salud de la obra, en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente de seguridad e higiene en el trabajo. En este punto, habrá que tener en cuenta que el contratista o empresa instaladora, deberá atenerse al plan se de seguridad general del buque, siendo el coordinador de seguridad del Astillero el responsable final.

- C) Suscribir con el Jefe de buque el acta de replanteo de la obra.
- D) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- E) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados de la obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción la Dirección Facultativa, los suministros o prefabricados que no cuenten con la garantía o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- F) Custodiar el libro de órdenes y seguimiento de la obra y dar el enterado y las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- G) Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista (más bien el Jefe de obra por parte de la empresa instaladora) dar cuenta al Jefe de buque del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

En el documento de contratación entre Astillero y contratista (empresa instaladora) deberán quedar incorporados todos los documentos que integran el proyecto, incluyendo en aquel una cláusula especial en la que el contratista reconoce haber estudiado toda la documentación a que se refiere dicho proyecto, comprometiéndose a su ejecución conforme al mismo y a las instrucciones que durante el transcurso de la obra diera la dirección facultativa.

La contrata (empresa instaladora) se limitara a la ejecución de la obra según la documentación e instrucciones señaladas de acuerdo con la buena norma y práctica profesional, solicitando de la Dirección Facultativa cuantas consultas o aclaraciones necesite para completar la documentación técnica del proyecto.

El contratista (empresa instaladora) es el único responsable de la ejecución de las obras que haya contratado, no teniendo derecho a indemnización alguna por las fallidas maniobras que cometiese durante sus obras siendo de su cuenta y riesgo e independiente de la inspección de la Dirección Facultativa.

Las reclamaciones que el Contratista (empresa instaladora) quiera hacer contra las órdenes o instrucciones demandadas de la Dirección Facultativa, sólo podrán presentarlas, a través del Jefe de buque, ante la Propiedad (armador), si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes.

El Astillero, habilitará en la obra a la empresa instaladora, una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que pueden extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el jefe de obra de la empresa instaladora a disposición de la Dirección facultativa:

- a) El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos. En este se entiende que ya contiene todos los planos, especificaciones de los equipos, etc.
- b) El contrato
- c) El Plan de Seguridad y Salud.
- d) El libro de Incidencias.
- e) Los partes de trabajo de los operarios.
- f) Planing de la obra, en el que se indica el avance de los trabajos respecto a la previsión inicial.

Todos los materiales empleados deberán reunir las condiciones mínimas señaladas por Dirección Facultativa. Antes de su utilización en la obra serán reconocidos por la misma, pudiéndose rechazar los que no merecerían su aprobación, y aun después de utilizarlos podrán ordenar sustituir o retirar los que presenten defectos no percibidos antes, siendo a cuenta del Astillero todos los gastos que se originen por esta circunstancia.

Aquellas partes mal ejecutadas o que no se ajusten al Proyecto podrán ser rechazadas si así lo ordena la Dirección Técnica, teniendo obligación la contrata (empresa instaladora), que volver a realizarlas sin derecho a indemnización alguna por parte del Astillero.

La empresa instaladora será la responsable del proceso de ejecución de la obra, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio de los jornales o

materiales por error que pudiera cometer siendo todo esto por su cuenta y riesgo y totalmente independiente de la Dirección Facultativa.

Cualquier incidencia que pudiera surgir en el transcurso de la obra por un uso indebido de los materiales o negligencia del personal en ella empleados, será de responsabilidad única de la empresa instaladora.

La empresa instaladora queda obligado al cumplimiento de todos los preceptos sobre accidentes de trabajo, descanso dominical, horario laboral y disposiciones complementarias, así como en general todas las disposiciones oficiales que sean de aplicación.

El responsable de prevención del Astillero, dada la imposibilidad de poder revisar y comprobar personalmente y diariamente las medidas de seguridad reglamentarias delega esta responsabilidad en el delegado de prevención de de la empresa instaladora.

Por lo anteriormente dicho, la empresa instaladora será responsable ante los tribunales de los accidentes que se pudieran producir por el incumplimiento de lo especificado, inexperiencia o descuido de sus operarios. La empresa instaladora deberá conocer toda la normativa específica que haga referencia al uso y técnicas de trabajo del Astillero constructor del barco.

La empresa instaladora (Contratista) directa o solidariamente con su personal técnico encargado de los trabajos, es el responsable tanto de la buena y correcta ejecución de la obra, como de la organización de los trabajos y de la apropiada y correcta disposición de los medios auxiliares de trabajo, pues la Dirección Facultativa declina toda la responsabilidad sobre aquellos accidentes que pudieran ocasionarse durante la ejecución de los trabajos.

El contratista como ejecutor material directo de las obras, será inmediata y directamente responsable del cumplimiento de cuanto se indica en este pliego de condiciones, así como de las consecuencias de su incumplimiento. Además de los casos indicados en los artículos precedentes, será responsable de los accidentes o daños que se produzcan:

a) Por negligencia, descuido, defecto o mala ejecución de los trabajos.

- b) Por la deficiente uso de las medidas de seguridad del astillero, así como de los elementos de acceso al buque, sobre todo cuando el buque ya haya sido botado y esté amarrado al muelle del Astillero.
- c) Derivados del uso o empleo, directamente o por medio de terceros de máquinas u otros medios mecánicos análogos.
- d) Por todos los actos u omisiones nacidos o derivados de la ejecución material de las obras.
- e) De cuantas obras que no se ajusten estrictamente al proyecto o a las especificaciones recogidas en el proyecto.
- f) Así mismo y como ejecutor de la obra, también será personal y directamente responsable del incumplimiento o infracción de las normas sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo.

El contratista por el mero hecho de ser adjudicatario de la obra reconoce que ha examinado toda la documentación que le atañe y que así mismo, acepta las obligaciones y responsabilidades derivadas de su función de contratista y de las que expresamente se señalan en este pliego de condiciones.

Es obligación del Astillero mantener limpias las zonas de trabajo de materiales sobrantes, hacer desaparecer los desperdicios de materiales sobrantes (teniendo en cuenta las normas del astillero en cuanto a reciclaje y aspectos medioambientales), así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

El Jefe de obra (de la empresa instaladora) por sí o por medio de sus técnicos o encargados estará presente durante la jornada de trabajo, (que lógicamente deberá coincidir con la jornada de trabajo del Astillero, acompañará siempre al Jefe de buque, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

4.2.3.4 Condiciones referentes a aspectos económicos

En el contrato existente entre la empresa instaladora (contrata) y el Astillero, se indica expresamente la forma de pago acordada, quedando esta como sigue:

25% al pedido.

25% a la entrega de los equipos principales.

35% a la finalización de los trabajos de la instalación.

15% a la finalización de todas las pruebas de funcionamiento.

El contratista (empresa instaladora) podrá recibir del Astillero cantidades a cuenta, sin perjuicio de la liquidación final según cantidades previamente afectadas por la oportuna certificación de la obra realizada, expedida por la Dirección Facultativa. El hecho de haber certificado una parte de la obra no supone en ningún momento su recibo o aceptación.

El Astillero podrá retener un tanto por ciento de la cantidad a pagar, en concepto de fianza, durante un periodo de garantía que se establezca de común acuerdo, transcurrido el cual y si la obra no presenta errores, se hará efectivo a la contrata.

No existe en este contrato ninguna cláusula de penalización en concepto de retraso en el plazo de entrega de la instalación en el plazo acordado.

El IVA girará sobre la suma final contratada, pero no integra el precio.

4.2.3.5 Condiciones referente a plazos.

Las obras no podrán iniciarse, hasta que el astillero constructor del buque lo indique que será cuando el desarrollo de la construcción general del buque lo permita.

La Astillero queda obligada a comunicar formalmente a la empresa instaladora, la fecha de comienzo y el nombre del Jefe de buque responsable de la misma. Esta comunicación deberá hacerse con ocho días de antelación a la fecha de comienzo de las obras acordada.

La empresa instaladora (contratista), estará obligada a presentar un “planing de de plazos de ejecución de los trabajos”, que deberá sr sometido a la aprobación del Jefe de buque.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Jefe de obra de la empresa instaladora siempre que sea posible.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad de la empresa instaladora, ésta no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuese posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento del contrato, previo informe favorable del Jefe de buque. Para ello, la empresa instaladora expondrá en el escrito dirigido al Jefe de buque la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

El plazo de entrega final de la instalación, lo fija el astillero constructor en función del plazo de entrega final del buque al armador (propiedad)

La recepción final de la obra se efectuará en presencia de inspector del buque, y del jefe de buque del, procediéndose a la firma del Acta correspondiente.

No se hace ninguna consideración en el contrato de esta instalación entre el Astillero y la empresa instaladora, ninguna clausula de penalización por retraso en la entrega de la instalación.

4.2.3.6 Medición definitiva de los trabajos y liquidación final de la obra

Terminada la instalación, se procederá inmediatamente por el jefe de buque a su comprobación final, con precisa asistencia del jefe de obra de la empresa instaladora o inspector del armador. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el jefe de buque por su firma, servirá para el abono por parte del Astillero del último pago.

4.2.3.7 Plazo de garantía

El plazo de garantía deberá estipularse en el Pliego de Condiciones particulares y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a 12 meses.



“INSTALACIÓN DE GAMBUZA PARA TRES TEMPERATURAS”

ESTADO DE MEDICIONES y PRESUPUESTO

GRADO EN INGENIERÍA MARINA

ENERGÍA Y PROPULSIÓN.

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE NÁUTICA Y MÁQUINAS

FECHA: FEBRERO-2015

AUTOR: El alumno

Fdo.: José Ricardo Senra Soneira

5.1 PRESUPUESTOS PARCIALES					
Nº	UD.	DESIGNACIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UD. €	IMPORTE €

5.1.1.- EQUIPOS FRIGORIFICOS

5.1.1.1- ELEMENTOS PARA EL CIRCUITO DE CONGELACION

- 1 Ud. **UNIDADES COMPRESORAS**, con compresor de tornillo marca MYCOM, modelo N160VSD-HE, para R-404A, con sistema de subenfriamiento de líquido, de las siguientes características técnicas unitarias:

- Velocidad de giro	2.950 r.p.m.
- Temperatura de evaporación	-35 °C.
- Temperatura de condensación	+40 °C.
- Rendimiento frigorífico	103.3 Kw.
- Potencia absorbida	90 Kw.
- Potencia instalada	150 CV.

Cada unidad estará dotada de los siguientes elementos:

- FILTRO DE ASPIRACIÓN.
- VALVULA RETENCION DE ASPIRACIÓN.
- SEPARADOR DE ACEITE.
- DOBLE VALVULA DE SEGURIDAD PARA EL SEPARADOR DE ACEITE.
- VALVULA DE CIERRE/RETENCION EN LA DESCARGA.
- FILTROS DE ACEITE.
- BOMBA DE ACEITE MYCOM.
- ENFRIADOR DE ACEITE.
- ACOPLAMIENTO PARA EL COMPRESOR Y EL MOTOR.
- APOYOS DEL MOTOR REGULABLES.
- CIRCUITO DE ACEITE.
- SISTEMA ECONOMIZADOR.
- SISTEMA DE REGULACIÓN DE CAPACIDAD ENTRE EL 10 EL 100%.
- MOTOR ELECTRICO
380V/50Hz/III-IP23-B3-3.000 r.p.m.
- SONDAS de presión de aspiración y temperatura de aceite y descarga.

Total partida	2,00	58.276,00	116.552,00
---------------	------	-----------	------------

- 2 Ud. **CONDENSADORES ,adecuados para agua de mar, fabricación horizontal**, con las siguientes características técnicas unitarias:

Marca	INTEGASA.
Modelo	CBF-32-20-2/92
Capacidad nominal	275 kW
Haz tubular	CUNI 90/10
Placas tubulares	BIMETALICAS
Cabezales	BRONCE

Total partida	2,00	12.270,00	24.540,00
---------------	------	-----------	-----------

5.1 PRESUPUESTOS PARCIALES					
Nº	UD.	DESIGNACIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UD. €	IMPORTE €
3	Ud.	ELECTROBOMBAS CENTRIFUGAS, ejecución horizontal, no autoaspiranes, fabricadas en bronce, con el eje de acero inoxidable e impulsor de bronce y de las siguientes características técnicas:			
		- Marca	AZCUE.		
		- Modelo	MN 50/125		
		- Caudal	65 m3/h.		
		- Presión	15 m.c.a		
		- Potencia	5,5 kW		
		- Velocidad de giro	3.000 r.p.m		
		Total partida	2,00	2.550,00	5.100,00
4	Ud.	EQUIPOS DE INYECCIÓN DE LIQUIDOS , uno para cada sala, formados cada uno de ellos por los siguientes elementos:			
		- 1 Válvula de expansión termostática con equilibrio externo de presión. DANFOSS TES-12 (orif.04)			
		- 3 Válvula de corte. CASTEL			
		- 1 Válvula de solenoide. DANFOSS EVR-15			
		- 6 Válvula de corte en asp. tipo RVS80			
		Total partida	3,00	993,00	2.979,00
5	Ud.	EVAPORADORES, uno para cada sala, contruidos con tubo de acerosin soldadura de 20 mm de diametro exterior y aleta planada acaro, y despues de terminados y probados a presión, se galvanizan por inmersión en baño de zinc caliente.La superficie de transmisión de cada evaporador es de 315m, y la separaci,on de aletas es de 15 mm.			
		- Modelo	ST-24x12x1.620x14		
		Total partida	3,00	11.080,00	33.240,00
6	Ud.	ELECTROVENTILADORES, para dos salas congelación actos para ambientes húmedos y bajas temperaturas, de las sigientes características técnicas:			
		- Marca	WOOD'S		
		- Modelo	50 JM/20/2/6/32		
		- Caudal	13200 m"/h		
		- Presión estática	25 mm.c.a		
		- Velocidad de giro	3000		
		- Potencia	r.p.m 6,2 kW		
		Total partida	6,00	750,00	4.500,00

5.1 PRESUPUESTOS PARCIALES					
Nº	UD.	DESIGNACIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UD. €	IMPORTE €
7	Ud.	TERMOSTATOS - INDICADORES digitales para el control de la temperatura de los túneles, rango -40/+40 °C - Marca DANFOSS - Modelo EKC-101			
		Total partida	3,00	68,00	204,00
8	Ud.	EQUIPO DE INYECCIÓN DE LIQUIDO para el armario de congelación, formado por los siguientes elementos: - 1 Válvula de expansión termostática con equilibrio externo de presión. DANFOSS TES-20 (orif.01) - 2 Válvula de corte. CASTEL - 1 Válvula de solenoide. DANFOSS EVR-15 - Distribuidor de 13 salidas - 1 Válvula de corte en asp. tipo RVS80			
		Total partida	1,00	780,00	780,00
9	Ud.	ARMARIO de congelación por placas, tipo horizontal, de las siguientes características técnicas: Tipo de producto Pescado. Capacidad de congelación por ciclo 810 Kg./ciclo. Tiempo estimado de congelación 120 minutos. Nº de estaciones 12 Nº de placas 13 Dimensiones útiles placas 1.550 x 1.200 mm. Temperatura entrada +15 °C. Temperatura final en espina -18 °C. Refrigerante R-404A. Sistema de inyección Expansión directa. El armario está constituido por los siguientes elementos: - Un conjunto de placas evaporadoras, construidas con perfil especial de aluminio de alta resistencia mecánica y a la corrosión, así como un alto poder de intercambio de calor. - Una estructura metálica de gran rigidez, construida con perfiles de acero inoxidable AISI-304 y chapa plegada del mismo material, electrosoldadas. - Sistema hidráulico para el movimiento de las placas, constituido por: • Cilindros hidráulicos de longitud y sección adecuadas. • Distribuidor manual con microinterruptor. • Recipiente de aceite con termómetro y visor de nivel.			
		Total partida	1,00	30.326,00	30.326,00

5.1 PRESUPUESTOS PARCIALES					
Nº	UD.	DESIGNACIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UD. €	IMPORTE €

5.1.1.2.- ELEMENTOS PARA EL CIRCUITO DE BODEGA Y ENTREPUESTES

- 1 Ud. **UNIDADE COMPRESORA**, con compresor de tornillo marca MYCOM, modelo F125SUD-HE, para R-404A, con economizador, de las siguientes características técnicas unitarias:

- Temperatura de evaporación	-35 °C.
- Temperatura de condensación	+40 °C.
- Rendimiento frigorífico	47.3 kW.
- Potencia absorbida	42,6 kW
- Potencia instalada	75 CV.

Cada unidad estará dotada de los siguientes elementos:

- FILTRO DE ASPIRACIÓN.
- VALVULA RETENCION DE ASPIRACIÓN.
- SEPARADOR DE ACEITE.
- DOBLE VALVULA DE SEGURIDAD PARA EL SEPARADOR DE ACEITE.
- VALVULA DE CIERRE/RETENCION EN LA DESCARGA.
- FILTROS DE ACEITE.
- BOMBA DE ACEITE MYCOM.
- ENFRIADOR DE ACEITE.
- ACOPLAMIENTO PARA EL COMPRESOR Y EL MOTOR.
- APOYOS DEL MOTOR REGULABLES.
- CIRCUITO DE ACEITE.
- SISTEMA ECONOMIZADOR.
- SISTEMA DE REGULACIÓN DE CAPACIDAD ENTRE EL 10 EL 100%.
- MOTOR ELECTRICO 380V/50Hz/III-IP-55/B3-3.000 r.p.m.
- SONDAS de presión de aspiración y temperatura de aceite y descarga.

Total partida	1,00	48.620,00	48.620,00
---------------	------	-----------	-----------

- 2 Ud. **CONDENSADOR** ,adecuados para agua de mar, frabricación horizontal, con las siguientes características técnicas unitarias:

Marca	INTEGASA.
Modelo	CBF-24-15-2/56
Capacidad nominal	132 kW
Haz tubular	CUNI 90/10
Placas tubulares	BIMETALICAS
Cabezales	BRONCE

Total partida	1,00	7.150,00	7.150,00
---------------	------	----------	----------

5.1 PRESUPUESTOS PARCIALES					
Nº	UD.	DESIGNACIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UD. €	IMPORTE €
3	Ud.	ELECTROBOMBA centrífuga, ejecución horizontal, no autoaspirante, fabricada en bronce, con el eje de acero inoxidable eimpulsor de bronce, y de las siguientes características técnicas: Marca AZCUE Modelo MN40/125 Caudal 36 m ³ /h Presión 15 m.c.a Potencia 3 kW Total partida	1,00	1.834,00	1.834,00
4	Ud.	EQUIPO DE INYECCIÓN DE LIQUIDO para la bodega, formado por los siguientes elementos: - 7 Válvula de expansión termostática con equilibrio externo de presión. DANFOSS TES-2 (orif.03) - 14 Válvula de corte. CASTEL - 1 Válvula de solenoide. DANFOSS EVR-10 - 7 Válvula de corte en asp. tipo S20 Total partida	1,00	2.980,00	2.980,00
5	Ud.	M.L. DE SERPENTINES para colocar en el techo de la bodega, construido con tubería de acero estirado s/s norma DIN-2440, calidad ST-35, alateado exteriormente con pletina de acero, altura de aleta 25 mm, separación de aleta 18 mm y galvanizados en caliente, por inmersión en baño de zinc. Superficie total de transmisión 750 m ² Total partida	565,00	24,60	13.899,00
6	Ud.	EQUIPO DE INYECCIÓN DE LIQUIDO para el entrepuente de carga, formado por los siguientes elementos: - 2 Válvula de expansión termostática con equilibrio externo de presión. DANFOSS TES-2 (orif.03) - 4 Válvula de corte. CASTEL - 1 Válvula de solenoide. DANFOSS EVR-6 - 2 Válvula de corte en asp. tipo S20 Total partida	1,00	720,00	720,00
7	Ud.	M.L. DE SERPENTINES para colocar en el techo del entrepuente de carga, construido con tubería de acero estirado s/s norma DIN-2440, calidad ST-35, alateado exteriormente con pletina de acero, altura de aleta 25 mm, separación de aleta 18 mm y galvanizados en caliente, por inmersión en baño de zinc. Total partida	155,00	24,60	3.813,00

5.1 PRESUPUESTOS PARCIALES					
Nº	UD.	DESIGNACIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UD. €	IMPORTE €
8	Ud.	EQUIPO DE INYECCIÓN DE LIQUIDO para el entrepunte de cartonaje, formado por los siguientes elementos: - 2 Válvula de expansión termostática con equilibrio externo de presión. DANFOSS TES-2 (orif.03) - 4 Válvula de corte. CASTEL - 1 Válvula de solenoide. DANFOSS EVR-6 - 2 Válvula de corte en asp. tipo S20			
		Total partida	1,00	720,00	720,00
9	Ud.	M.L. DE SERPENTINES para colocar en el techo del entrepunte de cartonaje, construido con tubería de acero estirado s/s norma DIN-2440, calidad ST-35, alateado exteriormente con pletina de acero, altura de aleta 25 mm, separación de aleta 18 mm y galvanizados en caliente, por inmersión en baño de zinc.			
		Total partida	140,00	24,60	3.444,00
10	Ud.	TERMOSTATO - INDICADOR digital para el control de la temperatura de las bodegas, rango -40/+40 °C. Marca DANFOSS Modelo EKC-101			
		Total partida	3,00	68,00	204,00
<u>5.1.1.3.- ELEMENTOS COMUNES</u>					
1	Ud.	RECIPIENTE DE LIQUIDO HORIZONTAL para R-404A, fabricado en acero con los fondos esféricos del mismo material, que se suministra con sus válvulas y visores correspondientes. Marca FRIMARTE Modelo RLD530°609x1830 Codigo 32987900 Capacidad 530 Litros			
		Total partida	1,00	2.870,00	2.870,00
2	Ud.	ESTACIÓN DE CARGA Y FILTRADO compuesta por un filtro deshidratador dotado de núcleo de carga sólida recambiable y montado entre válvulas de paso Modelo DRS-2184			
		Total partida	1,00	495,00	495,00

5.1 PRESUPUESTOS PARCIALES					
Nº	UD.	DESIGNACIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UD. €	IMPORTE €
3	Ud.	CUADRO ELÉCTRICO general para la instalación donde se ubicarán los siguientes elementos: interruptor general, secuenciador de fases, equipos de medida, interruptor de maniobra, fusibles, magnetotérmicas para las resistencias eléctricas, contactores, arrancadores estrella-triángulo para motores de mas de 10 Cv y un automata general programable para realizar el control de las unidades, visualizar y modificar parametros, etc. Todo ello montado y debidamente cableado en el interior de un armario metálico pintado al fuego.			
		Total partida	1,00	31.500,00	31.500,00
4	Ud.	REGISTRADOR DE TEMPERATURAS del tipo aprobado por la administración, para registro de la temperatura de los tuneles. Marca AKO Modelo 15710			
		Total partida	1,00	820,00	820,00
TOTAL APDO. 5.1.1					337.290,00

5.1 PRESUPUESTOS PARCIALES					
Nº	UD.	DESIGNACIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UD. €	IMPORTE €

5.1.2- ELEMENTOS AUXILIARES**5.1.2.1 BANDEJEROS Y SOPORTES SALAS**

1	<p>CONJUNTOS DE BANDEJEROS Y SOPORTES para cada túnel de congelación, compuestos por: -Bandejeros inox fabricado con pletina de 0 x 10 mm y angular L-40 - Chapa soporte de ventiladores espesor 3 mm -Cierre de todo el contorno del evaporador. -Chapa deflectora de aira situada en zona posyerior del evaporador. -Cierre posterior del bandejero, con portillo practicable para acceso a ventiladores.</p>				
---	--	--	--	--	--

Total partida	3,00	10.680,00	32.040,00
---------------	------	-----------	-----------

TOTAL CAPDO. 5.1.2	32.040,00
---------------------------	------------------

5.1 PRESUPUESTOS PARCIALES					
Nº	UD.	DESIGNACIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UD. €	IMPORTE €

5.1.3- MANO DE OBRA

- 1 H. **MANO DE OBRA** para para realizar el montaje e interconexión de todos los equipos frigoríficos, así como las pruebas de presión y puesta en marcha necesarias.

Total partida	1.100,00	32,00	35.200,00
---------------	----------	-------	-----------

TOTAL APDO. 5.1.3	35.200,00
--------------------------	------------------

5.1 PRESUPUESTOS PARCIALES					
Nº	UD.	DESIGNACIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UD. €	IMPORTE €

5.1.4.- EQUIPOS DE SEGURIDAD

- 1 Ud. **DETECTOR DE FUGAS** de amoniaco, con alarma optico - acustica para la sala de maqinas.

Total partida 1,00 320,00 320,00

TOTAL APDO. 5.1.4				320,00
--------------------------	--	--	--	---------------

5.1 PRESUPUESTOS PARCIALES					
Nº	UD.	DESIGNACIÓN	MEDICIÓN	PRECIO UD. €	IMPORTE €

5.1.5.- TUBERIA Y PRIMERAS CARGAS DE REFRIGERANTE Y ACEITE ANTICONGELANTE.

1	PA.	Suministro de tubería de acero estirado sin soldadura, cincada exteriormente, ASTM 333 GR 6 hasta 1/2" de diámetro y según DIN 2448 calidad St 35.8.I para los diámetros mayores, incluso soportes, p.p. de piezas especiales. Para los circuitos auxiliares de R-404A será de cobre especial para instalaciones frigoríficas según la norma EN 12735-1.			
		Total partida	1,00	6.850,00	6.850,00
2	PA.	Aislamiento térmico de las tuberías y recipientes que lo precisen. Con coquillas de poliuretano en los circuitos de baja temperatura, acabado en fibra de vidrio y mano final de top-coat blanco. La tubería de aspiración de la sala de trabajo se aislará con Armaflex.			
		Total partida	1,00	13.300,00	13.300,00
3	Kg.	PRIMERA CARGA de refrigerante R-404A para la instalación. (530 Kg)			
		Total partida	530,00	8,50	4.505,00
4	L.	PRIMERA CARGA de aceite ester para la instalación (Adecuado para refrigerante R-404A)			
		Total partida	750,00	18,50	13.875,00

TOTAL APDO. 5.1.5	38.530,00
--------------------------	------------------

5.2 RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAP.	DESCRIPCION	IMPORTE €
1.1	EQUIPOS FRIGORIFICOS	337.290,00
1.2	ELEMEMENTOS AUXILIARES	32.040,00
1.3	MANO DE OBRA	35.200,00
1.4	EQUIPOS DE SEGURIDAD	320,00
1.5	TUBERIA Y PRIMERAS CARGAS	38.530,00
TOTAL EJECUCION MATERIAL		443.380,00
	21% de I.V.A.	93.109,80
TOTAL EJECUCION POR CONTRATA CON IMPUESTOS		536.489,80

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de QUINIENTOS TREINTA Y SEIS MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA CENTIMOS.

NOTA.- Para realizar este proyecto y por lo tanto este presupuesto, he contado con la colaboración de la empresa INTEGASA, FRIO MARITIMO TRERRESTRE, FRIT CORUÑA,S.A. y en especial la gran colaboración de Francisco Javier Trillo Vidal, trabajador de una empresa no nombrada, que realizó el proyecto real de la instalación en el año 2003. Los precios está actualizados a día de hoy, según la base de datos de esta empresa y los precios actuales de los materiales, por lo que el importe final que me sale de la instalación, es practicamente real.

Fco. José Ricardo Senra Soneira
Trabajo fin de grado N° TFG/GEM/E-27-15