

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA



PROYECTO TÉCNICO DE  
ACONDICIONAMIENTO DE  
INSTALACIÓN FRIGORÍFICA

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio 2022

AUTOR: Alba Miralles Matute

DIRECTOR/ES: María Amorós González



# ÍNDICE

<b>MEMORIA</b> .....	<b>6</b>
1. OBJETO DEL PROYECTO .....	6
2. ANTECEDENTES .....	6
2.1. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS.....	7
2.2. POTENCIA ELÉCTRICA TOTAL KW.....	7
3. EMPLAZAMIENTO .....	8
4. NORMATIVA APLICADA.....	9
5. USO DE LA INSTALACIÓN.....	9
6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENFRIAMIENTO .....	10
6.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA.....	10
6.2. CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO.....	12
6.3. CENTRALES FRIGORÍFICAS.....	12
6.4. CONDENSADORES .....	13
6.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS CÁMARAS Y SUS NECESIDADES .....	15
6.6. MOBILIARIO.....	18
6.7. TUBERÍAS.....	20
6.8. CONTROL Y REGULACIÓN .....	21
6.9. OBSERVACIONES DE INTERÉS.....	21
7. CLASIFICACIÓN DEL REFRIGERANTE Y DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN .....	22
7.1. CLASIFICACIÓN.....	22
7.2. IMPACTO TOTAL EQUIVALENTE SOBRE EL CALENTAMIENTO ATMOSFÉRICO .....	23
7.3. CARGA DE REFRIGERANTE EN EL SISTEMA.....	24
8. CARACTERÍSTICAS DE LOS APARATOS, COLOCACIÓN Y SITUACIÓN .....	24
8.1. COMPRESORES.....	24
8.2. CONDENSADORES .....	25
8.3. EVAPORADORES.....	26
8.4. RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDO .....	29
9. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES EMPLEADOS EN LOS COMPONENTES FRIGORÍFICOS IF 05.....	30
9.1. MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS FRIGORÍFICOS .....	30
9.2. MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS FRIGORÍFICOS .....	30
10. COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES IF 06 .....	31
10.1. REQUISITOS RELATIVOS A PRESIÓN.....	31
10.2. TUBERÍAS Y CONEXIONES .....	32
10.3. LÍNEAS DE DESCARGA .....	34
10.4. VÁLVULAS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD.....	34
10.5. INSTRUMENTOS DE INDICACIÓN Y MEDIDA .....	35
11. SALA DE MÁQUINAS ESPECÍFICA IF-07 .....	36
11.1. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	36
11.2. SEÑAL DE ADVERTENCIA.....	37
11.3. DIMENSIONES Y ACCESIBILIDAD.....	37
11.4. PUERTAS Y PAREDES.....	38
11.5. VENTILACIÓN.....	38
11.6. SALA DE MÁQUINAS DE SEGURIDAD ELEVADA.....	39
12. PROTECCIÓN CONTRA SOBREPRESIONES IF-08 .....	39
12.1. VÁLVULAS DE SEGURIDAD.....	40
12.2. LIMITADORES DE PRESIÓN.....	43
12.3. RESTO DE PROTECCIONES .....	44

13.	ENSAYOS, PRUEBAS Y REVISIONES A LA PUESTA EN SERVICIO IF-09 .....	45
13.1.	ENSAYO DE RESISTENCIA.....	45
13.2.	ENSAYO DE PRESIÓN EN TUBERÍAS DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.....	46
13.3.	PRUEBA DE ESTANQUEIDAD.....	46
13.4.	CERTIFICADOS.....	47
13.5.	PROCEDIMIENTO DE VACÍO.....	47
13.6.	CONTROL DEL CONJUNTO DE LA INSTALACIÓN ANTES DE SU PUESTA EN MARCHA.....	47
13.7.	CARGA DEL REFRIGERANTE.....	47
14.	MARCADO IF-10.....	47
14.1.	SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.....	47
14.2.	COMPRESORES DE REFRIGERACIÓN.....	48
14.4.	TUBERÍAS Y VÁLVULAS.....	48
14.5.	EQUIPOS A PRESIÓN.....	49
14.6.	DOCUMENTACIÓN IF-10.....	49
15.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA IF-12.....	50
15.1.	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	50
15.2.	CONDICIONES DE CARÁCTER GENERAL.....	51
15.3.	TOMA DE TIERRA.....	52
15.4.	OBSERVACIONES.....	53
15.5.	LOCALES HÚMEDOS, MOJADOS Y CON RIESGO DE EXPLOSIÓN.....	53
15.6.	VENTILACIÓN FORZADA.....	53
15.7.	ALUMBRADO NORMAL.....	54
15.8.	ALUMBRADO DE EMERGENCIA.....	54
15.9.	SISTEMA DE ALARMA.....	54
15.10.	CÁMARAS FRIGORÍFICAS O CON ATMÓSFERA ARTIFICIAL.....	54
15.11.	INSTALACIONES FRIGORÍFICAS CON AMONÍACO.....	55
16.	MANTENIMIENTO, REVISIONES E INSPECCIONES PERIÓDICAS IF-14.....	55
16.1.	MANTENIMIENTO.....	55
16.2.	REVISIONES PERIÓDICAS OBLIGATORIAS.....	57
16.3.	BOLETINES DE REVISIÓN.....	59
16.4.	PUESTA EN SERVICIO IF-15.....	59
17.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN IF-16.....	60
17.1.	INDICACIONES DE EMERGENCIA.....	60
17.2.	EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL.....	61
18.	DETECTORES Y ALARMAS.....	61
18.1.	SALA DE MÁQUINAS.....	61
18.2.	CÁMARAS FRIGORÍFICAS.....	61
<b>CÁLCULOS .....</b>		<b>62</b>
1.	ADECUACIÓN DE LA POTENCIA FRIGORÍFICA DE LAS CENTRALES.....	62
1.1.	DEMANDA A.....	62
1.2.	DEMANDA B.....	63
1.3.	DEMANDA NEGATIVA.....	64
2.	CÁLCULO COMPRESORES CENTRAL NEGATIVA.....	66
3.	CÁLCULO CONDENSADOR CENTRAL NEGATIVA.....	67
4.	CÁLCULO TEWI.....	68
5.	CÁLCULOS VÁLVULAS DE SEGURIDAD.....	69
5.1.	CAPACIDAD MÍNIMA DE DESCARGA REQUERIDA.....	69
6.	VENTILACIÓN SALA MÁQUINAS.....	70
<b>PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>		<b>72</b>

1.	CALIDAD DE LOS MATERIALES .....	72
1.1.	METALES NO FÉRRICOS Y SUS ALEACIONES .....	72
1.2.	MATERIALES NO METÁLICOS.....	72
1.3.	TUBOS DE MATERIAL FÉRRICO.....	73
1.4.	AISLAMIENTO TÉRMICO.....	74
2.	COMPONENTES DE LAS INTALACIONES.....	75
2.1.	EQUIPOS A PRESIÓN.....	76
2.2.	TUBERÍAS Y CONEXIONES.....	76
2.2.1.	UNIONES DE TUBERÍAS .....	77
2.2.2.	UNIONES NO DESMONTABLES.....	78
2.2.3.	UNIONES DESMONTABLES.....	79
2.2.4.	TRAZADO DE TUBERÍAS .....	80
2.2.5.	GOLPE DE ARIETE EN SISTEMAS.....	81
2.2.6.	LOCALIZACIÓN.....	81
2.3.	RECORRIDO DE LAS TUBERÍAS.....	81
2.3.1.	CANALIZACIONES PARA PASO DE TUBERÍAS.....	82
2.3.2.	UBICACIÓN.....	82
2.3.3.	REFRIGERANTES INFLAMABLES O TÓXICOS.....	83
2.3.4.	ACCESO A LAS UNIONES DESMONTABLES.....	83
2.3.5.	PROPAGACIÓN DE FUEGO.....	83
2.4.	TUBERÍAS ESPECIALES .....	83
2.4.1.	TUBERÍAS PARA LA CONEXIÓN DE DISPOSITIVOS DE MEDIDA, CONTROL Y VÁLVULAS DE SEGURIDAD .....	83
2.4.2.	DRENAJES Y LÍNEAS DE DRENAJE.....	84
3.	VÁLVULAS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD .....	85
3.1.	REQUISITOS GENERALES.....	85
3.1.1.	VÁLVULAS DE ACCIONAMIENTO MANUAL.....	85
3.1.2.	ACCIONAMIENTO POR PERSONAS NO AUTORIZADAS .....	86
3.1.3.	BLOQUEO DE PARTES DE LA VÁLVULA .....	86
3.1.4.	CAMBIO DEL PRENSAESTOPA O JUNTA DE ESTANQUEIDAD.....	86
3.1.5.	CORTES DE FLUJO.....	86
3.1.6.	VÁLVULAS CON CAPERUZA.....	86
3.1.7.	VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE CIERRE RÁPIDO.....	87
3.2.	EMPLAZAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE CORTE.....	87
3.3.	SISTEMAS DE DETECCIÓN DE FUGAS DE REFRIGERANTES FLUORADOS..	87
4.	INSTRUMENTOS DE INDICACIÓN Y MEDIDA .....	87
4.1.	INDICADORES DE PRESIÓN PARA REFRIGERANTE.....	87
4.1.1.	CALIBRACIÓN Y MARCADO.....	88
4.2.	INSTALACIÓN .....	88
5.	SALA DE MÁQUINAS .....	89
5.1.	SEÑA DE ADVERTENCIA.....	91
5.2.	DIMENSIONES Y ACCESIBILIDAD.....	91
5.3.	PUERTAS Y PAREDES.....	92
5.3.1.	PUERTAS Y ABERTURAS.....	92
5.3.2.	CERRAMIENTOS.....	92
5.4.	VENTILACIÓN .....	92
6.	MATERIAL DE PRODUCCIÓN DE FRÍO.....	93
6.1.	MATERIAL DE DISTRIBUCIÓN Y TRANSIMSIÓN DE FRÍO .....	94
6.2.	MATERIAL DIVERSO.....	96
7.	ESPECIFICACIONES Y GARANTÍAS .....	96
8.	PRUEBAS REGLAMENTARIAS .....	103
8.1.	VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD.....	103
8.2.	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD.....	103

8.3.	<i>PUESTA EN MARCHA</i> .....	104
8.4.	<i>ENSAYOS DE FUNCIONAMIENTO</i> .....	105
9.	<b>CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD</b> .....	106
9.1.	<i>BOLETINES DE RECONOCIMIENTO</i> .....	107
9.2.	<i>REVISIONES A EFECTUAR POR LAS DELEGACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA</i> .....	108
9.3.	<i>OTRAS REVISIONES</i> .....	108
10.	<b>MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS</b> .....	109
10.1.	<i>PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS</i> .....	109
10.2.	<i>INDICACIONES DE EMERGENCIA E INSTRUCCIONES DE SERVICIO</i> .....	109
11.	<b>PERSONAL ENCARGADO DE LA INSTALACIÓN</b> .....	109
12.	<b>CONDICIONES EN LA CARGA Y ALMACENAMIENTO DE REFRIGERANTES</b> .....	110
13.	<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL</b> .....	110
14.	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL</b> .....	110
15.	<b>LOCALES HÚMEDOS, MOJADOS Y CON RIESGO DE EXPLOSIÓN</b> .....	111
16.	<b>RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS, RECEPCIÓN PROVISIONAL</b> .....	111
17.	<b>NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN</b> .....	112
18.	<b>NORMAS DE EJECUCIÓN</b> .....	113
	<b>PRESUPUESTO</b> .....	<b>115</b>
1.	<b>MEDICIONES</b> .....	115
2.	<b>JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS</b> .....	117
3.	<b>RESUMEN DE PRESUPUESTOS</b> .....	123
	<b>PLANOS</b> .....	<b>124</b>



# MEMORIA

## 1. OBJETO DEL PROYECTO

Es objeto del presente proyecto describir las obras, equipos y medidas de seguridad empleadas para reacondicionar dos centrales Booster e instalar una nueva central frigorífica destinada a frío alimentario comercial.

Además, se procederá conjuntamente a la sustitución del refrigerante R-507A por R-448.

El refrigerante R-507A era muy utilizado en equipos de refrigeración, pero debido a su alto nivel de PCA (Potencial de calentamiento atmosférico) la Unión Europea estableció un calendario para la eliminación total del refrigerante R507A en 2020 mediante el reglamento 517/2014, por lo que se legalizará la instalación para el uso del refrigerante R-448 y se adaptará la instalación a dicho gas.

## 2. ANTECEDENTES

Los trabajos a realizar tendrán lugar en la sala de máquinas donde se emplazan las centrales generadoras de frío, manteniéndose los servicios de cámaras y mobiliario frigorífico existente.

La instalación objeto de reforma se compone de dos centrales en cascada o booster para frío positivo y frío negativo. Cada una de las centrales está compuesta de 5 compresores de baja y 4 compresores de alta presión conectadas a 3 condensadores aire-aire cada una.

Una central Booster está compuesta por dos centrales frigoríficas, una central de Alta/Media y otra central de Baja, en la que los gases de descarga de la central de baja son aspirados por la central de Alta/Media, por lo que se consigue que la central de baja condense a una presión intermedia.

Se eliminará la sección de baja temperatura de cada una de las centrales Booster, quedando en funcionamiento la sección de alta.

Para los servicios de baja temperatura se instalará una nueva central frigorífica capaz de cubrir las necesidades de los servicios de cámaras e islas de congelado existentes, con su correspondiente condensador instalado en cubierta en la sala de máquinas junto con los condensadores existentes de alta temperatura.

Se procederá conjuntamente a la sustitución del refrigerante R-507A por R-448<sup>a</sup> y se realizará así mismo la sustitución de los recipientes de líquido y separadores de aceite adaptados para el nuevo refrigerante en las centrales de Alta temperatura.

## 2.1. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS

La instalación está compuesta por dos centrales frigoríficas para temperatura positiva y una para temperatura negativa.

CENTRAL	Nº COMPRESORES	MODELO	REFRIGERANTE	POTENCIA FRIGORIFICA	POTENCIA CONSUMIDA
<b>POSITIVA A</b>	5	6H-35-2Y-40 P		266	127,50
<b>POSITIVA B</b>	5	6H-35-2Y-40 P		266	127,50
<b>NEGATIVA</b>	5	6G-30.2Y-40		81,74	79,90

Las centrales positivas atenderán los servicios de cámaras, obradores, vitrinas y expositores de temperatura positiva +0/+6 C y la central negativa atenderá los servicios de cámaras e islas de temperatura negativa -18 /- 24 C.

Los regímenes de temperaturas para el sistema existente serán:

CENTRAL	T. EVAPORACIÓN	T. CONDENSACION
<b>POSITIVA A</b>	-10	+48
<b>POSITIVA B</b>	-10	+48
<b>NEGATIVA</b>	-30	+48

## 2.2. POTENCIA ELÉCTRICA TOTAL KW

DENOMINACIÓN	VOLUMEN	RESISTENCIA (W)	VENTILADORES (W)
<b>CENTRAL POSITIVA A</b>			
<b>CP9 – PLATOS PREPARADOS 1</b>	28	960	290
<b>CP10 – QUESOS</b>	26	960	290
<b>CP11 – AVES 1</b>	26	1.600	190
<b>CP12 – PLATOS PREPARADOS 2</b>	17	960	290
<b>CP13 – PESCADO</b>	53	1.800	385
<b>CP14 – EMBUTIDOS 1</b>	32	960	290
<b>CP15 - YOGURES</b>	100	2.340	720
<b>CP16 – OBRADOR PASTELERÍA</b>	110	-	-
<b>CP17 – EMBUTIDOS 2</b>	26	960	290
<b>CP18 – AVES 2</b>	15	800	90
<b>CP19 – PIZZAS</b>	21	730	76
<b>CP21 – PASTELERÍA</b>	26	780	290
<b>CP22 – AVES 2</b>	13	730	76
<b>CP23 - FRUTAS</b>	57	0	690

<b>CENTRAL POSITIVA B</b>			
<b>CP1 – CARNES</b>	130	1.800	285
<b>CP3 – VERDURAS</b>	15	800	90
<b>CP4 – PRODUCTO TERMINADO</b>	54	1.320	290
<b>CP7 – CARNES</b>	27	1.200	190
<b>CENTRAL NEGATIVA</b>			
<b>CN2 – PESCADO</b>	39	3.162	390
<b>CN3 – CARNE</b>	8	3.017	118
<b>CN4 – PASTELERÍA</b>	80	7.982	435
<b>CN5 – CONGELADOR PATIO</b>	88	10.000	480
<b>TOTAL GENERAL (W)</b>			

### 3. EMPLAZAMIENTO



#### 4. NORMATIVA APLICADA

- Reglamento UE N°517/2014 del Parlamento Europeo y del consejo de 16 de abril de 2014, sobre los gases fluorados de efecto invernadero y por el que se deroga el Reglamento CE nº 842/2006.
- Orden de 13 de marzo de 2000, de la Consellería de Industria y Comercio, por la que se modifican los anexos de la orden 17 de julio de 1989 de la Consellería de Industria, Comercio y Turismo, por la que se establece un contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.
- Orden de 12 de febrero de 2001, de la Conselleria de Industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales.
- Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.
- UNE-EN 12263
- UNE-EN 13136
- UNE-EN 9606-1
- UNE-EN 60204-1
- UNE-EN 60335-1/A14
- UNE-EN 60335-2-34
- UNE 74105-1
- UNE-EN 10253-2
- UNE-EN 14276-1
- UNE-EN 14276-2
- UNE-EN ISO 12100

#### 5. USO DE LA INSTALACIÓN

La instalación objeto de este proyecto se realiza para garantizar sanitariamente las condiciones de refrigeración necesarias y convenientes para la conservación de productos perecederos (carnes, pescados, charcuterías, salazones, frutas, quesos, etc..) que se van a comercializar en una actividad dedicada a HIPERMERCADO ALIMENTACIÓN y durante el tiempo que transcurra desde su

puesta a la venta, hasta ser adquiridos por los consumidores y llevados a sus domicilios particulares.

Atendiendo a la clasificación del artículo "Clasificación de los sistemas refrigeración" se trata de un sistema directo tipo 2, es decir un sistema de refrigeración con el sector de alta presión instalado en una sala de máquinas específica o al aire libre.

Según el artículo 7 "Clasificación de locales" del Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas el local objeto del presenta proyecto, atenderá a dos categorías diferentes de locales:

- Sala de ventas, Categoría B
- Locales de cámaras, Categoría D, áreas restringidas de supermercados

Según el artículo 8 "Clasificación de las instalaciones frigoríficas", la instalación frigorífica se clasificará como nivel 2: instalaciones formadas por uno o varios sistemas frigoríficos independientes entre sí con una potencia eléctrica instalada en los compresores superior a 30 KW en alguno de los sistemas, o que la suma total de las potencias eléctricas instaladas en los compresores frigoríficos exceda de 1 KW o que enfríen cámaras de atmósfera artificial o que utilicen refrigerantes de media y baja seguridad (L2, L3).

Conforme lo establecido en la instrucción IF-4 APÉNDICE 1 TABLA A no procede que la sala de máquinas sea de seguridad elevada.

## 6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ENFRIAMIENTO

### 6.1. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA

La instalación está prevista de forma tal, que su función sea la conservación de los distintos alimentos perecederos que se manipulan o se venden en un HIPERMERCADO teniendo en cuenta que hay productos refrigerados que se conservan con temperaturas superiores a 0 grados y productos congelados que se conservan a temperaturas inferiores a 0 grados.

#### INSTALACIÓN DE ALTA TEMPERATURA

Se ha seleccionado el sistema directo por expansión de R-448<sup>a</sup> en evaporadores con circulación forzada de aire, alimentados por válvulas de expansión termostáticas.

El refrigerante utilizado para los servicios de temperatura positiva es R-448<sup>a</sup>, pertenece al Grupo L1, está clasificado según el Reglamento de seguridad para plantas frigoríficas como Alta Seguridad A (no inflamable, baja toxicidad).

Las líneas de aspiración y líquido de los murales y cámaras discurren por falso techo bajan a los equipos mediante canal metálica de protección.

El cerramiento de los locales, ya existentes, refrigerados está realizado mediante paneles prefabricados desmontables, Estos paneles están formados por dos chapas lacadas entre las que se inyecta poliuretano de 35-40 kg/m<sup>3</sup> de densidad. En el documento de cálculos se determinarán las características de dichos aislamientos.

Cada uno de los circuitos de los distintos servicios (Líquido y aspiración) a partir de las centrales llevarán sus llaves de corte manuales.

Esta instalación se realizará mediante tubo de cobre deshidratado hasta la medida de 2 5/8" y mediante tubo de acero estirado para diámetros superiores. Los diámetros de cada tramo de tubería se pueden ver en los esquemas y planos adjuntos.

El aislamiento de las tuberías de frío se realizará, por medio de espuma auto-extinguible de celdas cerradas con acabado exterior listo, haciendo hincapié en el sellado de las juntas para evitar posibles condensaciones. Se procurará siempre que sea posible trazar las líneas de frío por debajo de la instalación eléctrica.

Toda la instalación incluirá los accesorios y acoplamientos necesarios para soportar la tubería en aquellos tramos en los que no se utilice bandeja.

## INSTALACIÓN DE BAJA TEMPERATURA

Se ha seleccionado el sistema directo por expansión de R-448<sup>a</sup> en evaporadores con circulación forzada de aire, alimentados por válvulas de expansión termostáticas.

El refrigerante utilizado para los servicios de temperatura negativa es R-448<sup>a</sup>, pertenece al Grupo L1, está clasificado según el Reglamento de seguridad para plantas frigoríficas como Alta Seguridad A (no inflamable, baja toxicidad).

El cerramiento de los locales, ya existentes, refrigerados está realizado mediante paneles prefabricados desmontables, Estos paneles están formados por dos chapas lacadas entre las que se inyecta poliuretano de 35-40 kg/m<sup>3</sup> de densidad. En el documento de cálculos se determinarán las características de dichos aislamientos.

De la misma manera que en la instalación de alta temperatura, se considerarán a la hora de montaje las prescripciones recomendadas para el trazado y aislamiento de las tuberías de aspiración.

Cada uno de los circuitos de los distintos servicios (líquido y aspiración) a partir de las centrales llevarán sus llaves de corte manuales.

## 6.2. CARACTERISTICAS DE DISEÑO

Toda la instalación de frío alimentario estará gobernada por un sistema electrónico, cuyo funcionamiento se describirá en el apartado correspondiente.

Como base para el diseño de la instalación, se han considerado las siguientes condiciones, en verano:

	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)
<b>Tª Ambiente exterior</b>	38	80
<b>Tª Ambiente ext cámaras</b>	27	50
<b>Conductividad térmica paneles cámaras</b>	0,24 kcal/h.m <sup>2</sup> °C	

Las centrales frigoríficas, estarán montadas sobre bancada metálica, disponiendo de sus unidades condensadoras por aire, situadas en el exterior sobre la caseta de sala de máquinas.

En la descarga general de cada central se incorporará un separador de aceite automático con línea de purga al circuito de baja, dotado de su válvula de seccionamiento.

Tanto las líneas de líquido como las de aspiración dispondrán de filtros deshidratadores antiácidos desmontables.

Las líneas de líquido llevarán un visor con señalización de humedad. Se instalará un panel metálico acoplado a la bancada de cada central reformada, que incluirá los controles de seguridad de alta, de baja, aceite y presostatos de seguridad de marcha paro de compresores.

Los manómetros de alta y baja irán conectados al sistema con válvulas de seccionamiento.

Los conjuntos completos llevarán antivibradores que descansarán sobre bancadas de hormigón, para evitar la transmisión de vibraciones al resto del edificio.

Se tendrá especial cuidado con la instalación de los tubos capilares para evitar el contacto cobre/cobre y su rozamiento.

## 6.3. CENTRALES FRIGORÍFICAS

Las centrales están constituidas por varios compresores semiherméticos conectados en paralelo. El engrase de los órganos móviles se realiza por bomba de aceite. La reposición de aceite a los cárteres de cada compresor se realizará de forma automática mediante boyas de nivel y depósito de pulmón.

La composición particular será la siguiente:

#### CENTRAL FRIGORÍFICA POSITIVA "A"

- Nº Compresores: 5
- Marca: BITZER
- Modelo: 6H 35.2 Y -40P
- Tipo: alternativo semihermético
- Capacidad frigorífica total (-10°C/ +45°C): 266 Kw
- Potencia eléctrica absorbida total: 127,50 Kw
- Refrigerante: R-448<sup>a</sup>
- Velocidad: 1.450 r.p.m

#### CENTRAL POSITIVA "B"

- Nº Compresores: 5
- Marca: BITZER
- Modelo: 6H 35.2 Y -40P
- Tipo: alternativo semihermético
- Capacidad frigorífica total (-10°C/ +45°C): 266 Kw
- Potencia eléctrica absorbida total: 127,50 Kw
- Refrigerante: R-448<sup>a</sup>
- Velocidad: 1.450 r.p.m

#### CENTRAL FRIGORÍFICA NEGATIVA

- Nº Compresores: 5
- Marca: BITZER
- Modelo: 6JE 33Y 40P
- Tipo: alternativo semihermético
- Capacidad frigorífica total (-35°C / +45°C): 70,6 Kw
- Potencia eléctrica absorbida total: 62,4 Kw
- Refrigerante: R-448A
- Velocidad: 1.450 r.p.m

#### 6.4. CONDENSADORES

El sistema de condensación será por aire para las tres centrales. En las centrales de Alta temperatura los condensadores son los existentes en la instalación booter que se reacondiciona, no siendo necesaria la adquisición de nuevos condensadores para los servicios de Alta.

A continuación, se exponen las características de los condensadores instalados.

#### **SERVICIOS DE TEMPERATURA POSITIVA. (CONDENSADORES EXISTENTES)**

La condensación de los gases procedentes de la descarga de la central para temperatura positiva se efectuará mediante 3 condensadores axiales por cada una de las centrales, de tipo refrigerado por aire de la marca ERS Aire-CAM-

2238/16P (259 Kw cada uno)  $\Delta T = 15^{\circ}\text{C}$ . Sus baterías están construidas en tubo de cobre y aletas de aluminio, el envoltorio de aluminio y acero galvanizado. Para la circulación forzada del aire se adoptan ventiladores de tipo helicoidal. Una descripción más detallada de los condensadores se realiza en el punto correspondiente de la presente memoria.

<b>CONDENSADOR CENTRAL POSITIVA A</b>	
<b>Marca</b>	ERSAIRE
<b>Modelo</b>	CAM-2238/16P
<b>Número de unidades</b>	3
<b>Rendimiento unitario <math>\Delta T = 15^{\circ}\text{C}</math></b>	259,0
<b>Caudal de aire m<sup>3</sup>/h</b>	59.408
<b>Caudal de aire total m<sup>3</sup>/h</b>	178.224
<b>Número ventiladores</b>	24
<b>Potencia (W)</b>	6.720 W

<b>CONDENSADOR CENTRAL POSITIVA B</b>	
<b>Marca</b>	ERSAIRE
<b>Modelo</b>	CAM-2238/16P
<b>Número de unidades</b>	3
<b>Rendimiento unitario <math>\Delta T = 15^{\circ}\text{C}</math></b>	259,0
<b>Caudal de aire m<sup>3</sup>/h</b>	59.408
<b>Caudal de aire total m<sup>3</sup>/h</b>	178.224
<b>Número ventiladores</b>	24
<b>Potencia (W)</b>	6.720 W

### **SERVICIOS DE TEMPERATURA NEGATIVA. (NUEVA INSTALACIÓN)**

La condensación de los gases procedentes de la descarga de la central para temperatura negativa se efectuará mediante 1 condensador axial del tipo refrigerado por arie de la marca ECO MODINE EGK6220N4E08V  $\Delta T = 15^{\circ}\text{C}$ . Sus baterías están construidas en tubo de cobre y aletas de aluminio, el envoltorio de aluminio y acero galvanizado. Para la circulación forzada del aire se adoptan ventiladores de tipo helicoidal. Una descripción más detallada de los condensadores se realiza en el punto correspondiente de la presente memoria.

<b>CONDENSADOR CENTRAL NEGATIVA</b>	
<b>Marca</b>	ECO MODINE
<b>Modelo</b>	EGK6220N4E08V
<b>Número de unidades</b>	1
<b>Rendimiento unitario <math>\Delta T = 15^{\circ}\text{C}</math></b>	139.7
<b>Caudal de aire m<sup>3</sup>/h</b>	50980
<b>Número ventiladores</b>	2
<b>Potencia (W)</b>	2.646

## SISTEMA DE CONDENSACIÓN

Cuando entra algún contactor de compresores en cualquiera de las centrales, y el presostato de alta presión mínima, se encuentra cerrado, dará una entrada común al autómata, el mismo las procesará y dará las salidas correspondientes según la temperatura exterior, el D.T y la presión de condensación.

Si el presostato de mínima ( $25^{\circ}\text{C}$  de  $T_c$ ) o los contactores de los compresores se encuentran abiertos, no recibirá la señal de alimentación del autómata y cortará todas las salidas instantáneamente.

Cuando se cierre algún contactor de los compresores y el presostato de mínima esté cerrado, el autómata dará todas las salidas que los parámetros de regulación le autoricen en ese momento, siempre con un tiempo de retardo mínimo para que no arranquen a la vez.

El ciclo de funcionamiento de las salidas del autómata será relativo (el primero que sale, será el último en entrar) para que todos funcionen las mismas horas del año.

Existirán dos presostatos de seguridad máxima, que independientemente del funcionamiento del autómata, cuando la presión de condensación llegue a  $+45^{\circ}\text{C}$  o  $+46^{\circ}\text{C}$ , se conectarán una serie de relés, que a su vez conectarán los contactores de los ventiladores en condensadores.

- $\Delta T$  podrá ser regulable entre  $4^{\circ}\text{C}$  y  $11^{\circ}\text{C}$
- $T_a$  podrá ser regulable  $25^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$
- $T_c$  podrá ser regulable entre  $25^{\circ}\text{C}$  y  $40^{\circ}\text{C}$

Las salidas estarán temporizadas entre 0 seg y 30 seg, regulables.

El sistema de recuperación de aceite se hace mediante separador automático, que lo envía a un depósito de almacenamiento encargado de distribuir a los distintos reguladores de nivel el aporte necesario manteniendo el nivel correcto en cada uno de los compresores.

Todos los compresores disponen de un sistema de lubricación por bomba de engrase controlada por el presostato diferencial de aceite de rearme manual, que interrumpirá el funcionamiento de estos.

El agente refrigerante para condensación es aire. Estos condensadores se instalarán en la cubierta junto a los existentes.

### 6.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS CÁMARAS Y SUS NECESIDADES

Todos los evaporadores de las cámaras frigoríficas y obradores objeto de la presente memoria serán por circulación forzada de aire mediante ventiladores axiales. Las baterías evaporadoras estarán constituidas por tubos de cobre con aletas de aluminio.

La separación de aletas varía según la aplicación. Todos los evaporadores llevarán un cerramiento de plancha de aluminio donde se alojarán los ventiladores y la bandeja de recogida de agua con desagües.

El control y registro de temperatura, así como el fin de desescarche de evaporadores, se efectuará mediante control electrónico emplazados en el cuadro eléctrico, e identificados mediante su número de dirección.

El control de temperatura actúa sobre la electroválvula de refrigerante líquido, cerrando la misma, cuando alcance la temperatura de consigna.

El control de fin de desescarche actúa sobre un relé que inicia la fase de frío, aunque no hubiese concluido el tiempo prefijado en el temporizador.

Los tiempos prefijados en los temporizadores de desescarche podrán estar comprendidos entre 30 y 45 minutos, aunque esto puede variar según zonas, utilización, etc. Siendo un parámetro éste, susceptible de reajuste según la propia experiencia en la industria.

A continuación, se relacionan los evaporadores y las temperaturas de régimen previstas.

## CENTRAL POSITIVA

CENTRAL	DENOMINACIÓN	MOD ELO	VOLUME N (M <sup>3</sup> )	T <sup>a</sup> REGIME N	PF (KW)
<b>CENTRAL B</b>	CP1 CARNES	NAP 560/6 P	130,0	+0/+2	10.290
<b>CENTRAL B</b>	CP2 RECEPCION CARNES	BAJA	BAJA	BAJA	ANULAD A
<b>CENTRAL B</b>	CP3 VERDURAS	NAP 130/8 P	15,0	+0/+2	2.550
<b>CENTRAL B</b>	CP4 PRODUCTO TERMINADO	NGP/ 449	54,0	+0/+2	4.179
<b>CENTRAL B</b>	CP5	BAJA	BAJA	BAJA	ANULAD A
<b>CENTRAL A</b>	CP6 OBRADOR	BAJA	BAJA	BAJA	ANULAD A
<b>CENTRAL B</b>	CP7 CARNE PICADA	NAP 360/6 P	27,0	+0/+2	4.440
<b>CENTRAL A</b>	CP8 C.P.T	BAJA	BAJA	BAJA	ANULAD A
<b>CENTRAL A</b>	CP9 PLATOS PREPARADOS	NGP 357	28,0	+0/+2	3.324

<b>CENTRAL A</b>	CP10 QUESOS	NGP 357	26,0	+0/+5	3.324
<b>CENTRAL A</b>	CP11 AVES 1	DFM N 24E	26,0	+0/+2	3.115
<b>CENTRAL A</b>	CP12 PLATOS PREPARADOS	NGP 357	17,0	+0/+5	3.324
<b>CENTRAL A</b>	CP13 PESCADO	LN 09 MH1	53,0	+0/+5	8.000
<b>CENTRAL A</b>	CP14 EMBUTIDOS	NGP 357	32,0	+0/+5	3.324
<b>CENTRAL A</b>	CP15 YOGURES	NGP 1006	100,0	+2/+5	9.359
<b>CENTRAL A</b>	CP16 OBRADOR	No identi f	110,3	+2/+5	19.858
<b>CENTRAL A</b>	CP17 EMBUTIDOS	NGP 357	26,0	0+/-5	3.324
<b>CENTRAL A</b>	CP18 AVES	NAP 130/6 P	15,0	+0/+2	2.550
<b>CENTRAL A</b>	CP19 PIZZAS	NMN 127P	21,0	+2/+5	1.479
<b>CENTRAL B</b>	CP20 SALA ETIQ	BAJA	BAJA	BAJA	ANULAD A
<b>CENTRAL A</b>	CP21 PASTELERIA	NGP 303	26,0	+2/+5	2.821
<b>CENTRAL A</b>	CP22 AVES	NMN 127P	13,0	+2/+2	1.183
<b>CENTRAL A</b>	CP23 FRUTAS Y VERDURAS	NAP 630/6 P	57,0	+2/+8	8.555

### CENTRAL NEGATIVA

<b>CENTRAL</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>MODELO</b>	<b>VOLUMEN (M<sup>3</sup>)</b>	<b>T<sup>a</sup> REGIMEN</b>	<b>PF (KW)</b>
<b>AK-CC-550</b>	CN2 PESCADO	CCEH 353BS	39,0	-22/-24	6.420
<b>AK-CC-550</b>	CN3 CARNE	CCEH 251CS	8,0	-22/-24	1.560
<b>AK-CC-550</b>	CN4 PASTELERÍA	KOBOL CC 114	80,0	-22/-24	10.340
<b>AK-CC-550</b>	CN5 CONG PATIO	BOHN BHL 403 BS	88,0	-22/-24	10.920

NOTA: Todas las cámaras tienen una altura de 2,50m.

## 6.6. MOBILIARIO

### MURALES

CENTRAL	DENOMINACIÓN	MODELO	LONGITUD (M)	Tª REGIMEN	PF (KW)
<b>CENTRAL B</b>	VP1AM.CARNES	NMCC228	8,75	+0/+3	12.425
<b>CENTRAL B</b>	VP1BM.CARNES	-	3,75	+0/+3	5.325
<b>CENTRAL B</b>	VP1CM.CARNES	-	2,5	+0/+3	830
<b>CENTRAL B</b>	VP2A VITRINA AVES	VSS 726	4,55	+0/+3	1.511
<b>CENTRAL B</b>	VP2B VITRINA AVES	WPS 726-6	3,75	+0/+3	6.675
<b>CENTRAL B</b>	VP15M CARNES	WPS 726-6	3,75	+0/+3	6.675
<b>CENTRAL B</b>	VP16M CARNES	WPS 726-6	3,75	+0/+3	6.675
<b>CENTRAL B</b>	VP17M CARNES	WPS 726-6	3,75	+0/+3	6.675
<b>CENTRAL B</b>	VP3A PRODUCTOS	-	2,5	+2/+4	4.450
<b>CENTRAL B</b>	VP3B PRODUCTOS	-	2,5	+2/+4	4.450
<b>CENTRAL B</b>	VP3C PRODUCTOS	NO EXISTE	NO EXISTE	NO EXISTE	NO EXISTE
<b>CENTRAL B</b>	VP4M POSTRES	SMHSFL 6/4	13,56	+2/+4	14.984
<b>CENTRAL B</b>	VP5AM YOGURT	SMHSFL 3/6	5,62	+2/+4	6.210
<b>CENTRAL B</b>	VP5BM YOGURT	SMHSFL 6	3,75	+2/+4	4.144
<b>CENTRAL B</b>	VP5CM YOGURT	SMHSFL 6	3,75	+2/+4	4.144
<b>CENTRAL B</b>	VP6V PESCADO	MCC28 6.05	3,75	+0/+3	4.144
<b>CENTRAL B</b>	VP7 CUARTAGAMA	-	11,5	+4/+6	12.708
<b>CENTRAL A</b>	VP8A CABINERIAS MURALES	MB18B2 6.01	8,75	+2/+4	9.669
<b>CENTRAL A</b>	VP8B CABINERIAS MURALES	MB18B2 6.01	7,5	+2/+4	8.288
<b>CENTRAL A</b>	VP9M CHARCUTERÍA	SIML 16-6	11,25	+2/+4	13.804
<b>CENTRAL A</b>	VP10 CHARCUTERÍA	VPS 726/276	7,1	+2/+4	8.712
<b>CENTRAL A</b>	VP11A CHARCUTERIAS	S2A6	3,75	+2/+4	4.601
<b>CENTRAL A</b>	VP11B CHARCUTERIAS	S2A6	3,75	+2/+4	4.601
<b>CENTRAL A</b>	VP12A QUESOS	S2A6	3,75	+2/+4	4.144

<b>CENTRAL A</b>	VP12B QUESOS	S2A6	3,75	+2/+4	4.144
<b>CENTRAL A</b>	VP13A QUESOS	-	7,5	+2/+4	8.288
<b>CENTRAL A</b>	VP13B QUESOS	-	8,75	+2/+4	9.669
<b>CENTRAL A</b>	VP14M QUESOS	SMHL	17,5	+2/+4	19.338

## ISLAS DE CONGELADO

CENTRAL	DENOMINACIÓN	MODEL	LONGITUD (M)	Tª REGIMEN	PF (KW)
<b>LN1</b>	ISLA CONG 1	IRIOS SG3 G5 C8	25,2	-21/-23	10.432,8
<b>LN2</b>	ISLA CONG 2	IRIOS SG3 G5 C8	2,5	-21/-24	1.035,0
<b>LN5B</b>	ISLA CONG 3	IRIOS SG3 G5 C8	2,5	-21/-25	1.035,0
<b>LN5</b>	ISLA CONG 4	IRIOS SG3 G5 C8	25,2	-21/-26	10.432,8
<b>LN6A</b>	ISLA CONG 5	IRIOS SG3 G5 C8	2,5	-21/-24	1.035,0
<b>LN3</b>	ISLA CONG 6	IRIOS SG3 G5 C8	2,5	-21/-24	1.035,0
<b>LN7A</b>	ISLA CONG 7	G7M6 6	12,6	-21/-29	5.216,4
<b>LN4A</b>	ISLA CONG 8	G7M6 6	12,6	-21/-30	5.216,4
<b>LN8A</b>	ISLA CONG 9	G7M6 6	2,5	-21/-31	1.035,0
<b>LN8B</b>	ISLA CONG 10	G7M6 6	2,5	-21/-32	1.035,0

Los presostatos de seguridad de alta presión estarán tarados a 25Kg/cm<sup>2</sup>, rearmándose de forma automática.

Los presostatos de seguridad de baja presión en la central de alta temperatura estarán tarados a 4,41 Kg/cm<sup>2</sup>, rearmándose de forma automática.

Los presostatos de seguridad de baja presión en la central de baja temperatura estarán tarados a 1,73 Kg/cm<sup>2</sup>.

El control de capacidad de las centrales de frío se realizará por medio de dos transductores de presión analógicos/digital TT3 actuando sobre centralita.

El sistema de recuperación de aceite consistirá en un separador automático, que lo envía a un depósito de almacenamiento encargado de distribuir a los distintos reguladores de nivel el aporte necesario, debiendo mantenerse el nivel entre ¼ y ½ de altura del visor.

Para mantener el aceite en condiciones óptimas de temperatura, y por lo tanto de viscosidad, (entre 40°C y 60°C), es enviado a un enfriador previsto a tal efecto, disponiendo el sistema de enfriamiento de una válvula de tres vías de regulación proporcional, que permite mezclar el aceite procedente del enfriador, y el que contiene el propio separador de aceite, consiguiendo de este modo adecuar la temperatura de aceite a las necesidades de la central.

Además, cada compresor estará dotado de una válvula solenoide que inyecta aceite cada vez que entra en funcionamiento.

La falta de engrase puede ser tanto por ausencia de aceite, como por refrigerante líquido mezclado, este fenómeno se aprecia a través del visor de flujo, si se observa un excesivo efecto espumante.

## 6.7. TUBERÍAS

En lo referente a la tubería, el tendido será aéreo, por falso techo descendiendo a los equipos por canal metálica de acero galvanizado.

Como se ha comentado los tubos irán protegidos por medio de canal metálico (bandeja), que evite cualquier golpe que pudiera provocar una fuga de refrigerante. Para dicho tendido de tuberías, se han tenido en cuenta, especialmente tuberías de aspiración, las normas técnicas que aseguren el retorno de aceite a las centrales. Todas las tuberías de aspiración van aisladas con el fin de reducir pérdidas y evitar condensaciones. Dicho tendido sale de la sala de máquinas y llega hasta el nivel del techo de las cámaras, para el caso del mobiliario la tubería ascenderá desde la planta baja a la sala de ventas, para acometer estos servicios desde abajo.

Los esquemas de tubería correspondientes a la instalación frigorífica se adjuntan en el documento de planos.

La tubería tendrá los diámetros indicados en los esquemas de tubería de cada central, de forma que se atiendan las necesidades de cada punto de consumo.

Las tuberías irán aisladas en todo su recorrido con coquilla ARMAFLEX para evitar las condensaciones y reducir pérdidas, con un espesor de 25 mm. Cuando esta tubería requiera pintarse se realizará mediante pintura ARMAFINISH.

Para dicho tendido de las líneas de baja temperatura, se tendrá en cuenta, especialmente en las tuberías de aspiración, las normas técnicas que aseguren el retorno de aceite a las centrales. En todos aquellos puntos de consumo en los que el funcionamiento simultáneo sea poco probable, aunque su consumo sea elevado, se establecerá una doble columna para que el aceite no obture la tubería impidiendo el paso del gas refrigerante, y sea retornado a las centrales, por este motivo se establecerán los sifones en aquellos puntos en que fueran necesarios.

De cada una de las centrales de refrigeración partirán varias líneas de refrigerante, que se irán ramificando en función de los servicios que deban atender. En cualquier caso la tubería utilizada deberá ser de cobre, especial para instalaciones de refrigeración, decapada y deshidratada, con los espesores adecuados a la norma ASTM-B88/B280 para diámetros inferiores a 2 “y tubería de acero estirado sin soldadura calidad DIN 2440 para tubería de diámetros iguales o superiores a 2”.

## 6.8. CONTROL Y REGULACIÓN

La puesta en marcha de los compresores objeto de la presente reforma, se efectuará en todo momento de forma escalonada mediante un programador, especialmente después de cada paro general por avería eléctrica o frigorífica. El control de la capacidad de cada central, según la demanda de frío de los distintos servicios, será por medio de presostatos, en función de la presión de aspiración, del mismo modo, utilizando relés temporizados, deberán evitarse los ciclos cortos de los compresores en caso de paro por avería eléctrica o frigorífica.

Se incluirán controles de seguridad de alta, baja y aceite, llevando cada compresor los tres controles, deberá preverse un control de presión de condensación al objeto de mantener el nivel constante en todo momento, sea cual sea la demanda de frío.

Cada servicio irá controlado por un termostato de ambiente que accionará la válvula de inyección electrónica situada en la línea de líquido.

Según el número de circuitos que estén conectados se producirá una variación de la presión de aspiración en función de la cual, y mediante mando presostático de regulación escalonada, se pararán y pondrán en marcha los compresores.

Este mando presostático es singular para cada central, no pudiendo ser en ningún caso el presostato de baja de los compresores.

### DESESCARCHES

El desescarche periódico de los evaporadores se realizará por resistencia eléctrica para los servicios negativos y positivos +0/+2 y aire para los servicios positivos +2/+6 - +12/+14.

El control y registro de temperatura, así como el fin de desescarche de evaporadores, se efectúa mediante centralita electrónica.

## 6.9. OBSERVACIONES DE INTERÉS

- Si por alguna razón hay que pasar todos los compresores de una central frigorífica cualquiera, ES OBLIGATORIO CORTAR ANTES LOS SERVICIOS DE FRIO ATENDIDOS POR ESA MISMA CENTRAL.

- Después de una parada total, los ventiladores de condensación no funcionarán hasta que la presión sea lo suficientemente elevada para que actúen los correspondientes presostatos de control de condensación. Cada compresor frigorífico incorpora un temporizador que retarda el arranque unos segundos para evitar arranques simultáneos en caso de cortes de suministro eléctrico.
- La puesta en marcha de una central frigorífica después de un periodo prolongado de paro se hará conectando todos los compresores y a continuación se irán conectando uno a uno los consumos correspondientes a esta central CUIDANDO DE NO SOBREPASAR LOS VALORES DE PRESIÓN, de otra manera se pueden provocar sobrecargas en el sistema de condensación y en los devanados eléctricos, dando lugar a posibles accionamientos de presostatos de alta y guardamotores respectivamente.
- La acumulación excesiva de hielo en los evaporadores de las cámaras puede indicar una avería, pero frecuentemente es debido a aperturas negligentes de la puerta y/o a la necesidad de reajuste de tiempo destinado a la fase de descorchado en ese servicio.

## 7. CLASIFICACIÓN DEL REFRIGERANTE Y DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

### 7.1. CLASIFICACIÓN

La instalación se compone de servicios de temperatura positiva y negativa. El refrigerante utilizado es el R-448<sup>a</sup>, pertenece al grupo L1, cuyo punto de ebullición a una atmósfera es -45,9°C. Está clasificado según el “Reglamento de Seguridad para Plantas Frigoríficas” como de Alta Seguridad A1 (no inflamable, baja toxicidad)

#### Propiedades físicas

PROPIEDADES FISICAS	UNIDADES	R-448A
Peso molecular	g/mol	86,3
Punto de ebullición a 1,013 bar	°C	-45,9
Temperatura crítica	°C	83,7
Presión crítica	bar	46,6
Densidad crítica	Kg/m <sup>3</sup>	480,2
Densidad de vapor en punto de ebullición	Kg/m <sup>3</sup>	4,701
Densidad de líquido 0 °C	Kg/m <sup>3</sup>	1192,5
Densidad de líquido 25 °C	Kg/m <sup>3</sup>	1092,3
Calor de vaporización en punto de ebullición	Kj/Kg	241,1

<b>Presión de vapor 25 °C</b>	bar	11,07
<b>Temperatura deslizamiento glide</b>	k	~4
<b>Inflamabilidad</b>		No
<b>PCA (GWP)</b>		1387

## 7.2. 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 CO<sub>2</sub>, consecuencia de la producción de energía necesaria para el funcionamiento del sistema de refrigeración durante su período de vida útil. Se expresa en kilogramos equivalente de CO<sub>2</sub>

El TEWI ha sido concebido para determinar la contribución total del sistema de refrigeración utilizado al calentamiento atmosférico. Cuantifica el calentamiento atmosférico directo del refrigerante si se libera y la contribución indirecta de la energía requerida para que el equipo trabaje durante su vida útil.

El factor TEWI se calculará por medio de la siguiente fórmula, en la que los diferentes tipos de impacto están correspondientemente separados.

$$TEWI = [PCA \times L \times n] + [PCA \times m (1 - \alpha_{recuperación})] + [n \times E_{anual} \times \beta]$$

$$[PCA \times L \times n] = \text{Impacto debido a perdidas por fugas} = \text{PCA directo}$$

$$[PCA \times m (1 - \alpha_{recuperación})] = \text{Impacto por pérdidas producidas en la recuperación} \\ = \text{PCA directo}$$

$$[n \times E_{anual} \times \beta] = \text{Impacto debido a la energía consumida} = \text{PCA indirecto}$$

Refrigerante	R448A
PCA	1.387
L (Kg/año)	20
n (años)	20
m (Kg)	1.200
$\alpha_{recuperación}$	0,95
Horas de funcionamiento anual	3.066

e <sub>anual</sub>	1.076.166
B (kg/kWh)	0,357
Impacto por fugas	554.800
Impacto por pérdidas en la recuperación	83.220
Impacto energía consumida	7.683.825,24
TEWI	8.321.845,24

### 7.3. CARGA DE REFRIGERANTE EN EL SISTEMA

En la central de alta temperatura se ha previsto la instalación de dos recipientes de líquido (uno por central de volumen unitario 400 litros) capacidad suficiente para el servicio normal de la instalación.

En la central de baja temperatura se ha previsto la instalación de un recipiente de líquido de 400 litros, capacidad suficiente para el servicio normal de la instalación.

## 8. CARACTERÍSTICAS DE LOS APARATOS, COLOCACIÓN Y SITUACIÓN

### 8.1. COMPRESORES

Las centrales frigoríficas se ubican en sala de máquinas específica.

Cada central frigorífica se compone de varios compresores montados sobre bancada metálica, interconectados con los servicios a atender.

#### CENTRAL FRIGORÍFICA POSITIVA "A"

- Nº Compresores: 5
- Marca: BITZER
- Modelo: 6H 35.2 Y -40P
- Tipo: alternativo semihermético
- Capacidad frigorífica total (-10°C/ +45°C): 266 Kw
- Potencia eléctrica absorbida total: 127,50 Kw
- Refrigerante: R-448<sup>a</sup>
- Velocidad: 1.450 r.p.m

#### CENTRAL POSITIVA "B"

- Nº Compresores: 5
- Marca: BITZER
- Modelo: 6H 35.2 Y -40P
- Tipo: alternativo semihermético

- Capacidad frigorífica total (-10°C/ +45°C): 266 Kw
- Potencia eléctrica absorbida total: 127,50 Kw
- Refrigerante: R-448<sup>a</sup>
- Velocidad: 1.450 r.p.m

#### CENTRAL FRIGORÍFICA NEGATIVA

- N° Compresores: 5
- Marca: BITZER
- Modelo: 6J 33Y 40P
- Tipo: alternativo semihermético
- Capacidad frigorífica total (-35°C / +45°C): 70,60 Kw
- Potencia eléctrica absorbida total: 62,40 Kw
- Refrigerante: R-448A
- Velocidad: 1.450 r.p.m

## 8.2.CONDENSADORES

El sistema de condensación será por aire para las tres centrales objeto. Se encuentran situados en la cubierta de la sala de máquinas.

A continuación, se exponen las características de los condensadores instalados.

Como se ha comentado en apartados anteriores los condensadores de las centrales de Alta temperatura son los existentes en la instalación booster que se reacondiciona, no siendo necesaria la adquisición de nuevos condensadores para los servicios de Alta temperatura.

CONDENSADOR CENTRAL POSITIVA A	
Marca	ERSAIRE
Modelo	CAM-2238/16P
Número de unidades	3
Rendimiento unitario $\Delta T = 15^{\circ}\text{C}$	259,0
Caudal de aire m <sup>3</sup> /h	59.408
Caudal de aire total m <sup>3</sup> /h	178.224
Número ventiladores	24
Potencia (W)	6.720 W

CONDENSADOR CENTRAL POSITIVA B	
Marca	ERSAIRE
Modelo	CAM-2238/16P
Número de unidades	3
Rendimiento unitario $\Delta T = 15^{\circ}\text{C}$	259,0
Caudal de aire m <sup>3</sup> /h	59.408
Caudal de aire total m <sup>3</sup> /h	178.224
Número ventiladores	24
Potencia (W)	6.720 W

<b>CONDENSADOR CENTRAL NEGATIVA</b>	
<b>Marca</b>	ECO MODINE
<b>Modelo</b>	EGK6220N4E08V
<b>Número de unidades</b>	1
<b>Rendimiento unitario <math>\Delta T = 15^{\circ}\text{C}</math></b>	139.7
<b>Caudal de aire m<sup>3</sup>/h</b>	50980
<b>Número ventiladores</b>	2
<b>Potencia (W)</b>	2.646

### 8.3. EVAPORADORES

#### CÁMARAS

<b>CENTRAL</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>MODELO</b>	<b>VOLUMEN (M<sup>3</sup>)</b>	<b>T<sup>a</sup> REGIMEN</b>	<b>PF (KW)</b>
<b>CENTRAL B</b>	CP1 CARNES	NAP 560/6P	130,0	+0/+2	10.290
<b>CENTRAL B</b>	CP2 RECEPCION CARNES	BAJA	BAJA	BAJA	ANULADA
<b>CENTRAL B</b>	CP3 SEBOS	NAP 130/8P	15,0	+0/+2	2.550
<b>CENTRAL B</b>	CP4 PRODUCTO TERMINADO	NGP/449	54,0	+0/+2	4.179
<b>CENTRAL B</b>	CP5	BAJA	BAJA	BAJA	ANULADA
<b>CENTRAL A</b>	CP6 OBRADOR	BAJA	BAJA	BAJA	ANULADA
<b>CENTRAL B</b>	CP7 CARNE PICADA	NAP 360/6P	27,0	+0/+2	4.440
<b>CENTRAL A</b>	CP8 C.P.T	BAJA	BAJA	BAJA	ANULADA
<b>CENTRAL A</b>	CP9 DECOMISOS	NGP 357	28,0	+0/+2	3.324
<b>CENTRAL A</b>	CP10 QUESOS	NGP 357	26,0	+0/+5	3.324
<b>CENTRAL A</b>	CP11 AVES 1	DFMN 24E	26,0	+0/+2	3.115
<b>CENTRAL A</b>	CP12 PLATOS PREPARADOS	NGP 357	17,0	+0/+5	3.324
<b>CENTRAL A</b>	CP13 PESCADO	LN 09 MH1	53,0	+0/+5	8.000
<b>CENTRAL A</b>	CP14 EMBUTIDOS	NGP 357	32,0	+0/+5	3.324
<b>CENTRAL A</b>	CP15 YOGURES	NGP 1006	100,0	+2/+5	9.359
<b>CENTRAL A</b>	CP16 OBRADOR	No identif	110,3	+2/+5	19.858

<b>CENTRAL A</b>	CP17 EMBUTIDOS	NGP 357	26,0	0+/-5	3.324
<b>CENTRAL A</b>	CP18 AVES	NAP 130/6P	15,0	+0/+2	2.550
<b>CENTRAL A</b>	CP19 OBRADOR	NMN 127P	21,0	+2/+5	1.479
<b>CENTRAL B</b>	CP20 SALA ETIQ	BAJA	BAJA	BAJA	ANULADA
<b>CENTRAL A</b>	CP21 OBRADOR	NGP 303	26,0	+2/+5	2.821
<b>CENTRAL A</b>	CP22 AVES	NMN 127P	13,0	+2/+2	1.183
<b>CENTRAL A</b>	CP23 FRUTAS Y VERDURAS	NAP 630/6P	57,0	+2/+8	8.555

<b>CENTRAL</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>MODELO</b>	<b>VOLUMEN (M^3)</b>	<b>Tª REGIMEN</b>	<b>PF (KW)</b>
<b>AK-CC-550</b>	CN2 PESCADO	CCEH 353BS	39,0	-22/-24	6.420
<b>AK-CC-550</b>	CN3 CARNE	CCEH 251CS	8,0	-22/-24	1.560
<b>AK-CC-550</b>	CN4 PASTELERÍA	KOBOL CC 114	80,0	-22/-24	10.340
<b>AK-CC-550</b>	CN5 CONG PATIO	BOHN BHL 403 BS	88,0	-22/-24	10.920

## MOBILIARIO

<b>CENTRAL</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>MODELO</b>	<b>LONGITUD (M)</b>	<b>Tª REGIMEN</b>	<b>PF (KW)</b>
<b>CENTRAL B</b>	VP1AM.CARNES	NMCC228	8,75	+0/+3	12.425
<b>CENTRAL B</b>	VP1BM.CARNES	-	3,75	+0/+3	5.325
<b>CENTRAL B</b>	VP1CM.CARNES	-	2,5	+0/+3	830
<b>CENTRAL B</b>	VP2A VITRINA AVES	VSS 726	4,55	+0/+3	1.511
<b>CENTRAL B</b>	VP2B VITRINA AVES	WPS 726-6	3,75	+0/+3	6.675
<b>CENTRAL B</b>	VP15M CARNES	WPS 726-6	3,75	+0/+3	6.675
<b>CENTRAL B</b>	VP16M CARNES	WPS 726-6	3,75	+0/+3	6.675
<b>CENTRAL B</b>	VP17M CARNES	WPS 726-6	3,75	+0/+3	6.675
<b>CENTRAL B</b>	VP3A PRODUC CAL	-	2,5	+2/+4	4.450
<b>CENTRAL B</b>	VP3B PRODUC CAL	-	2,5	+2/+4	4.450

<b>CENTRAL B</b>	VP3C PRODUC CAL	NO EXISTE	NO EXISTE	NO EXISTE	NO EXISTE
<b>CENTRAL B</b>	VP4M POSTRES	SMHSFL 6/4	13,56	+2/+4	14.984
<b>CENTRAL B</b>	VP5AM YOGURT	SMHSFL 3/6	5,62	+2/+4	6.210
<b>CENTRAL B</b>	VP5BM YOGURT	SMHSFL 6	3,75	+2/+4	4.144
<b>CENTRAL B</b>	VP5CM YOGURT	SMHSFL 6	3,75	+2/+4	4.144
<b>CENTRAL B</b>	VP6V PESCADO	MCC28 6.05	3,75	+0/+3	4.144
<b>CENTRAL B</b>	VP7 CUARTA GAMA	-	11,5	+4/+6	12.708
<b>CENTRAL A</b>	VP8A CAB MURALES	MB18B2 6.01	8,75	+2/+4	9.669
<b>CENTRAL A</b>	VP8B CAB MURALES	MB18B2 6.01	7,5	+2/+4	8.288
<b>CENTRAL A</b>	VP9M CHARCUTERÍA	SIML 16-6	11,25	+2/+4	13.804
<b>CENTRAL A</b>	VP10 CHARCUTERÍA	VPS 726/276	7,1	+2/+4	8.712
<b>CENTRAL A</b>	VP11A CHARCULS	S2A6	3,75	+2/+4	4.601
<b>CENTRAL A</b>	VP11B CHARCULS	S2A6	3,75	+2/+4	4.601
<b>CENTRAL A</b>	VP12A QUESOS	S2A6	3,75	+2/+4	4.144
<b>CENTRAL A</b>	VP12B QUESOS	S2A6	3,75	+2/+4	4.144
<b>CENTRAL A</b>	VP13A QUESOS	-	7,5	+2/+4	8.288
<b>CENTRAL A</b>	VP13B QUESOS	-	8,75	+2/+4	9.669
<b>CENTRAL A</b>	VP14M QUESOS	SMHL	17,5	+2/+4	19.338

<b>CENTRAL</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>	<b>MODELO</b>	<b>LONGITUD (M)</b>	<b>Tª REGIMEN</b>	<b>PF (KW)</b>
<b>LN3</b>	ISLA CONG 1	IRIOS SG3 G5 C8	25,2	-21/-23	10.432,8
<b>LN4A</b>	ISLA CONG 2	IRIOS SG3 G5 C8	2,5	-21/-24	1.035,0
<b>LN4B</b>	ISLA CONG 3	IRIOS SG3 G5 C8	2,5	-21/-25	1.035,0
<b>LN5</b>	ISLA CONG 4	IRIOS SG3 G5 C8	25,2	-21/-26	10.432,8

<b>LN6A</b>	ISLA CONG 5	IRIOS SG3 G5 C8	2,5	-21/-24	1.035,0
<b>LN6B</b>	ISLA CONG 6	IRIOS SG3 G5 C8	2,5	-21/-24	1.035,0
<b>LN7A</b>	ISLA CONG 7	G7M6 6	12,6	-21/-29	5.216,4
<b>LN7B</b>	ISLA CONG 8	G7M6 6	12,6	-21/-30	5.216,4
<b>LN8A</b>	ISLA CONG 9	G7M6 6	2,5	-21/-31	1.035,0
<b>LN8B</b>	ISLA CONG 10	G7M6 6	2,5	-21/-32	1.035,0

#### 8.4. RECIPIENTES DE ALMACENAMIENTO DE LÍQUIDO

Según la IF-10 punto 1.1.1, los sistemas de refrigeración y sus componentes principales deben estar identificados mediante el marcado (placa de identificación), por lo que, en esta instalación al no ser las placas de los recipientes de líquido visibles, se deben sustituir dichos elementos.

Se instalan con las mismas características.

A continuación, se expone un listado de cada uno de los recipientes de almacenamiento de líquido a instalar:

##### **CENTRAL POSITIVA A (NUEVA INSTALACIÓN)**

- Marca TECNAC
- Modelo: RLV-400
- Refrigerante R448A
- Volumen 400 dm<sup>3</sup>
- Presión de diseño 30 bar
- Presión de prueba 33 bar
- Presión de tarado de válvula de seguridad 28 bar

##### **CENTRAL POSITIVA B (NUEVA INSTALACIÓN)**

- Marca TECNAC
- Modelo: RLV-400
- Refrigerante R448A
- Volumen 400 dm<sup>3</sup>
- Presión de diseño 30 bar
- Presión de prueba 33 bar
- Presión de tarado de válvula de seguridad 28 bar

## CENTRAL NEGATIVA (NUEVA INSTALACIÓN)

- Marca TECNAC
- Modelo: RLV- 400
- Refrigerante R448A
- Volumen 400 dm<sup>3</sup>
- Presión de diseño 30 bar
- Presión de prueba 33 bar
- Presión de tarado de válvula de seguridad 28 bar

## 9. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MATERIALES EMPLEADOS EN LOS COMPONENTES FRIGORÍFICOS IF 05

En el diseño de los sistemas de refrigeración y sus componentes se evitarán los posibles riesgos para las personas, los bienes y el medio ambiente.

### 9.1. MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS FRIGORÍFICOS

Los materiales de construcción y de soldadura deberán ser los apropiados para soportar las tensiones mecánicas, térmicas y químicas previsibles. Deberán ser resistentes a los refrigerantes utilizados, a las mezclas de aceite y refrigerante con posibles impurezas y contaminantes, así como los fluidos secundarios tal como se encuentra establecido en el apartado 2 de la IF-05.

### 9.2. MATERIALES EMPLEADOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE EQUIPOS FRIGORÍFICOS

El aislamiento térmico de los circuitos de baja temperatura en una instalación frigorífica juega un papel muy importante en cuanto al rendimiento, hermeticidad, funcionamiento y conservación del sistema. A tal efecto los recipientes, intercambiadores o tuberías y accesorios que trabajen a temperaturas relativamente bajas  $T < 15^{\circ}\text{C}$  deberán estar protegidos mediante aislamiento térmico de la absorción de calor y de las condensaciones superficiales no esporádicas.

La calidad del aislamiento vendrá dada principalmente por su coeficiente de conductividad térmica, su baja permeabilidad al vapor de agua, y su resistencia al envejecimiento y la eficacia de la barrera de vapor.

## 10. COMPONENTES DE LAS INSTALACIONES IF 06

### 10.1. REQUISITOS RELATIVOS A PRESIÓN

Todas las partes del circuito refrigerante estarán diseñadas y construidas para mantener la estanqueidad y soportar la presión que pueda producirse durante el funcionamiento, reposo y transporte teniendo en cuenta las tensiones térmicas, físicas y químicas que puedan preverse.

El valor mínimo para la presión máxima admisible se determinará de acuerdo con la presión de saturación del refrigerante para las temperaturas mínimas de diseño específicas en la tabla 1.

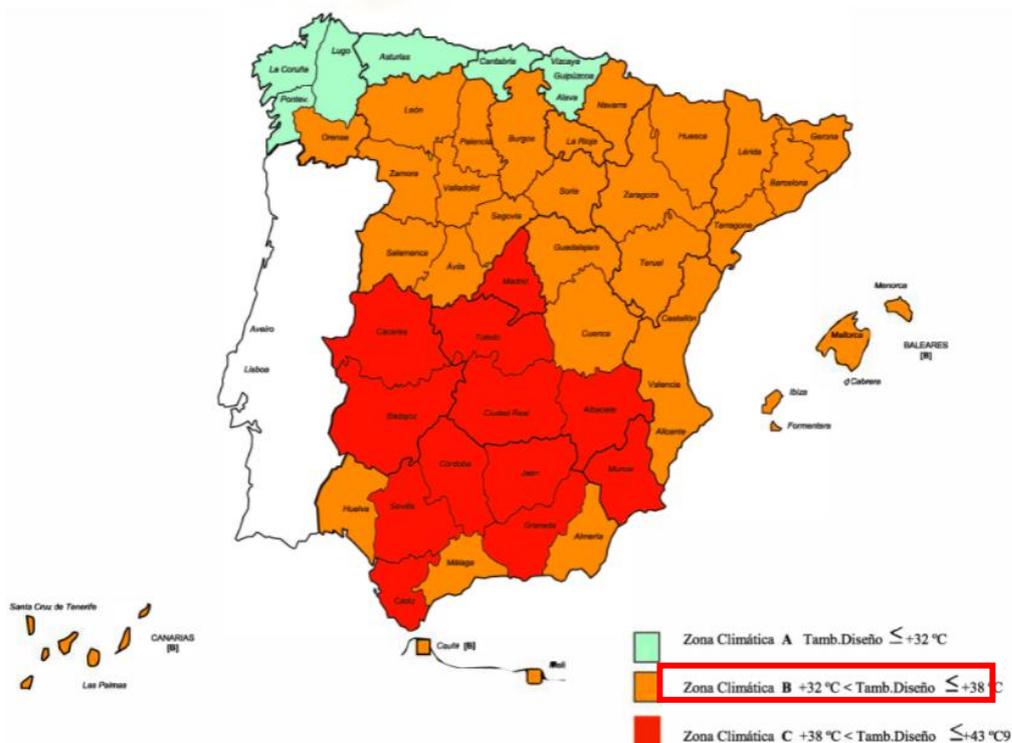
La temperatura de diseño considerada con ZONA CLIMÁTICA B será de  $+32^{\circ}\text{C}$   $< T_{\text{ambiente Diseño}} \leq +38^{\circ}\text{C}$ .

La presión de diseño de cada componente no será inferior a la presión máxima admisible "PS" del sistema o de la parte de este donde vaya instalado.

Tabla 1

Temperaturas de referencia para el diseño

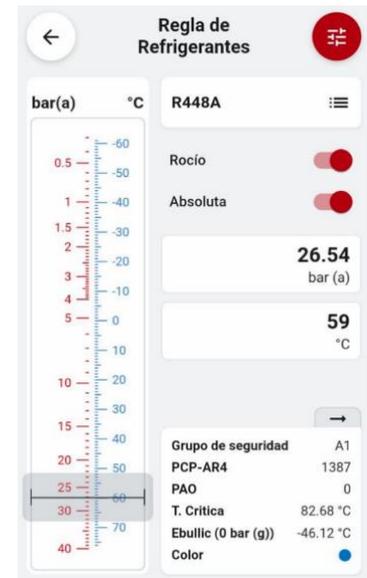
Condiciones ambientales	$t \leq 32^{\circ}\text{C}$	$32^{\circ}\text{C} < t \leq 38^{\circ}\text{C}$	$38^{\circ}\text{C} < t \leq 43^{\circ}\text{C}$	$43^{\circ}\text{C} < t \leq 55^{\circ}\text{C}$
Sector de alta presión con condensador enfriado por aire.	55 $^{\circ}\text{C}$	59 $^{\circ}\text{C}$	63 $^{\circ}\text{C}$	67 $^{\circ}\text{C}$
Sector de alta presión con condensador refrigerado por líquido.	Máxima temperatura de salida de líquido +8 K, pero no inferior a la temperatura de diseño en el sector de baja presión.			
Sector alta presión con condensador evaporativo.	43 $^{\circ}\text{C}$	43 $^{\circ}\text{C}$	43 $^{\circ}\text{C}$	55 $^{\circ}\text{C}$
Sector de baja presión con intercambiador expuesto a temperatura ambiente.	32 $^{\circ}\text{C}$	38 $^{\circ}\text{C}$	43 $^{\circ}\text{C}$	55 $^{\circ}\text{C}$
Sector de baja presión con intercambiador expuesto a temperatura interior.	27 $^{\circ}\text{C}$	33 $^{\circ}\text{C}$	38 $^{\circ}\text{C}$	38 $^{\circ}\text{C}$



MAPA BASADO EN LA TEMP. MEDIA DE LAS MÁXIMAS DIARIAS DEL MES MÁS CALUROSO, CON LOS LÍMITES SUPERIORES SIGUIENTES:

TM1  $< 26.5^{\circ}\text{C}$  TM2  $< 32.5^{\circ}\text{C}$  TM3  $< 37.5^{\circ}\text{C}$

		Valor de referencia
<b>Presión diseño</b>	$\geq 1,0 \times PS$	$\geq 28$
<b>Presión de prueba de resistencia</b>	$P_p = 1,43 \times PS$	40,04
<b>Presión de prueba de estanquidad</b>	$\geq 0,9 PS$ y $\leq 1,0 \times PS$	$\geq 25,2$ y $\leq 28$
<b>Ajuste del dispositivo limitador de presión</b>	$\leq 0,9 \times PS$	$\leq 25,2$
<b>Ajuste del dispositivo limitador de presión</b>	$\leq 1,0 \times PS$	$\leq 28$
<b>Presión máxima de descarga para la capacidad nominal de la válvula de seguridad</b>	$\leq 1,1 \times PS$	$\leq 30,8$



## 10.2. TUBERÍAS Y CONEXIONES

Los requisitos para tuberías y conexiones especificados en el apartado 3 de la IF-06 y que se exponen a continuación aplicarán únicamente a la parte de la instalación modificada.

Cualquier material empleado en la construcción e instalación de un equipo frigorífico, deberá ser resistente a las materias con las cuales entra en contacto, de forma que no se deteriore, en condiciones normales de utilización y se tendrá particularmente presente su resistencia a efectos de su fragilidad a baja temperatura.

Las uniones se han diseñado de forma que no sean dañadas por la congelación de agua en su exterior. Serán las adecuadas para la tubería, su material, presión, temperatura y fluido.

Las tuberías con diferentes diámetros solo se conectarán utilizando accesorios de reducción de diámetro normalizado.

El espacio libre alrededor de la tubería será suficiente para permitir los trabajos rutinarios de mantenimiento de los componentes, verificación de uniones de las tuberías y reparación de fugas.

Las tuberías situadas en el exterior de cerramientos o salas de máquinas específicas estarán protegidas de posibles daños accidentales.

Las tuberías y componentes de acero se protegerán adecuadamente contra la corrosión con un recubrimiento resistente de la misma.

Las uniones y válvulas no se encuentran en zonas accesibles para el personal no autorizado.

No se colocarán tuberías de paso de refrigerante en zonas de paso exclusivo, como vestíbulos, entras y escaleras, tampoco se colocarán en huecos con elevadores u objetos móviles.

En espacios libres utilizables como paso, así como en los pasillos de acceso a las cámaras, estarán colocados, a una altura mínima de 2.20 metros del suelo o junto al techo.

Todas las uniones desmontables serán fácilmente accesibles para su comprobación.

Las tuberías de las instalaciones frigoríficas se identificarán con señales, etiquetas adhesivas o placas terminadas en punta para indicar el sentido del flujo. Puntas en ambos extremos significa flujo en ambos sentidos. Las señales llevarán los caracteres de identificación del fluido circulante.

Tuberías aspiración, color azul



Tuberías descarga, color rojo



Tuberías líquido, color verde



Las señales se ubicarán de manera que resulte fácil el seguimiento de la trayectoria de las tuberías, poniendo especial cuidado en bifurcaciones, paso de paredes, pasillos, válvulas, etc.

Las tuberías de purga, vaciado y descarga a la atmósfera de válvulas de seguridad no requerirán la identificación complementaria especificada en el apartado 3.3 de la IF-18.

Las señales de descarga de las válvulas de seguridad se identificarán con las iniciales DVS.

### 10.3. LÍNEAS DE DESCARGA

Las purgas de aire y aceite, de engrase de compresores acumulados en el circuito, estarán dispuestas de forma que, su operación pueda efectuarse descargando en recipientes con agua o líquidos que absorban el refrigerante o indiquen su presencia.

Los líquidos residuales y contaminados no serán vertidos directamente al alcantarillado o cauce público, hasta ser tratados adecuadamente, para que los niveles de concentración de contaminantes no superen los valores indicados en su legislación vigente, adaptándose medidas similares, para evitar los efectos de la temperatura del agua en el momento del vertido.

En las líneas de drenaje de aceite se instalará una válvula de cierre con el vástago en posición horizontal por delante de la válvula de cierre rápido o una válvula combinando ambas funciones.

Los sistemas de refrigeración irán equipados con un dispositivo de cierre o accesorios de conexión que permitan con el compresor del sistema o con dispositivos externos de evacuación, trasvasar el refrigerante desde el sistema a recipientes de líquido internos o externos.

Se dispondrá de válvulas de vaciado para trasvasar fácilmente el refrigerante desde el sistema sin emisión de este a la atmósfera.

Los dispositivos de cierre de drenajes y líneas de drenaje que no deben manipularse en funcionamiento normal del sistema se protegerán contra su manipulación por personas no autorizadas.

Las líneas de descarga a la atmósfera de los dispositivos de alivio de presión y válvulas de seguridad se instalarán de forma que las personas y bienes no sean dañadas por el refrigerante descargado. Estas líneas se encontrarán en la cubierta del edificio que alberga la sala de máquinas junto a los condensadores.

Se han previsto líneas de descarga separadas para los dispositivos de alivio de presión de los sectores de alta y baja presión.

En los extremos de las tuberías que no se utilizan durante el funcionamiento normal se montarán bridas ciegas.

### 10.4. VÁLVULAS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

El sistema de refrigeración estará equipado con suficientes válvulas de corte a fin de minimizar riesgos y pérdidas de refrigerante, particularmente durante la reparación y/o mantenimiento.

Las válvulas manuales que deban accionarse frecuentemente durante condiciones normales de funcionamiento estarán provistas de una palanca de maniobra.

Las válvulas de aislamiento de los equipos a presión y automatismos son accesibles en todo momento.

Todos los recipientes que contengan, en funcionamiento normal, refrigerante en estado líquido dispondrán de válvulas de cierre en todas las conexiones que parten o llegan a los mismos, de forma que puedan independizarse del resto del sistema.

Las válvulas que no deban manipularse mientras el sistema se encuentra funcionando estarán diseñadas de forma que se evite su accionamiento por personas no autorizadas, esto se consigue, mediante caperuzas, manguitos, cerraduras, que puedan manipularse por personas autorizadas y solo con las herramientas apropiadas. En el caso de válvulas de emergencia, la herramienta se encontrará cerca y protegida contra usos indebidos.

## 10.5. INSTRUMENTOS DE INDICACIÓN Y MEDIDA

Según lo especificado en el IF-06 las instalaciones frigoríficas estarán dotadas de los aparatos indicadores de medida, que sean necesarios, para el correcto funcionamiento de la instalación, así como su conservación.

### **MANÓMETROS**

Los manómetros estarán instalados permanentemente en el sector de alta presión, teniendo una graduación superior en un 20% como mínimo de la presión máxima de servicio.

Centrales alta temperatura A y B

- 1 Manómetro de alta presión -1/30 bar
- 1 Manómetro de baja presión -1/30 bar

Centrales de baja temperatura

- 1 Manómetro de alta presión -1/30 bar
- 1 Manómetro de baja presión -1/30 bar

### **INSTALACIÓN DE MANÓMETROS INDICADORES**

Levarán manómetro los siguientes elementos de la instalación:

- Los compresores de la instalación irán provistos de manómetros ya que la carga de refrigerante sobrepasa los 100 Kg
- Los recipientes que deban someterse a prueba de presión estarán provistos de conexiones para la colocación de manómetros.

- Los equipos a presión con un volumen interior neto de 100 dm<sup>3</sup> o más, provistos de válvulas de cierre en entrada y salida y que puedan contener refrigerante líquido deberán estar provistos de una conexión para un indicador de presión.

## **INDICADORES DE NIVEL DE LÍQUIDO**

Los recipientes de líquido instalados en el presente proyecto dispondrán de indicadores de nivel de líquido por contener el sistema una carga de gas refrigeran > 100 Kg.

## **11. SALA DE MÁQUINAS ESPECÍFICA IF-07**

### **11.1. DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**

Conforme a lo establecido en la IF-07 se cumplirán las siguientes especificaciones para la sala de máquinas específica:

- a) La sala de máquinas sirve para alojar exclusivamente los componentes de la instalación frigorífica y demás equipos técnicos auxiliares.
- b) Se ha evitado que las emisiones de gas refrigerante procedentes de esta sala de máquinas puedan penetrar en los recintos próximos, escaleras, patios, pasillos o canalizaciones de desagüe del edificio, siendo evacuado el gas sin ningún riesgo colocando, la sala de máquinas cuenta con 3 ventiladores para tal efecto.
- c) Los pasillos estarán despejados de cualquier elemento (botellas y contenedores de refrigerantes) que impidan o dificulten la libre circulación del personal.
- d) No hay ningún equipo productor de llama libre permanentemente instalado y en funcionamiento. Los materiales inflamables, exceptuando los refrigerantes, no están almacenados en las salas de máquina específica.
- e) Fuera de la sala de máquinas específica y cerca de su puerta de entrada se instalará un interruptor de emergencia que permita parar el sistema de refrigeración.

- f) Se ha previsto un sistema de ventilación forzada. Se instalará un control de emergencia independiente, localizado en el exterior y cerca de la puerta de la sala de máquinas específica.
- g) No se han previsto aberturas al exterior por debajo de las escaleras de emergencia.
- h) Toda red de tuberías y conductos que pasa a través de paredes, techos y suelos de la sala de máquinas específica estarán herméticamente sellados.
- i) La sala de máquinas específica dispondrá de dos extintores de polvo polivalente de 9 Kg ABC de presión incorporada, eficacia 34 A 233b, uno de ellos situado junto a la puerta de salida y el otro en el otro extremo de la sala.

## 11.2. SEÑAL DE ADVERTENCIA

En la entrada a la sala de máquinas se colocará un cartel que la identifique como tal y donde se advierta de la prohibición de entrar a las personas no autorizadas, así como la prohibición de fumar y utilizar elementos con llama o de incandescencia.

Además, se colocarán carteles prohibiendo la manipulación del sistema de personas no autorizadas.

## 11.3. DIMENSIONES Y ACCESIBILIDAD

La sala de máquinas está ubicada en el exterior en la zona de cubierta destinada a parking.

- $S =$  Superficie sala de máquinas =  $15 \times 6 \text{ m}^2$
- $H =$  Altura sala de máquinas =  $4\text{m}$
- $V =$  Volumen sala de máquinas =  $360 \text{ m}^3$
- $P =$  Carga refrigerante del equipo mayor =  $400 \text{ Kg}$

Existe una altura libre de 4 metros bajo los componentes situados sobre accesos y lugares de trabajo permanentes.

#### 11.4. PUERTAS Y PAREDES

El recinto está cerrado con bloque de hormigón de 20 cm de espesor enlucido por ambas caras.

El acceso al recinto se realizará desde el parking a través de puerta cortafuegos EI2 60-C5 de doble hoja 2 x 800 x 2.100.

Las puertas abren hacia afuera y aseguran en caso de emergencia una evacuación rápida del personal, van equipadas de sistema antipánico que permiten apertura desde dentro, aún cuando desde el exterior se cierre con llave y candado.

#### 11.5. VENTILACIÓN

La sala de máquinas dispone de ventilación forzada mediante extractores dispuestos en la fachada posterior que comunican directamente al exterior.

La descarga de aire de ventilación se realiza directamente al exterior en la zona del parking de cubierta.

En cumplimiento de lo especificado en la IF-07, para la determinación de la capacidad de extracción de ventilación se ha considerado la siguiente expresión:

$$V = 14 \times m^{2/3}$$

Dónde:

- V es el caudal en litros por segundo
- M es la carga de refrigerante, en kilogramos, existente en el sistema de refrigeración que cuente con mayor carga, cualquiera que sea la parte del mismo que esté en la sala de máquinas específica
- 14 es un factor de conversión constante

Se toma m = 400 Kg de R448A.

$$V = 14 \times m^{2/3} = 760,03 \frac{l}{s} = 2.736,13 m^3/h$$

Se cumplen por tanto los requisitos de ventilación exigidos ya que la sala de máquinas dispone de tres extractores de 5.000 m<sup>3</sup>/h de capacidad unitaria de extracción.

Es posible conectar y desconectar los ventiladores mediante la colocación de un interruptor tanto desde dentro como desde fuera de la sala de máquinas específica.

Los refrigerantes empleados de calificación A1 son no inflamables, por lo tanto los motores de los ventiladores no tendrán que cumplir con los requisitos para zonas con riesgo de explosión.

#### 11.6. SALA DE MÁQUINAS DE SEGURIDAD ELEVADA

Según el artículo 8 “Clasificación de las instalaciones frigoríficas”, la instalación frigorífica se clasificará como Nivel 2, ya que la potencia eléctrica instalada en los compresores es superior a 30 Kw.

#### 12. PROTECCIÓN CONTRA SOBREPRESIONES IF-08

Todas las instalaciones frigoríficas estarán protegidas contra sobrepresión mediante los dispositivos requeridos en la IF-08.

Durante el funcionamiento normal, parada y transporte ningún componente de los sistemas de refrigeración deberá sobrepasar la presión máxima admisible. Las presiones internas excesivas debido a causas previsibles se evitarán o aliviarán con el mínimo riesgo posible para personas, bienes y medio ambiente. En el caso de que un dispositivo de alivio de presión esté descargando, la presión en cualquier componente no deberá sobrepasar en más del 10 % la presión máxima admisible.

## 12.1. VÁLVULAS DE SEGURIDAD

### COMPRESORES

Los compresores con un caudal mayor de 25 l/s deberán estar protegidos con un dispositivo de alivio de presión interna montado entre la descarga y la aspiración.

### RECIPIENTES A PRESIÓN

Los recipientes que puedan contener refrigerante líquido en condiciones normales de funcionamiento y puedan ser independizados de otras partes del sistema de refrigeración deberán estar protegidos mediante un dispositivo de alivio, válvula de seguridad.

Los recipientes de refrigerante líquido de los cuales está dotada la instalación del presente proyecto, con un volumen igual a  $400 \text{ dm}^3 > 100 \text{ dm}^3$  están dotados de dos dispositivos de alivio montados sobre una válvula conmutadora de 3 vías.

### CAPACIDAD MÍNIMA DE DESCARGA REQUERIDA

La capacidad mínima de descarga de las válvulas de seguridad requerida por los depósitos a presión deberá ser determinada por la ecuación:

$$Q_m = \frac{\phi \times A}{h_{vap}} \times 3.600$$

Donde:

- Q Capacidad mínima de descarga requerida del dispositivo de alivio en kilogramos de refrigerante por hora
- $\Phi$  Densidad de flujo térmico establecido en  $10 \text{ kW/m}^2$
- A Superficie exterior del recipiente en metros cuadrados
- $H_{vap}$  Calor latente específico de evaporación del refrigerante, en kilojulios por kilogramo, calculado a una presión de 1,1 veces la presión de tarado del dispositivo.



Aplicación refrigerante	Kdr (mm²)	(1) A0 / Qm	Conexiones Roscadas		Presión de tarado (bar)	Modelo	Código	€
			Entrada (macho)	Salida (macho)				
R134a	0,57	38,5 mm² / 876 kg/h	NPT 1/4"	SAE 3/8"	20,5	3060/23C	404058	44,00
R22/R407C		38,5 mm² / 997 kg/h			25		404059	44,00
R448A		38,5 mm² / 1180 kg/h			28		404060	44,00
R134a	0,62	38,5 mm² / 959 kg/h	NPT 3/8"	SAE 1/2"	20,5	3060/34C	404063	50,00
R22/R407C		38,5 mm² / 1109 kg/h			25		404064	50,00
R448A		38,5 mm² / 1292 kg/h			28		404065	50,00
R134a	0,41	70,9 mm² / 835 kg/h	NPT 1/2"	SAE 5/8"	16	3060/45C	404255	51,00
R134a		70,9 mm² / 1152 kg/h			20,5		404069	51,00
R22/R407C		70,9 mm² / 1320 kg/h			25		404070	51,00
R448A		70,9 mm² / 1550 kg/h			28		404071	51,00
R134a	0,84	78,5 mm² / 2625 kg/h	NPT 1/2"	G 3/4"	20,5	3060/46C	404078	62,00
R22/R407C		78,5 mm² / 3020 kg/h			25		404079	62,00
R448A		78,5 mm² / 3551 kg/h			28		404080	62,00
R134a	0,81	113 mm² / 3640 kg/h	NPT 1/2"	G 3/4"	20,5	3030/44C	404061	172,00
R22/R407C		113 mm² / 4205 kg/h			25		404056	172,00
R448A		113 mm² / 4847 kg/h			28		404054	172,00
R134a	0,81	113 mm² / 3640 kg/h	NPT 3/4"	G 3/4"	20,5	3030/66C	404067	172,00
R22/R407C		113 mm² / 4205 kg/h			25		404066	172,00
R448A		113 mm² / 4847 kg/h			28		404068	172,00
R134a	0,75	298 mm² / 8925 kg/h	NPT 1"	G 1 1/4"	20,5	3030/88C	404062	311,00
R22/R407C		298 mm² / 10210 kg/h			25		404057	311,00
R448A		298 mm² / 12032 kg/h			28		404055	311,00



Consultar para montajes especiales con filtro, visor, llaves de servicio y otros elementos



### Recipientes verticales a 32 Bar

Dimensiones mm		Visor de líquido	Toma control líquido	Conexiones		Válvula seguridad	Cap dm³	Pot. Frigorífica (kW)		Modelo	Código	€
Ø	Alto			Entrada (S)	Salida Válvula (S)			Media T° -5 °C	Baja T° -25 °C			
219	881	2	1/2" NPT	1 1/8"	3/4"	3/8" NPT	30	19	11	RLV-30	341033	805,00
273	662	2	1/2" NPT	1 1/8"	7/8"	3/8" NPT	31	19	11	RLV-31	341030	816,00
273	945	2	1/2" NPT	1 1/8"	1 1/8"	3/8" NPT	45	30	18	RLV-45	341034	835,00
323	715	3	1/2" NPT	1 1/8"	1 1/8"	3/8" NPT	45	30	18	RLV-45/1	341035	1.014,00
273	1209	2	1/2" NPT	1 3/8"	1 1/8"	3/8" NPT	60	42	24	RLV-60	341036	925,00
320	885	2	1/2" NPT	1 3/8"	1 1/8"	3/8" NPT	60	42	24	RLV-60/1	341037	1.109,00
323	1222	2	1/2" NPT	1 5/8"	1 3/8"	1/2" NPT	90	66	38	RLV-90/1	341039	1.336,00
273	1690	2	1/2" NPT	1 5/8"	1 3/8"	1/2" NPT	90	66	38	RLV-90	341071	1.209,00
323	1680	2	1/2" NPT	2 1/8"	1 5/8"	1/2" NPT	120	100	60	RLV-120	341072	1.536,00
406	1067	2	1/2" NPT	2 1/8"	1 5/8"	1/2" NPT	120	100	60	RLV-120/1	341040	2.088,00
323	2090	2	1/2" NPT	2 1/8"	1 5/8"	1/2" NPT	150	120	70	RLV-150	341041	1.858,00
406	1356	3	1/2" NPT	2 1/8"	1 5/8"	1/2" NPT	150	120	70	RLV-150/1	341042	2.075,00
406	1606	3	1/2" NPT	2 1/8"	1 5/8"	1/2" NPT	180	160	100	RLV-180	341044	2.671,00
406	1740	3	1/2" NPT	Pletina 3 1/8"	Pletina 2 5/8"	1/2" NPT	252	210	120	RLV-250	341045	3.921,00
508	1584	3	1/2" NPT	Pletina 2 1/2"	2 1/4"	3/4" NPT	252	210	120	RLV-250/1	341046	4.109,00
400	2310	3	1/2" NPT	Pletina 3 1/8"	Pletina 2 5/8"	1/2" NPT	283	240	140	RLV-300	341051	4.013,00
508	1925	3	1/2" NPT	Pletina 3 1/8"	Pletina 3 1/8"	1/2" NPT	379	320	190	RLV-400	341052	5.999,00
508	2435	3	1/2" NPT	Válvula 4"	Pletina 3 1/8"	1/2" NPT	473	400	240	RLV-500	341054	6.414,00
610	2531	3	1/2" NPT	Válvula 5"	Válvula 4"	1/2" NPT	700	580	340	RLV-700	341056	9.880,00
813	2035	3	1/2" NPT	Válvula 5"	Válvula 5"	1/2" NPT	962	810	470	RLV-1000	341059	13.123,00
813	3030	3	1/2" NPT	Válvula 6"	Válvula 5"	1/2" NPT	1270	1070	640	RLV-1300	341061	16.484,00
813	3503	3	1/2" NPT	Válvula 6"	Válvula 6"	1/2" NPT	1778	1520	890	RLV-1800	341064	19.866,00
914	3500	3	1/2" NPT	Válvula 6"	Válvula 6"	1/2" NPT	2264	1740	1190	RLV-2300	341068	23.658,00

Atendiendo a la conexión para la válvula de seguridad de nuestro recipiente RLV-400 se escogen válvulas de seguridad modelo 3060/45C.

## **INSTALACIÓN DE VÁLVULAS DE SEGURIDAD**

Las válvulas de seguridad se instalarán sin válvulas de paso o seccionamiento, que puedan impedir su libre funcionamiento en cualquier circunstancia.

Se han diseñado de forma que su cierre sea estanco después de la prueba y de la eventual descarga.

Se instalarán dispositivos indicadores para comprobar si la válvula de seguridad se ha descargado a la atmósfera.

El fabricante entregará conjuntamente con las válvulas de seguridad el certificado de conformidad con el Real Decreto 7,9/2015, de 24 de julio, relativa a equipos a presión, el cual deberá formar parte de la documentación que el instalador entregue al usuario.

El fabricante suministrará estas válvulas taradas, precintadas y con el correspondiente certificado de tarado.

El tarado de la válvula deberá ser precintado una vez haya sido ajustada y probada. El precinto deberá llevar la marca de identificación del fabricante de la válvula o, en su caso, la organización o entidad registrada que haya efectuado el tarado.

En una chapa de identificación o en el cuerpo de la válvula deberán ir grabadas la presión de tarado y capacidad nominal de descarga, o bien la presión de tarado, el coeficiente de descarga y la sección de paso.

## **DESCARGA DE LAS VÁLVULAS DE SEGURIDAD**

Las tuberías de descarga de válvulas de seguridad deberán diseñarse siguiendo los mismos criterios que las líneas de refrigerante, considerando la selección de materiales de acuerdo a lo indicado en la Directiva de equipos a presión (DEP).

La presión de diseño mínima a considerar para esta línea será la siguiente.

$P_{svs} = 0,1 \times C \times (1,1 \times P_{set} \times P_{atm})$ , con un valor mínimo de **6 bar**.

Donde:

PSvs = Presión de diseño de la línea de descarga de las válvulas de seguridad

C = Coeficiente de seguridad (C = 1,5)

Pset = Presión de tarado de las válvulas de seguridad de la línea. En caso de existir diferentes presiones de tarado, se considerará la de valor mayor

Patm = Presión atmosférica

$P_{svs} = 0,1 \times 1,5 \times (1,1 \times 28 \times 1,01325) = 4,68 \text{ bar}$ , se tomará el valor mínimo indicado en la instrucción.

**Después de que una válvula de seguridad con descarga a la atmósfera haya disparado deberá ser reemplazada si no queda totalmente estanca.**

## 12.2. LIMITADORES DE PRESIÓN

Cada una de las centrales cuenta con presostato de funcionamiento, más presostato de seguridad, ambos conectados en serie

### **LIMITACIÓN DE PRESIÓN DE ALTA**

#### **Presostato de funcionamiento**

Dado que en el sistema los generadores de presión pueden producir presiones superiores a la máxima admisible, estará provisto de un dispositivo de seguridad limitador de presión o temperatura.

Las centrales cuentan con presostatos de alta para servicio instalados en cada compresor con valores de tarado inferiores a la máxima presión admisible del sistema.

Los valores de tarado de los mismos son inferiores a 24 bar.

#### **Presostato de seguridad**

Se instalarán por tanto presostatos de alta seguridad Marca Danfoss Modelo KP-15 en el colector general de descarga tarado a la presión de 25 bar.

## LIMITADOR DE PRESIÓN DE BAJA

### Presostato de funcionamiento

La instalación, por existir el riesgo de temperaturas bajas está provista de un limitador de presión baja según Norma UNE EN 12263, para evitar congelaciones en los enfriadores de líquido, las centrales cuentan con presostatos de baja para servicio instalados en cada compresor con valores de tarado inferiores a la máxima presión admisible del sistema.

Los valores de tarado de los mismos son superiores a 1,77 bar.

### Presostato de seguridad

Se instalarán por tanto presostatos de baja seguridad Marca Danfoss Modelo KP-15 en el colector general de aspiración tarado a la presión de 1,77 bar.

Los dispositivos mecánicos de conmutación utilizados como seguridad, presostatos, no se emplean con fines de control y regulación.

### 12.3. RESTO DE PROTECCIONES

Se instalarán todos los elementos que aseguren un correcto y seguro funcionamiento, dotando al sistema de:

- Presostatos para la protección de las presiones de trabajo
- Presostatos diferenciales de aceite
- Filtros de líquido
- válvulas de retención
- Piedras de secaje
- Visores de líquido
- Válvulas de expansión termostática
- Válvulas solenoides
- Programadores de desescarches
- Termostatos electrónicos
- Cuadro con elementos de control

## 13. ENSAYOS, PRUEBAS Y REVISIONES A LA PUESTA EN SERVICIO IF-09

Antes de la puesta en servicio de un sistema de refrigeración todos sus componentes o el conjunto de la instalación deberán someterse a los siguientes ensayos:

1. Ensayo de resistencia a la presión
2. Ensayo de estanquidad
3. Ensayo funcional de todos los dispositivos de seguridad
4. Ensayo de conformidad del conjunto de la instalación

Durante los ensayos, las conexiones y uniones deberán ser accesibles para su comprobación.

Después de las pruebas de presión y estanquidad se procederá a realizar un ensayo funcional de todos los circuitos de seguridad.

### 13.1. ENSAYO DE RESISTENCIA

De acuerdo con los requisitos de la tabla 2 de la IF-06, todos los componentes deberán ser sometidos a una prueba de resistencia, bien antes de salir de fábrica o en su defecto en el lugar de emplazamiento.

<b>Presión diseño</b>	<b><math>\geq 1,0 \times PS</math></b>	<b><math>\geq 28</math></b>
<b>Presión de prueba de resistencia</b>	$P_p = 1,43 \times PS$	40,04
<b>Presión de prueba de estanquidad</b>	$\geq 0,9 PS$ y $\leq 1,0 \times PS$	$\geq 25,2$ y $\leq 28$
<b>Ajuste del dispositivo limitador de presión</b>	$\leq 0,9 \times PS$	$\leq 25,2$
<b>Ajuste del dispositivo limitador de presión</b>	$\leq 1,0 \times PS$	$\leq 28$
<b>Presión máxima de descarga para la capacidad nominal de la válvula de seguridad</b>	$\leq 1,1 \times PS$	$\leq 30,8$

Los indicadores de presión y dispositivos de control podrán ser probados a presiones inferiores, pero no por debajo de 1,1 veces la presión máxima admisible.

El ensayo de resistencia a la presión deberá ser de tipo hidráulico utilizando agua u otro líquido no peligroso adecuado, excepto cuando por razones técnicas, el componente no debe probarse con líquido; en tal caso podrá utilizarse para el ensayo de un gas que no sea peligroso y sea compatible con el refrigerante y los materiales del sistema.

**No se permite el empleo de refrigerante fluorados en este tipo de ensayo.**

Todos lo equipos a presión cuentan con certificado de prueba de resistencia emitido por el fabricante no siendo necesarias las pruebas in-situ.

### 13.2. ENSAYO DE PRESIÓN EN TUBERÍAS DE LOS SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN.

Siguiendo el apartado 1.3 de la instrucción IF-09, las tuberías de interconexión de los sistemas frigoríficas han sido sometidas a una prueba neumática 30,8 bar  $\geq$  a 1,1 por la presión máxima admisible, 28 bar.

### 13.3. PRUEBA DE ESTANQUEIDAD

El sistema de refrigeración deberá ser sometido a una prueba de estanquidad bien como conjunto o por sectores. La presión de la prueba será la indicada en la tabla 2 de la IF-06 y podrá realizarse antes de salir el equipo de fábrica, si el montaje se realiza en esta, o bien in situ, si el montaje o la carga de refrigerante se hace en el lugar de emplazamiento.

- La presión de prueba en el sector de alta será de 28 Kg/cm<sup>2</sup>
- La presión de prueba en el sector de baja será de 16 Kg/cm<sup>2</sup>

#### 13.4. CERTIFICADOS

Todas las pruebas se realizarán bajo la responsabilidad de la empresa frigorista y del técnico competente director de la obra de la instalación frigorífica, una vez realizadas satisfactoriamente, se extenderá el correspondiente certificado.

#### 13.5. PROCEDIMIENTO DE VACÍO

Para el vaciado de la instalación de R448A se seguirá el protocolo establecido en el apartado 1.6.2 de la IF-09.

Con el objetivo de extraer la humedad del sistema, se utilizará nitrógeno seco.

#### 13.6. CONTROL DEL CONJUNTO DE LA INSTALACIÓN ANTES DE SU PUESTA EN MARCHA

Antes de poner en funcionamiento el sistema de refrigeración se ha comprobado el mismo en su totalidad según lo expuesto en el apartado 1.7 de la instrucción IF-09. Se verifica que la instalación está de acuerdo con los planos constructivos, los diagramas de flujo, tuberías e instrumentación, control y esquemas eléctricos.

#### 13.7. CARGA DEL REFRIGERANTE

La carga de refrigerante se realizará conforme a lo expuesto en el apartado 1.8 de la IF-09.

### 14. MARCADO IF-10

#### 14.1. SISTEMAS DE REFRIGERACIÓN

Se colocará una placa de identificación para cada uno de los sistemas de refrigeración instalados.

La placa de identificación deberá contener al menos los siguientes datos:

- Nombre y dirección de la empresa frigorista que haya realizado la instalación
- Modelo y número de serie, o número de fabricación, o número de registro, según corresponda
- Año de instalación
- Fecha (año y mes) de la próxima revisión e inspección periódica
- Denominación simbólica alfanumérica del refrigerante de acuerdo con la IF-02
- Carga aproximada del refrigerante en kg
- Presión máxima admisible, en los sectores de alta y de baja presión, en bar.
- Marcado CE cuando proceda

La placa de identificación también contendrá, detalles de los datos eléctricos tales como los requeridos en el Reglamento Electrotécnico de baja tensión, así como la fórmula y PCA del refrigerante que circula por el sistema frigorífico.

## 14.2. COMPRESORES DE REFRIGERACIÓN

Los compresores de refrigeración estarán marcados de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

## 14.4. TUBERÍAS Y VÁLVULAS

Las tuberías de los diferentes fluidos montadas e instaladas in situ estarán identificadas mediante marcado con etiquetas codificadas conforme con la IF-18.

Los principales dispositivos de corte, mando y control del circuito refrigerante y fluidos auxiliares (gas, aire, agua y electricidad) estarán marcados claramente de acuerdo con su función.

Se marcarán mediante etiquetas, marcas metálicas, adhesivos etc. Los dispositivos que únicamente deban ser manipulados por personas acreditadas.

#### 14.5. EQUIPOS A PRESIÓN

Los equipos a presión instalados estarán marcados de acuerdo con el Real Decreto 709/2015, de 24 de Julio, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.

#### 14.6. DOCUMENTACIÓN IF-10

Tal como se indica en el apartado 2 de la IF-10, todos los materiales empleados en la ejecución del proyecto irán acompañados de la siguiente documentación

1. Certificados
2. Manual de instrucciones
3. Cartel de seguridad. En la proximidad de lugar de operación del sistema de refrigeración se colocará un cartel bien legible y adecuadamente protegido para cada uno de los sistemas de refrigeración independientes existentes. Este cartel contendrá como mínimo la siguiente información
  - a. Nombre, dirección y teléfono de la empresa instaladora, el de la empresa de mantenimiento y en cualquier caso, de la persona responsable del sistema de refrigeración, así como las direcciones y números de teléfono de los bomberos, policía, hospitales y centros de quemados más cercanos y teléfono de emergencias
  - b. Carga en Kg y tipo de refrigerante utilizado en el sistema de refrigeración, con indicación de su fórmula química y su número de designación
  - c. Instrucciones para desconectar el sistema de refrigeración en caso de emergencia

- d. Presiones máximas admisibles
  - e. Detalles de inflamabilidad del refrigerante utilizado, cuando éste sea inflamable
4. Planos; Situados en un sitio visible de la sala de máquinas se colocará un diagrama de las tuberías del sistema de refrigeración, mostrando los símbolos de los dispositivos de corte, mando y control.
  5. Libro de registro de la instalación frigorífica.

## 15. INSTALACIÓN ELÉCTRICA IF-12

### 15.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Será competencia del instalador, el tendido de líneas desde el Cuadro General hasta conexión de cámaras, mobiliarios, condensadores, centrales, recuperación de energía y en general de todos los elementos que forman la instalación Frigorífica, incluso alumbrado de vitrinas.

Al instalador se le facilitará una acometida de las siguientes características:

$$III + N + T a 400 V$$

La instalación se ajustará en todo momento, al Reglamento Electrotécnico para baja tensión e instrucciones complementarias y serán independientes del resto de las acometidas eléctricas.

El tendido eléctrico se realizará en cable RZ1 K(AS) – 0.6/1 Kv protegido en todo su recorrido por canal metálico.

Las cajas de derivación o conexión estarán destinadas únicamente a facilitar la introducción o retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como caja de empalmes o derivaciones. Deberán ser estancas de protección IP-547 y de dimensiones adecuadas que permitan alojar todos los conductores que deban contener.

Los evaporadores dotados de resistencias de desescarche incorporarán un termostato de control para fin de desescarche.

Con el fin de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado, se realizará la conexión a tierra de estos.

La sección de esta, será igual a la máxima sección empleada en la conexión del aparato. Se utilizarán conductores y electrodos que estén de acuerdo con ITC BT-018.

En las cámaras de congelación la instalación eléctrica tendrá las características necesarias de estanqueidad y rigidez para soportar temperaturas de hasta -30°C.

A los efectos de lo dispuesto por el Reglamento Electrotécnico para baja tensión se considerarán:

- A. Locales húmedos: Antecámaras y cámaras
- B. Locales mojados: Fabricación de hielo en tanques de salmuera, sus cámaras y antecámaras frigoríficas y salas de condensadores.

El interior de las vitrinas expositoras de las salas de ventas del hipermercado será considerado como zona húmeda por estar expuesta a condensaciones.

Las conexiones generales a las vitrinas quedarán en el interior de cajas estancas con regletas de conexión, perfectamente identificables, todas las entradas a esta caja llevarán prensas.

La sala de máquinas se considerará local seco.

## 15.2. CONDICIONES DE CARÁCTER GENERAL

El proyecto, construcción, montaje, verificación y utilización de las instalaciones eléctricas, se ajustarán a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones Técnicas complementarias.

Los circuitos eléctricos de alimentación de los sistemas frigoríficos se instalarán de forma que la corriente se establezca o interrumpa independientemente de la alimentación de otras partes de la instalación como la red de alumbrado, dispositivos de ventilación y sistemas de alarma.

Se incorporan sistemas de protección diferencial y magnetotérmica por cada elemento principal (compresores, ventiladores de los condensadores, evaporadores, etc.) y por circuito de maniobra.

En los espacios que contienen los componentes frigoríficos principales (compresores, bombas, ventiladores y otras partes móviles o con altas temperaturas superficiales) se instalará un alumbrado permanente que proporcione una iluminación adecuada para un servicio seguro.

Se ha instalado un sistema de alumbrado de emergencia fijo, adecuado para garantizar el manejo de mandos y controles, así como para la evacuación del personal cuando falle el alumbrado normal, capaz de mantener una iluminación de 5 lux durante una hora.

El sistema de alarma destinado a la puesta en servicio del sistema de ventilación cuando se produzcan fugas de refrigerante, según se establece en el apartado 3.4.2.3 de la instrucción técnica complementaria IF-12 es alimentado eléctricamente por un circuito de emergencia independiente.

Se ha evitado el goteo de agua sobre cuadros y componentes eléctricos.

### PARO TOTAL DE EMERGENCIA

El paro total de emergencia se llevará a cabo a través de un interruptor tipo seta el cual se situará en el interior de la sala de máquinas junto a la entrada.

La seta actuará sobre el interruptor general, situado en el interior del cuadro, quedando interrumpido el paso de corriente hasta que se rearme de nuevo, de forma manual, dicho interruptor.

### 15.3. TOMA DE TIERRA

Todos los servicios que componen la instalación dispondrán de su correspondiente toma de tierra de igual sección que los conductores activos que acompañan.

#### 15.4. OBSERVACIONES

Si por alguna razón hay que parar todos los compresores de una central frigorífica cualquiera, es obligatorio cortar antes los servicios de frío atendidos por esa misma central.

Después de una parada total, los ventiladores de condensación, no funcionarán hasta que la presión sea lo suficientemente elevada para que actúen los correspondientes presostatos de control de condensación. Cada compresor incorpora un temporizador que retarda el arranque unos segundos para evitar arranques simultáneos en caso de cortes de suministro eléctrico.

La puesta en marcha de una central frigorífica después de un periodo prolongado de paro, se hará conectando todos los compresores y a continuación, se irán conectando uno a uno los consumos correspondientes a esta central.

#### 15.5. LOCALES HÚMEDOS, MOJADOS Y CON RIESGO DE EXPLOSIÓN

A los efectos de lo dispuesto por el Reglamento Electrotécnico para baja tensión se considerarán:

- A. Locales húmedos: Antecámaras y cámaras
- B. Locales mojados: Fabricación de hielo en tanques de salmuera, sus cámaras y antecámaras frigoríficas y salas de condensadores.
- C. La sala de máquinas no está considerada como local con riesgo de incendio ya que el gas utilizado no es inflamable.

#### 15.6. VENTILACIÓN FORZADA

La sala de máquinas dispone de tres extractores para ventilación forzada de 5.000 m<sup>3</sup>/h de capacidad unitaria de extracción.

Los ventiladores a instalar según el apartado 5.3 de la IF-07 para la ventilación de salas de máquinas donde se encuentran los componentes frigoríficos, se han

colocado de tal forma que puedan ser controlados mediante interruptores tanto desde el interior como desde el exterior de la sala de máquinas.

#### 15.7. ALUMBRADO NORMAL

En el espacio que contiene los componentes frigoríficos principales se ha instalado un alumbrado permanente que proporciona una iluminación adecuada para un servicio seguro.

#### 15.8. ALUMBRADO DE EMERGENCIA

En la sala de máquinas específica se ha instalado un sistema de alumbrado de emergencia fijo, adecuado para garantizar el manejo de mandos y controles, así como para la evacuación del personal cuando falle el alumbrado normal. Deberá ser capaz de mantener una iluminación de 5 lux durante una hora.

#### 15.9. SISTEMA DE ALARMA

El sistema de alarma destinado a la puesta en servicio del sistema de ventilación cuando se produzcan fugas de refrigerante, según se establece en el apartado 3.4.2.3 de esta instrucción técnica complementaria IF-12, está alimentado eléctricamente por un circuito de emergencia independiente mediante batería de seguridad.

#### 15.10. CÁMARAS FRIGORÍFICAS O CON ATMOSFERA ARTIFICIAL

No aplica por tratarse de una reforma exclusiva de la sala de máquinas.

## 15.11. INSTALACIONES FRIGORÍFICAS CON AMONIACO

No existe ninguna instalación de este tipo.

## 16. MANTENIMIENTO, REVISIONES E INSPECCIONES PERIÓDICAS IF-14

### 16.1. MANTENIMIENTO

De conformidad con lo establecido en el artículo 22 del Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, el mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones frigoríficas, incluida cualquier reparación, modificación o sustitución de componentes, así como las revisiones periódicas obligatorias, se realizará por una empresa frigorista contratada por el titular de la instalación entre las empresas del nivel requerido para la categoría de instalación a mantener y que se encuentren inscritas en el registro correspondiente de la comunidad autónoma.

Las operaciones de mantenimiento preventivo o correctivo que requieran la asistencia de personal acreditado de otras profesiones como soldadores y electricistas deberán ser realizadas bajo la supervisión de una empresa frigorista.

La manipulación de refrigerantes y la prevención y control de fugas de los mismos en las instalaciones frigoríficas se realizará atendiendo a lo establecido en el IF-17, debiéndose subsanar lo antes posible las fugas detectadas.

Cada sistema de refrigeración deberá ser sometido a un mantenimiento preventivo de acuerdo con el manual de instrucciones al que se refiere el apartado 2.2 de la IF-10.

El mantenimiento deberá llevarse a cabo utilizando los equipos de protección personal contra los refrigerantes descritos en el apartado 2 de la IF-16.

El titular de la instalación será responsable de contratar el mantenimiento de la instalación con una empresa frigorista de acuerdo con el artículo 18 del

Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y de que la instalación se revise e inspeccione según se establece en la presente IF-14 y en la IF-17.

La empresa frigorista contratada para el mantenimiento por el titular de la instalación garantizará que la instalación se supervisa regularmente y se mantiene de manera satisfactoria.

Asimismo, cuando en una instalación sea necesario sustituir equipos, componentes o piezas de los mismos, la empresa frigorista será responsable de que los nuevos elementos que suministra cumplen la reglamentación vigente.

### MANTENIMIENTO PREVENTIVO

La extensión y programa de mantenimiento deberán estar descritos detalladamente en el manual de instrucciones a que se refiere la IF-10.

Además, se deberán incluir en el programa de mantenimiento las siguientes operaciones:

1. Verificación de todos los aparatos de medida control y seguridad, así como los sistemas de protección y alarma para comprobar que su funcionamiento es correcto y que están en perfecto estado.
2. Control de la carga de refrigerante.
3. Control de los rendimientos energéticos de la instalación.

Las pruebas de estanqueidad, revisiones y verificaciones de los dispositivos de seguridad deberán ser realizadas según lo establecido en el apartado 2.3 de esta instrucción IF-14.

La extracción del aceite en un sistema de refrigeración deberá realizarse de manera segura.

Al igual que los demás componentes de la instalación frigorífica, el aislamiento deberá ser objeto de un mantenimiento específico adecuado, que como mínimo comprenderá las siguientes operaciones.

1. Revisión semestral de la soportación de cámaras, estado de juntas y uniones con el suelo.

2. Comprobación trimestral del funcionamiento de las válvulas de sobrepresión de las cámaras.
3. Verificación mensual del funcionamiento de la resistencia y hermeticidad de la puerta, cierres, bisagra, apertura de seguridad, alarmas y ubicación del hacha en las cámaras.
4. Retirada del hielo existente alrededor de las válvulas de sobrepresión, suelo y puertas por lo menos semanalmente.
5. Revisión semestral de los soportes de las tuberías y de la formación de hielo y condensaciones superficiales no esporádicas.
6. Revisión semestral de la apariencia externa del aislamiento.

## MANTENIMIENTO CORRECTIVO

Las reparaciones y sustituciones de componentes que contenga refrigerante deben realizarse asegurando el cumplimiento de la IF-17 en el orden siguiente:

1. Confirmación por escrito del titular para realizar la reparación
2. Informar al personal a cuyo cargo está la conducción de la instalación
3. Aislar y salvaguardar los componentes a sustituir o reparar
4. Vaciar y evacuar el componentes o tramo a reparar
5. Limpiar o hacer barrido
6. Realizar la reparación o sustitución
7. Ensayar y verificar los componentes reparados y sustituidos
8. Una vez finalizado el montaje del componente, hacer vacío de la parte afectada y restablecer la comunicación con el resto del sistema
9. Poner en servicio la instalación, verificar el correcto funcionamiento de la misma y reajustar la carga de refrigerante si fuese necesario
10. Por último, rellenar correctamente el libro de registro

## 16.2. REVISIONES PERIÓDICAS OBLIGATORIAS

Sin perjuicio de lo establecido en la IF-17 para el control de fugas, la instalación se revisará, como mínimo, cada cinco años.

Las revisiones periódicas obligatorias comprenderán como mínimo las siguientes operaciones:

1. Revisión del estado exterior de los componentes y materiales con respecto a posibles corrosiones externas y la protección contra las mismas.
2. Revisión del estado interior de los aparatos multitubulares.
3. Desmontaje de todos los limitadores de presión y elementos de seguridad, comprobación de su funcionamiento, calibración, ajuste, reparación o sustitución, tarado a las presiones que correspondan e instalación, de nuevo o por primera vez, en el sistema.
4. Revisión de los recipientes frigoríficos para comprobar si han sufrido daños estructurales, si han estado fuera de servicio por un tiempo superior a dos años o han sufrido alguna reparación. En estos casos se realizará una inspección de nivel C.
5. Revisión del estado de las placas de identificación procediendo a la reposición de las deterioradas.
6. Revisión del estado de las tuberías.
7. Revisión del estado del aislamiento.
8. En las instalaciones frigoríficas con carga de refrigerante superior a 300Kg, se comprobará mediante técnica termográfica el estado del aislamiento de las tuberías.
9. Revisión del estado de los detectores de fugas.
10. Revisión del estado de limpieza de las torres de enfriamiento y condensadores evaporativos.
11. Revisión de los equipos de protección personal reglamentarios.

Se procederá también a la revisión de los equipos a presión de las instalaciones frigoríficas que correspondan al menos a la categoría I del Reglamento de equipos a presión, que consistirá en la realización de un control visual de todas las zonas sometidas a mayores esfuerzos y a mayor corrosión, así como de una comprobación de espesores, en el caso de que se detecten corrosiones significativas. En los equipos, incluidas las tuberías, que dispongan de aislamiento térmico no será necesario retirarlo completamente. Se seleccionarán los puntos que puedan presentar mayores riesgos (corrosión interior o exterior

etc) se abrirá el aislamiento en los citados puntos y se procederá a comprobar el espesor de paredes. Si se detectan pérdidas de espesores superiores a las previstas en los cálculos técnicos de la instalación se tomarán las medidas oportunas para corregir estos defectos.

Al finalizar cada revisión periódica la empresa frigorista extenderá un boletín de revisión en el que deberá constar:

- Nombre, dirección y número de registro de la empresa frigorista.
- Relación de las pruebas efectuadas.
- Relación de reparaciones, sustituciones o modificaciones realizadas.
- Declaración de que la instalación, una vez revisada cumple los requisitos de seguridad exigidos reglamentariamente.

### 16.3. BOLETINES DE REVISIÓN

El boletín de revisión citado en el apartado 2.5 de la IF-14, cuyo modelo se establece en el apéndice de la misma, contiene los mismos datos que los indicados en el certificado de la instalación, pero la declaración de la empresa que realiza la revisión se limitará a señalar si la instalación revisada sigue reuniendo las condiciones reglamentarias, dando cuenta de las deficiencias que se hubiesen detectado, así como de las actuaciones o modificaciones que deberán realizarse cuando no ofrezcan garantías de seguridad.

Todas las indicaciones que deriven de la revisión serán anotadas en el libro de registro.

Los boletines de revisión se extenderán por duplicado, permaneciendo la copia en poder de la empresa frigorista. El original quedará en el libro de registro de la instalación frigorífica.

### 16.4. PUESTA EN SERVICIO IF-15

Una vez finalizada la instalación y realizadas las pruebas de idoneidad de la instalación con carácter previo a la puesta en servicio de la misma, el titular

presentará ante el órgano competente de la correspondiente comunidad autónoma, la siguiente documentación:

- Proyecto o breve memoria técnica de la instalación ejecutada
- Certificado de la instalación suscrito por la empresa frigorista
- Certificado de la instalación eléctrica firmado por un instalador de baja tensión
- Declaraciones de conformidad de los equipos a presión

## 17.MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCION IF-16

El diseño y ejecución de la sala de máquinas se ha realizado cumpliendo a las prescripciones de la instrucción IF-16.

La sala de máquinas específica dispone de dos extintores de polvo polivalente de 9 Kg, de presión incorporada y alta eficacia, uno de ellos situado junto a la puerta de salida y el otro en el otro extremo de la sala.

Los agentes extintores instalados no se congelarán a la temperatura de funcionamiento de las instalaciones, son compatibles con los refrigerante empleados en las mismas y adecuados para su uso sobre fuegos de elementos eléctricos.

De acuerdo con el artículo 28 del Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, en la proximidad del lugar de operación del sistema de refrigeración figurará un cartel de seguridad.

### 17.1. INDICACIONES DE EMERGENCIA

Se cumplirán las prescripciones contenidas en el artículo 28 del Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas y en el punto 2.2 de la instrucción IF-10.

En el interior y exterior de la sala de máquinas figurará un cartel con las siguientes indicaciones:

- Instrucciones claras y precisas para paro de la instalación, en caso de emergencia. Nombre, dirección y teléfono de la persona encargada de la instalación y mantenedor de la instalación para solicitar asistencia.
- Dirección y teléfono del servicio de bomberos más próximo a la instalación.

## 17.2. EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

En sistemas de refrigeración con carga de refrigerante mayor a 10 Kg del grupo L1 el personal que realice el mantenimiento, reparación y/o recuperación de gas, cumplirá las prescripciones expuestas en la instrucción IF-16.

Han sido colocados 2 dispositivos protectores de la respiración cerca de las puertas y guardados de forma segura y protegida, ya que se trata de un sistema de refrigeración con carga de refrigerante grupo L1 superior a 200 Kg.

## 18. DETECTORES Y ALARMAS

### 18.1. SALA DE MÁQUINAS

La sala de máquinas cuenta con los sistemas de detección y alarma necesarios según lo prescrito en el apartado 3 de la instrucción IF-16.

La concentración de refrigerante estará controlada por un sistema con un sensor Ako 52202 que activará una alarma y se pondrán en funcionamiento los ventiladores para la extracción del gas.

### 18.2. CÁMARAS FRIGORÍFICAS

No se aplica la instalación de detectores de fugas por no afectar la reforma de la instalación a cámaras frigoríficas.

# CÁLCULOS

## 1. ADECUACIÓN DE LA POTENCIA FRIGORÍFICA DE LAS CENTRALES

A continuación, se muestran tres tablas con la potencia frigorífica necesaria que cada central debe aportar para alcanzar las temperaturas requeridas por cada cámara, mueble o isla con el objetivo de mantener el producto en buen estado.

### 1.1. DEMANDA A

CENTRAL	DENOMINACIÓN	MODELO	VOLUMEN (M <sup>3</sup> )	T <sup>a</sup> REGIMEN	PF (KW)
CENTRAL A	CP6 OBRADOR	BAJA	BAJA	BAJA	ANULADA
CENTRAL A	CP8 C.P.T	BAJA	BAJA	BAJA	ANULADA
CENTRAL A	CP9 DECOMISOS	NGP 357	28,0	+0/+2	3.324
CENTRAL A	CP10 QUESOS	NGP 357	26,0	+0/+5	3.324
CENTRAL A	CP11 AVES 1	DFMN 24E	26,0	+0/+2	3.115
CENTRAL A	CP12 PLATOS PREPARADOS	NGP 357	17,0	+0/+5	3.324
CENTRAL A	CP13 PESCADO	LN 09 MH1	53,0	+0/+5	8.000
CENTRAL A	CP14 EMBUTIDOS	NGP 357	32,0	+0/+5	3.324
CENTRAL A	CP15 YOGURES	NGP 1006	100,0	+2/+5	9.359
CENTRAL A	CP16 OBRADOR	No identif	110,3	+2/+5	19.858
CENTRAL A	CP17 EMBUTIDOS	NGP 357	26,0	0+/-5	3.324
CENTRAL A	CP18 AVES	NAP 130/6P	15,0	+0/+2	2.550
CENTRAL A	CP19 OBRADOR	NMN 127P	21,0	+2/+5	1.479
CENTRAL A	CP21 OBRADOR	NGP 303	26,0	+2/+5	2.821
CENTRAL A	CP22 AVES	NMN 127P	13,0	+2/+2	1.183
CENTRAL A	CP23 FRUTAS Y VERDURAS	NAP 630/6P	57,0	+2/+8	8.555

## MURALES

CENTRAL	DENOMINACIÓN	MODELO	LONGITUD (M)	Tª REGIMEN	PF (KW)
CENTRAL A	VP8A CAB MURALES	MB18B2 6.01	8,75	+2/+4	9.669
CENTRAL A	VP8B CAB MURALES	MB18B2 6.01	7,5	+2/+4	8.288
CENTRAL A	VP9M CHARCUTERÍA	SIML 16-6	11,25	+2/+4	13.804
CENTRAL A	VP10 CHARCUTERÍA	VPS 726/276	7,1	+2/+4	8.712
CENTRAL A	VP11A CHARCULS	S2A6	3,75	+2/+4	4.601
CENTRAL A	VP11B CHARCULS	S2A6	3,75	+2/+4	4.601
CENTRAL A	VP12A QUESOS	S2A6	3,75	+2/+4	4.144
CENTRAL A	VP12B QUESOS	S2A6	3,75	+2/+4	4.144
CENTRAL A	VP13A QUESOS	-	7,5	+2/+4	8.288
CENTRAL A	VP13B QUESOS	-	8,75	+2/+4	9.669
CENTRAL A	VP14M QUESOS	SMHL	17,5	+2/+4	19.338
<b>Pfrigorífica total kW</b>					<b>168798</b>

## 1.2. DEMANDA B

CENTRAL	DENOMINACIÓN	MODELO	VOLUMEN (M <sup>3</sup> )	Tª REGIMEN	PF (KW)
CENTRAL B	CP1 CARNES	NAP 560/6P	130,0	+0/+2	10.290
CENTRAL B	CP2 RECEPCION CARNES	BAJA	BAJA	BAJA	ANULADA
CENTRAL B	CP3 SEBOS	NAP 130/8P	15,0	+0/+2	2.550
CENTRAL B	CP4 PRODUCTO TERMINADO	NGP/449	54,0	+0/+2	4.179
CENTRAL B	CP5	BAJA	BAJA	BAJA	ANULADA
CENTRAL B	CP7 CARNE PICADA	NAP 360/6P	27,0	+0/+2	4.440
CENTRAL B	CP20 SALA ETIQ	BAJA	BAJA	BAJA	ANULADA

## MURALES

CENTRAL	DENOMINACIÓN	MODELO	LONGITUD (M)	Tª REGIMEN	PF (KW)
<b>CENTRAL B</b>	VP1AM.CARNES	NMCC228	8,75	+0/+3	12.425
<b>CENTRAL B</b>	VP1BM.CARNES	-	3,75	+0/+3	5.325
<b>CENTRAL B</b>	VP1CM.CARNES	-	2,5	+0/+3	830
<b>CENTRAL B</b>	VP2A VITRINA AVES	VSS 726	4,55	+0/+3	1.511
<b>CENTRAL B</b>	VP2B VITRINA AVES	WPS 726-6	3,75	+0/+3	6.675
<b>CENTRAL B</b>	VP15M CARNES	WPS 726-6	3,75	+0/+3	6.675
<b>CENTRAL B</b>	VP16M CARNES	WPS 726-6	3,75	+0/+3	6.675
<b>CENTRAL B</b>	VP17M CARNES	WPS 726-6	3,75	+0/+3	6.675
<b>CENTRAL B</b>	VP3A PRODUC CAL	-	2,5	+2/+4	4.450
<b>CENTRAL B</b>	VP3B PRODUC CAL	-	2,5	+2/+4	4.450
<b>CENTRAL B</b>	VP3C PRODUC CAL	NO EXISTE	NO EXISTE	NO EXISTE	NO EXISTE
<b>CENTRAL B</b>	VP4M POSTRES	SMHSFL 6/4	13,56	+2/+4	14.984
<b>CENTRAL B</b>	VP5AM YOGURT	SMHSFL 3/6	5,62	+2/+4	6.210
<b>CENTRAL B</b>	VP5BM YOGURT	SMHSFL 6	3,75	+2/+4	4.144
<b>CENTRAL B</b>	VP5CM YOGURT	SMHSFL 6	3,75	+2/+4	4.144
<b>CENTRAL B</b>	VP6V PESCADO	MCC28 6.05	3,75	+0/+3	4.144
<b>CENTRAL B</b>	VP7 CUARTA GAMA	-	11,5	+4/+6	12.708
<b>Pfrigorífica total kW</b>					<b>123484</b>

### 1.3. DEMANDA NEGATIVA

CENTRAL	DENOMINACIÓN	MODELO	VOLUMEN (M^3)	Tª REGIMEN	PF (KW)
<b>AK-CC-550</b>	CN2 PESCADO	CCEH 353BS	39,0	-22/-24	6.420
<b>AK-CC-550</b>	CN3 CARNE	CCEH 251CS	8,0	-22/-24	1.560
<b>AK-CC-550</b>	CN4 PASTELERÍA	KOBOL CC 114	80,0	-22/-24	10.340

<b>AK-CC-550</b>	CN5 PATIO	CONG	BOHN BHL 403 BS	88,0	-22/-24	10.920
------------------	--------------	------	-----------------------	------	---------	--------

## MURALES

<b>LN3</b>	ISLA 1	CONG	IRIOS SG3 G5 C8	25,2	-21/-23	10.432,8
<b>LN4A</b>	ISLA CONG 2		IRIOS SG3 G5 C8	2,5	-21/-24	1.035,0
<b>LN4B</b>	ISLA CONG 3		IRIOS SG3 G5 C8	2,5	-21/-25	1.035,0
<b>LN5</b>	ISLA CONG 4		IRIOS SG3 G5 C8	25,2	-21/-26	10.432,8
<b>LN6A</b>	ISLA CONG 5		IRIOS SG3 G5 C8	2,5	-21/-24	1.035,0
<b>LN6B</b>	ISLA CONG 6		IRIOS SG3 G5 C8	2,5	-21/-24	1.035,0
<b>LN7A</b>	ISLA CONG 7		G7M6 6	12,6	-21/-29	5.216,4
<b>LN7B</b>	ISLA CONG 8		G7M6 6	12,6	-21/-30	5.216,4
<b>LN8A</b>	ISLA CONG 9		G7M6 6	2,5	-21/-31	1.035,0
<b>LN8B</b>	ISLA CONG 10		G7M6 6	2,5	-21/-32	1.035,0
<b>Pfrigorífica total kW</b>						<b>66748</b>

<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>359030</b>
----------------------	---------------

## 2. CÁLCULO COMPRESORES CENTRAL NEGATIVA

En función de las necesidades mostradas en las tablas, se procederá a seleccionar los compresores, mediante el software de la marca BITZER.

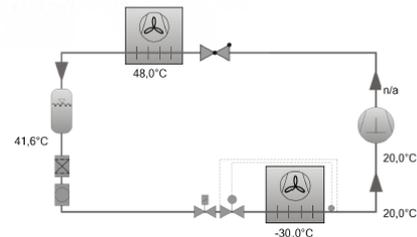
Para la selección de los compresores serán necesarios valores de entrada tales como:

- Refrigerante: R448A
- Temperatura evaporación:  $-30^{\circ}\text{C}$ , temperatura para poder conservar los productos congelados entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $-25^{\circ}\text{C}$ , con una diferencia de temperatura de  $7 - 8^{\circ}\text{C}$  para que se produzca el intercambio.
- Temperatura condensación:  $48^{\circ}\text{C}$ , de la guía técnica IDEA para la provincia de Alicante, temperatura máxima  $38^{\circ}\text{C}$ , para que se produzca el intercambio debe existir una diferencia de temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$ .
- Potencia frigorífica requerida: tabla  $66,75 \cong 70$

Obtenemos los siguientes resultados:

### Valores de entrada

Tipo de compresor	compresores alternativos, semiherméticos
Modo	Refrigeración y Aire acondicionado
Refrigerante	R448A
Temperatura de referencia	Temp. en el punto de rocío
Líquido subenfriado (después condensador)	2,00 K
Temperatura de gas aspirado	$20,00^{\circ}\text{C}$
Modo de funcionamiento	Auto
Alimentación eléctrica	400V-3-50Hz
Regulador de capacidad	100%
Recalentamiento útil	100%



### descripción general

		A			
Temp. de evaporación	$-30,00^{\circ}\text{C}$				
Temp. de condensación	$48,0^{\circ}\text{C}$				
		Qe	Pe	EER	Ratio
		kW	kW	W/W	%
<b>Total</b>		<b>70,5</b>	<b>52,4</b>	<b>1,34</b>	<b>--</b>
6JE-33Y-40P		14,10	10,48	1,34	20,00
6JE-33Y-40P		14,10	10,48	1,34	20,00
6JE-33Y-40P		14,10	10,48	1,34	20,00
6JE-33Y-40P		14,10	10,48	1,34	20,00
6JE-33Y-40P		14,10	10,48	1,34	20,00

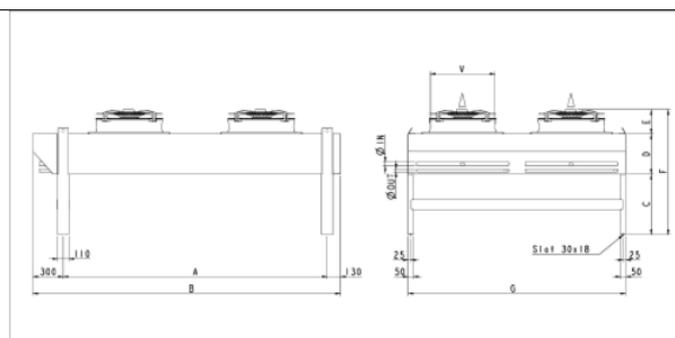
### 3. CÁLCULO CONDENSADOR CENTRAL NEGATIVA

Una vez obtenido la potencia frigorífica necesaria de la central negativa, y la capacidad total que proporcionarán los compresores, se va a proceder a calcular el condensador capaz de evacuar al exterior el calor absorbido al medio a enfriar, para ello se va a utilizar el programa modineselect, de la marca de condensadores ECO MODINE.

Al igual que en el cálculo anterior se deben tener en cuenta los siguientes valores de entrada:

- Refrigerante: R448A
- Temperatura evaporación:  $-30^{\circ}\text{C}$ , temperatura para poder conservar los productos congelados entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $-25^{\circ}\text{C}$ , con una diferencia de temperatura de  $7 - 8^{\circ}\text{C}$  para que se produzca el intercambio.
- Temperatura condensación:  $48^{\circ}\text{C}$ , de la guía técnica IDEA para la provincia de Alicante, temperatura máxima  $38^{\circ}\text{C}$ , para que se produzca el intercambio debe existir una diferencia de temperatura de  $10^{\circ}\text{C}$ .
- Subenfriamiento:  $2^{\circ}\text{C}$ , evitar *flas-gash*, aseguramos que no haya burbujas en la línea de líquido y puedan entrar en la válvula de expansión
- Capacidad de condensador:  $66,25\text{ kW}$  (potencia frigorífica necesaria de mobiliario y cámaras) +  $70,5\text{ kW}$  (potencia frigorífica de los compresores):  $137,25\text{ kW}$

Capacidad del Condensador	[ kW ]	137.3			
Outside temperature	[ °C ]	38.0	Condensing temperature [Mid]	[ °C ]	48.0
Refrigerante *		R448A			
Altitud	[ m ]	3.0			
Desobrecalentamiento	[ °C ]	40.0			
			Flujo aire		V
Intercambiador * Bateria	Aletta Aluminio		Accesorios eléctricos		
Alimentación motor ventilador	Estándar		Accesorios mecánico		
Motor / Ventilador					
Modelo Seleccionado:	1 x EKG622DN4E08V				
Capacidad	[ kW ]	139.7	Margen de reserva	[ % ]	1.76
DT [Dew]	[ K° ]	12.2	Hot Gas	[ °C ]	90.2
Tot.Caud.Aire	[ m³/h ]	50980	Pres. son. tot.	[ dB(A) @10[ m ] ]	60



A = 1800	B = 2230	C = 600	D = 400	E = 230	F = 1230
G = 2143	Ni = 1	Di = 70	No = 1	Do = 54	V = 630
Peso	kg	385.000	PED Category		Cat I
			Presión de diseño PS	[bar]	32

#### 4. CÁLCULO TEWI

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 a las emisiones de CO<sub>2</sub> (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 CO<sub>2</sub>.

El factor TEWI se calculará por medio de la siguiente fórmula, en la que los diferentes tipos de impacto están correspondientemente separados.

$$TEWI = [PCA \times L \times n] + [PCA \times m (1 - \alpha_{recuperación})] + [n \times E_{anual} \times \beta]$$

$$[PCA \times L \times n] = \text{Impacto debido a perdidas por fugas} = PCA \text{ directo}$$

$$[PCA \times m (1 - \alpha_{recuperación})] = \text{Impacto por pérdidas producidas en la recuperación} \\ = PCA \text{ directo}$$

$$[n \times E_{anual} \times \beta] = \text{Impacto debido a la energía consumida} = PCA \text{ indirecto}$$

Refrigerante	R448A	R507A
PCA	1.387	3.985
L (Kg/año)	20	20
n (años)	20	20
m (Kg)	1.200	1.200
$\alpha_{recuperación}$	0,95	0,95
Horas de funcionamiento anual	3.066	3.066
$E_{anual}$	1.076.166	1.076.166
B (kg/kWh)	0,357	0,357
Impacto por fugas	554.800	1.594.000
Impacto por pérdidas en la recuperación	83.220	239.100
Impacto energía consumida	7.683.825,24	7.683.825,24
TEWI	8.321.845,24	9.516.925,24

Donde:

- TEWI: Impacto total equivalente sobre el calentamiento atmosférico, en kilogramos de CO<sub>2</sub>;
- PCA es el potencial de calentamiento atmosférico, referido a CO<sub>2</sub>
- L son las fugas, expresadas en kilogramos por año
- n es el tiempo de funcionamiento del sistema, en años
- m es la carga del refrigerante, en kilogramos
- $\alpha_{\text{recuperación}}$  es el factor de recuperación de 0 a 1, se estima para este tipo de instalaciones 0.95
- $e_{\text{anual}}$  es el consumo energético, en kilovatio-hora por año
- $\beta$  es la emisión de CO<sub>2</sub> en kilogramos por kilovatio-hora, valor tomado del documento RITE

Como podemos observar al haber sustituido el refrigerante R507A por el R448A con menor PCA, hemos reducido la cantidad de CO<sub>2</sub> que será emitido al ambiente.

## 5. CÁLCULOS VÁLVULAS DE SEGURIDAD

### 5.1. CAPACIDAD MÍNIMA DE DESCARGA REQUERIDA

La capacidad mínima de descarga de las válvulas de seguridad requerida por los depósitos a presión deberá ser determinada por la ecuación:

$$Q_m = \frac{\varphi \times A}{h_{\text{vap}}} \times 3.600$$

Donde:

- Q Capacidad mínima de descarga requerida del dispositivo de alivio en kilogramos de refrigerante por hora
- $\Phi$  Densidad de flujo térmico establecido en 10 kW/m<sup>2</sup>
- A Superficie exterior del recipiente en metros cuadrados
- $H_{\text{vap}}$  Calor latente específico de evaporación del refrigerante, en kilojulios por kilogramo, calculado a una presión de 1,1 veces la presión de tarado del dispositivo.

	CENTRAL ALTA TªA	CENTRAL ALTA TªB	CENTRAL BAJA Tª
<b>Tipo refrigerante</b>	R 448A	R 448A	R 448A
<b>Φ Densidad flujo térmico (dW/m²)</b>	10	10	10
<b>V volumen interno recipiente (l)</b>	400	400	400
<b>A Superficie exterior recipiente (m²)</b>	2,83	2,83	2,83
<b>H vap, calor latente (Kj/Kg)</b>	241,1	241,1	241,1
<b>Qm capacidad mínima descarga requerida (kg aire / h)</b>	422,56	422,56	422,56
<b>Qm descarga válvulas instaladas (kg aire / h)</b>	1550	1550	1550
	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE

## 6. VENTILACIÓN SALA MÁQUINAS

La descarga de aire de ventilación se realiza directamente al exterior en la zona del parking de cubierta.

En cumplimiento de lo especificado en la IF-07, para la determinación de la capacidad de extracción de ventilación se ha considerado la siguiente expresión:

$$V = 14 \times m^{2/3}$$

Dónde:

- V es el caudal en litros por segundo
- M es la carga de refrigerante, en kilogramos, existente en el sistema de refrigeración que cuente con mayor carga, cualquiera que sea la parte del mismo que esté en la sala de máquinas específica
- 14 es un factor de conversión constante

Se toma m = 400 Kg de R448A.

$$V = 14 \times m^{2/3} = 760,03 \frac{l}{s} = 2.736,13 \text{ m}^3/h$$

Se cumplen por tanto los requisitos de ventilación exigidos ya que la sala de máquinas dispone de tres extractores de 5.000 m³/h de capacidad unitaria de extracción.

Es posible conectar y desconectar los ventiladores mediante la colocación de un interruptor tanto desde dentro como desde fuera de la sala de máquinas específica.

Los refrigerantes empleados de calificación A1 son no inflamables, por lo tanto los motores de los ventiladores no tendrán que cumplir con los requisitos para zonas con riesgo de explosión.



# PLIEGO DE CONDICIONES

## 1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

### 1.1. METALES NO FÉRRICOS Y SUS ALEACIONES

Queda prohibido el uso de los siguientes materiales y sus aleaciones.

- a) El cobre con el amoníaco y el formiato de metilo
- b) Aluminio con cloruro de metilo
- c) El magnesio salvo casos especiales que se justificarán en su caso
- d) El cinc con el amoníaco, cloruro de metilo y fluidos frigorígenos fluorados
- e) El plomo con fluidos frigorígenos fluorados, salvo en la construcción de juntas
- f) El estaño y las aleaciones de plomo/estaño con hidrocarburos fluorados para temperaturas de servicio inferiores a  $-100^{\circ}\text{C}$ .
- g) Las aleaciones de estaño para soldadura blandas en temperaturas de servicio inferiores a  $-10^{\circ}\text{C}$ . Se podrán utilizar a otras temperaturas, siempre y cuando vayan a estar sometidas a tensiones mecánicas pequeñas.

Las aleaciones para soldadura blanda no se deberán emplear excepto en aplicaciones internas.

Las aleaciones para soldadura dura no se deberán emplear a no ser que hay sido previamente probada su compatibilidad con los refrigerante y lubricantes.

### 1.2. MATERIALES NO METÁLICOS

#### MATERIALES PARA JUNTAS Y EMPAQUETADURAS

Los materiales para juntas en uniones y para empaquetaduras de válvulas, etc. Deberán ser compatibles con los refrigerantes, aceites y lubricantes utilizados,

además deberán ser apropiados para las presiones y temperaturas de trabajo previstas.

### VIDRIO

El vidrio podrá utilizarse en circuitos de refrigeración y en aislantes eléctricos, indicadores de nivel, visores mirillas, etc. Debiendo en cualquier caso soportar las presiones, temperaturas y ataques químicos previsibles.

### AMIANTO

Está prohibida la utilización de amianto.

### PLÁSTICOS

Cuando se utilicen plásticas, estos deberán ser adecuados para resistir las tensiones mecánicas, eléctricas, térmicas, químicas y de fluencia a largo plazo, además no provocarán riesgo de incidencia.

## 1.3. TUBOS DE MATERIAL FÉRRICO

Los tubos de material férreo empleados en la construcción de elementos del equipo frigorífico o en conexiones y tuberías de paso de refrigerante deberán ser siempre de acero estirado.

### FUNDICIÓN GRIS Y FUNDICIÓN ESFEROIDAL

El hierro fundido (fundición gris) y el hierro maleable (fundición esferoidal) solo se deberá utilizar cuando haya sido probada su aptitud para una aplicación particular.

Puesto que algunas calidades de hierro fundido (fundición gris) son frágiles, su aplicación dependerá de la temperatura, presión y diseño.

Deberá tenerse presente que el hierro maleable (fundición esferoidal) tiene dos clasificaciones generales con distintas calidades en cada una. Estas pueden tener propiedades mecánicas muy diferentes.

### ACERO COMÚN, ACERO FUNDIDO Y ACEROS DE BAJA ALEACIÓN

El acero común, acero fundido y aceros de baja aleación serán utilizables en todas las piezas por las que circula refrigerante o también fluidos secundarios. En casos donde concurren bajas temperaturas y altas presiones o existan riesgos de corrosión o tensiones térmicas deberán ser utilizados aceros que, considerando el espesor, la temperatura mínima de diseño y el procedimiento de soldadura, tengan suficiente resistencia al impacto (resilencia).

#### ACERO DE ALTA ALEACIÓN

Cuando se utilice acero inoxidable se tendrá precaución de que la calidad del mismo sea compatible con los fluidos del proceso y con los posibles contaminantes atmosféricos.

#### 1.4. AISLAMIENTO TÉRMICO

La calidad del aislamiento vendrá dada principalmente por su coeficiente de conductividad térmica, su baja permeabilidad al vapor de agua y su resistencia al envejecimiento y la eficacia de la barrera de vapor.

El aislamiento deberá estar protegido mediante una barrera de vapor, aplicada en la cara exterior del aislante, excepto cuando la permeabilidad del aislante sea suficientemente baja como para garantizar una protección equivalente. Con cualquiera de las soluciones adoptadas se garantizará una resistencia a la difusión del vapor eficaz y continua que impida las condensaciones intersticiales.

En ningún caso el espesor del aislante será inferior al necesario para evitar condensaciones superficiales no esporádicas.

Antes de colocar el aislamiento, cuando los componentes sean de hierro o acero se deberá aplicar un tratamiento adecuado para prevenir la corrosión. Las zonas o elementos que no deban ir aislados por exigencia del funcionamiento deberán estar especialmente protegidas para evitar los efectos de la corrosión debido a la condensación.

Será necesario aplicar el aislamiento procurando la mejor distribución y sellado de las juntas, cuando las haya.

En el diseño y construcción de los soportes de las tuberías se prestará especial atención a la contracción y dilatación de las mismas para que estos movimientos no generen daños en la barrera de vapor. Se deberá tener presente que una barrera de vapor deficiente será, más tarde o temprano, la causa de un deterioro progresivo del aislamiento y si el tratamiento anticorrosión no existiera o fuera insuficiente el elemento aislado sufriría graves daños de corrosión, lo que afectaría a la seguridad de la instalación.

El aislamiento deberá llevar un recubrimiento bien plástico o metálico. La colocación de este recubrimiento, sobre todo si se utilizan elementos de fijación punzantes, no deberá ocasionar daños en la barrera de vapor.

Si se realizan trabajos en las proximidades de componentes aislante se tendrá el máximo cuidado para no dañar el aislamiento, pisándolo o golpeándolo.

Siempre que sea necesario acceder a algunos puntos de mantenimiento de la instalación frigorífica o de otras instalaciones a través de la red de tuberías aisladas se deberá prever las suficientes zonas de paso para evitar el deterioro del aislamiento. Dichos pasos se montarán a medida que se vaya ejecutando el aislamiento.

En relación con el mantenimiento del aislamiento del circuito frigorífico, véase apartado 1.2.6 de la IF-14.

## 2. COMPONENTES DE LAS INTALACIONES

Todas las partes del circuito del refrigerante se deberán diseñar y construir para mantener la estanqueidad y soportar la presión que pueda producirse durante el funcionamiento, reposo y transporte teniendo en cuenta las tensiones térmicas, físicas y químicas que puedan preverse.

La presión de diseño de cada componente no será inferior a la presión máxima admisible “PS” del sistema o de la parte del mismo donde vaya instalado. Este punto de aplicación no se aplicará a los compresores que cumplan con la norma UNE-EN-60335-2-34 o con la UNE-EN-12693.

## 2.1. EQUIPOS A PRESIÓN

Los equipos a presión nuevos deberán cumplir, en cuanto al diseño, con el Real Decreto 709/2015, de 24 de julio.

Los soportes y apoyos para equipos a presión deberán diseñarse y situarse para soportar las cargas estáticas y dinámicas que se produzcan.

Tales cargas podrán ser consecuencia de la masa de los equipos, masa del contenido y equipamientos, acumulación de nieve, acción del viento, masa de los tirantes, brazos y tuberías de interconexión y variaciones dimensionales de origen térmico de la tubería y componentes.

Deberá tenerse en cuenta la masa de líquido durante una posible rueda hidrostática in situ.

## 2.2. TUBERÍAS Y CONEXIONES

### CIRCUITO REFRIGERANTE

Todas las tuberías del circuito refrigerante deberán cumplir con las normas aplicables especificadas en la solicitud de evaluación de conformidad cuando sea preceptivo y se diseñarán, construirán e instalarán para mantener la estanqueidad y resistir las presiones y temperaturas que puedan producirse durante el funcionamiento, las paradas y el transporte, teniendo en cuenta los esfuerzos térmicos, físicos y químicos que se prevean.

Los materiales, espesor de la pared, resistencia a la tracción, ductilidad, resistencia a la corrosión, procedimientos de conformado y pruebas serán adecuado para el refrigerante utilizado y resistirán las presiones y esfuerzos que puedan producirse.

## GOLPE DE ARIETE

Las tuberías en los sistemas de refrigeración se deberán diseñar e instalar de tal forma que el golpe de ariete, choque hidráulico, no pueda dañar al sistema.

## DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN, TUBERÍAS Y ACCESORIOS

Los dispositivos de protección, tuberías y accesorios se deberán proteger lo máximo posible contra los efectos adversos medioambientales. Se considerarán efectos adversos medioambientales, por ejemplo, el peligro de acumulación de agua y la congelación de las tuberías de descarga o acumulación de suciedad o sedimentos.

## TRAZADOS DE TUBERÍA LARGOS

Se deberá prever la dilatación y contracción de tuberías en trazados largos.

## ACCESORIOS FLEXIBLES PARA TUBERÍAS

Los accesorios flexibles para tuberías deberán cumplir con la norma UNE-EN 1736. Estarán protegidos contra daños mecánicos, torsión y otros esfuerzos y deberán comprobarse regularmente, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

## USO INADECUADO

Se deberá evitar el uso inadecuado de las tuberías, por ejemplo: encaramarse, almacenar mercancías sobre ellas, etc.

### 2.2.1. UNIONES DE TUBERÍAS

Las uniones deberán diseñarse de forma que no sean dañadas por la congelación de agua en su exterior. Serán las adecuadas para la tubería, su material, presión y temperatura y fluido.

Las tuberías con diferentes diámetros solo se conectarán utilizando accesorios de reducción de diámetro normalizados.

Los acoplamientos de cierre rápido se utilizarán solamente para la interconexión de las partes de sistemas semicompactos.

Si no hay razones técnicas que lo justifiquen, las uniones deberán ser soldadas.

Serán preferibles uniones embridadas a uniones abocardadas, roscadas o de compresión, especialmente cuando se puedan producir vibraciones.

Se evitarán los acoplamientos de cierre rápido.

En las tuberías aisladas la posición de las uniones desmontables estará permanentemente marcada.

### 2.2.2. UNIONES NO DESMONTABLES

En uniones no desmontables se deberán utilizar soldaduras fuertes o blandas.

Durante la ejecución de cualquier soldadura fuerte o blanda se evitarán las impurezas causadas por la formación de óxido, por ejemplo, utilizando gas inerte o eliminándolas.

Podrán usarse otras uniones no desmontables, siempre que su idoneidad haya sido probada.

#### SOLDADURA

La soldadura deberá cumplir con la norma europea correspondiente. Cuando se seleccione el procedimiento de soldadura se considerarán las temperaturas de operación del sistema, materiales a unir y composición del material de aporte.

Los accesorios, para soldadura a tope, serán compatibles con el material de la tubería.

Las tuberías revestidas no se soldarán hasta que todo el recubrimiento haya sido eliminado completamente del área de unión. Las uniones soldadas deberán estar convenientemente protegidas.

Los soldadores estarán acreditados para la realización del trabajo de acuerdo con la Norma UNE-EN ISO 9606-1 o UNE-EN ISO 9606-3.

#### SOLDADURA BLANDA

La soldadura blanda no será utilizada en las uniones de tuberías, en su ensamblaje o donde se incorporen accesorios a las mismas, para estos casos será preferible la soldadura o soldadura fuerte.

### SOLDADURA FUERTE

La compatibilidad de todos los materiales, incluidos el material de aporte y el fundente, con el refrigerante será determinado minuciosamente mediante ensayo. Deberá tenerse en cuenta la posibilidad de corrosión.

No se utilizará la soldadura fuerte en el caso de tuberías de amoníaco, a menos que haya sido probado que el material es compatible.

La soldadura fuerte solo se efectuará por soldador acreditado en este campo.

## 2.2.3. UNIONES DESMONTABLES

### UNIONES EMBRIDADAS

Las uniones embridadas se deberán disponer de tal forma que las partes conectadas puedan desmontarse con una mínima deformación de la tubería.

Se utilizarán bridas normalizadas para las tuberías de acero y bridas locas normalizadas con cuello prolongado para soldar en el caso de tuberías de cobre.

Las uniones deberán ser sólidas y suficientemente resistentes para evitar cualquier daño a la junta que se inserte. Serán preferibles las bridas acanaladas o las bridas con cajeado, macho/hembra. El desmontaje deberá ser posible sin forzar a los componentes unidos. Se deberá tomar la precaución de no sobretensar los tornillos que trabajan en frío, cuando se aplique un par de apriete predefinido.

### UNIONES ABOCARDADAS

No se deberán utilizar las uniones abocardadas para la conexión de válvulas de expansión. Se evitarán las uniones abocardadas donde sea razonablemente posible.

Se deberá limitar el uso de uniones abocardadas a tuberías reconocidas cuyo diámetro exterior sea inferior o igual a 19 mm y no se utilizará con tuberías de cobre y aluminio de diámetro exterior menor de 9 mm.

Cuando se realicen uniones abocardadas, deberán tomarse precauciones para asegurar que el abocardado es del tamaño correcto y que el par utilizado para apretar la tuerca no es excesivo. Es importante que las superficies roscadas y de deslizamiento sean lubricadas antes de su unión con aceite compatible con el refrigerante. No deberán ser abocardadas las tuberías cuyo material haya sido endurecido por manipulación en frío.

Las uniones a compresión roscadas serán una alternativa preferible a las uniones abocardadas.

#### UNIONES CÓNICAS ROSCADAS

Las uniones cónicas roscadas solo se deberán utilizar para conectar dispositivos de medida y control. Las uniones cónicas roscadas serán de construcción sólida y suficientemente probada.

No deberán utilizarse materiales de relleno y sellos en las roscas que no estén debidamente probados.

#### UNIONES POR COMPRESIÓN ROSCADAS Y JUNTAS DE ANILLO

Se deberá restringir el uso de estas uniones a:

- Líneas de líquido de diámetro interior máximo: 32 mm
- Líneas de vapor de diámetro interior máximo: 40 mm

Las uniones por compresión roscadas con un anillo metálico deformable se podrán utilizar en tuberías de hasta 88 mm de diámetro exterior.

#### 2.2.4. TRAZADO DE TUBERÍAS

El trazado y soporte de las tuberías tienen un importante efecto en la fiabilidad del funcionamiento y mantenimiento del sistema de refrigeración, por consiguiente, deberá tenerse en cuenta la disposición física, en particular la

posición de cada tubería, las condiciones de flujo, condensaciones, dilatación térmica, vibraciones y buena accesibilidad.

Las tuberías se soportarán adecuadamente de acuerdo con su tamaño y peso en servicio. La separación máxima entre soportes de las tuberías se muestra en las tablas 3 y 4 de la IF-06.

### 2.2.5. GOLPE DE ARIETE EN SISTEMAS

Las tuberías de los sistemas de refrigeración se deberán diseñar e instalar de tal forma que el sistema no sufra daños si se produce un golpe de Ariete.

Estos golpes originados por una repentina desaceleración del líquido refrigerante en la tubería con la consiguiente onda de choque se pueden prevenir, mediante:

- Montaje de la válvula solenoide tan próxima como sea posible a la válvula de expansión
- Montaje de la válvula solenoide en la línea de vapor recalentado (gas caliente) para desescarche, tan próxima como sea posible al evaporador.
- Prellenado de la tubería mediante una línea de derivación (bypass) sobre la válvula solenoide principal
- Instalación de una válvula de acción lenta

### 2.2.6. LOCALIZACIÓN

Las tuberías y componentes de acero se protegerán adecuadamente contra la corrosión con un recubrimiento resistente a la misma. Dicha protección se aplicará antes de colocar el aislamiento.

## 2.3. RECORRIDO DE LAS TUBERÍAS

Se deberán tener en cuenta, atendiendo a criterios de seguridad y protección medioambiental, las siguientes consideraciones:

- a. No representarán un peligro para las personas, no se obstruirán los pasos libres de las vías de acceso y salidas de emergencia donde se utilicen refrigerantes del grupo L2 o L3
- b. Las uniones y válvulas no deberán estar en lugares accesibles para el personal no autorizado
- c. Las tuberías se protegerán contra calentamientos externos mediante una separación adecuada respecto de las tuberías calientes o fuentes de calor
- d. Los recorridos de las tuberías se diseñarán de tal forma que se minimice la carga de refrigerante y las pérdidas de presión

### 2.3.1. CANALIZACIONES PARA PASO DE TUBERÍAS

Donde las tuberías de refrigerante compartan una canalización con otros servicios, se deberán adoptar medidas para evitar daños debidos a la interacción entre ellas.

No habrá tuberías de refrigerante en galerías de ventilación o de aire acondicionado cuando estos se utilicen, también, como salidas de emergencia.

Las tuberías no estarán localizadas en huecos de ascensores, montacargas u otros huecos que contengan objetos en movimiento.

Las galerías o falsos techos deberán ser desmontables o tener una altura mínima de 1 m, en el punto de paso de tubos y una amplitud suficiente para permitir el montaje, verificación o reparación de los tubos con las debidas condiciones de eficacia y seguridad.

### 2.3.2. UBICACIÓN

Las tuberías con uniones desmontables no deberán situarse en vestíbulos, pasillos, escaleras, rellanos, entradas, salidas o en cualquier conducto o hueco que tengan aperturas no protegidas a estos locales.

Una excepción serán las tuberías que no tengan uniones desmontables, sin válvulas o controles y que estén protegidas contra daños accidentales. Estas tuberías, en vestíbulos, escaleras o pasillos, se instalarán a no menos de 2,2 m por encima del suelo.

Como regla general, las tuberías se deberán instalar de forma que estén protegidas contra daños derivados de cualquier actividad.

### 2.3.3. REFRIGERANTES INFLAMABLES O TÓXICOS

Las galerías que contenga tuberías para refrigerantes inflamables o tóxicos se deberán ventilar hacia un lugar seguro para prevenir, en caso de fuga, concentraciones peligrosas de gases.

### 2.3.4. ACCESO A LAS UNIONES DESMONTABLES

Todas las uniones desmontables deberán ser fácilmente accesibles para su comprobación.

### 2.3.5. PROPAGACIÓN DE FUEGO

Las tuberías que pasen a través de paredes y techos resistentes al fuego se deberán sellar conforme con la clasificación de los parámetros correspondientes en la normativa contra incendios.

## 2.4. TUBERÍAS ESPECIALES

### 2.4.1. TUBERÍAS PARA LA CONEXIÓN DE DISPOSITIVOS DE MEDIDA, CONTROL Y VÁLVULAS DE SEGURIDAD

Las tuberías para la conexión de dispositivos de medida, control y seguridad deberán ser suficientemente resistentes a la presión máxima admisible e instalarse de forma que se minimicen las vibraciones y corrosiones.

Para evitar obstrucciones por suciedad en tubos de conexión con diámetros pequeños, la unión de la tubería principal deberá realizarse, en lo posible, por la parte superior y no por la zona inferior, más expuesta a la suciedad.

Para las válvulas de seguridad, el cálculo de las pérdidas de presión en las líneas de entrada y descarga, incluidos todos sus accesorios, se realizará según la Norma UNE-EN ISO 13136.

## 2.4.2. DRENAJES Y LÍNEAS DE DRENAJE

Los dispositivos de cierre en drenajes y líneas de drenaje que no deban manipularse en funcionamiento normal del sistema se deberán proteger contra su manipulación por personas no autorizadas.

### LINEAS DE DRENAJE DE ACEITE

En las líneas de drenaje de aceite se instalará una válvula de cierre con el vástago en posición horizontal por delante de la válvula de cierre rápido o una válvula combinando ambas funciones.

### TRASVASE DE ACEITE Y REFRIGERANTE

Los sistemas de refrigeración tendrán necesariamente un dispositivo de cierre o accesorios de conexión que permitan, con el compresor del sistema o con dispositivos externos de evacuación, trasvasar refrigerante y aceite desde el sistema a recipientes de líquido internos o externos.

Se dispondrán de válvulas de vaciado para trasvasar fácilmente el refrigerante desde el sistema sin emisión del mismo a la atmósfera.

### INSTALACIÓN DE LÍNEAS DE DESCARGA

Las líneas de descarga a la atmósfera de los dispositivos de alivios de presión, válvulas de seguridad y tapones fusibles, se deberán instalar de forma que las personas y bienes no sean dañadas por el refrigerante descargado.

El refrigerante podrá difundirse en el aire ambiente por medios adecuados, pero alejado de cualquier entrada de aire a un edificio, o conducido y diluido en una cantidad suficiente de sustancia absorbente apropiada.

Si la carga de refrigerante del grupo L1 es menor que los límites expuestos en el apéndice 1, tabla A de la IF-02 para locales de categoría A, B, C y D, ésta se podrá difundir dentro del recinto evitando que las personas sean dañadas por el refrigerante líquido.

## LÍNEAS DE DESCARGA SEPARADAS

Preferentemente se deberán prever líneas de descarga separadas para los dispositivos de alivio de presión de los sectores de alta y baja presión. Si se utiliza una línea de descarga común para varios dispositivos de alivio, la pérdida de carga se deberá calcular considerando la presión de tarado más baja y la simultaneidad de descarga de todos los dispositivos conectados a dicha línea.

## BRIDAS CIEGAS

En los extremos de las tuberías que no se utilicen durante el funcionamiento normal se deberán montar bridas ciegas.

## 3. VÁLVULAS Y DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD

### 3.1. REQUISITOS GENERALES

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

#### 3.1.1. VÁLVULAS DE ACCIONAMIENTO MANUAL

Las válvulas manuales que deban accionarse frecuentemente durante condiciones normales de funcionamiento deberán estar provistas de un volante o palanca de maniobra.

Las válvulas de aislamiento de los equipos a presión y automatismos deberán ser accesibles en todo momento.

Todos los recipientes que contengan, en funcionamiento normal, refrigerante en estado líquido, deberán disponer de válvulas de cierre en todas las conexiones que partan o lleguen a los mismos, de forma que puedan independizarse del resto del sistema.

En las instalaciones con refrigerantes halogenados o con CO<sub>2</sub> se utilizarán siempre válvulas con caperuza, salvo operación manual frecuente.

En instalaciones con amoníaco, poner volante o caperuza será decisión opcional del instalador.

### 3.1.2. ACCIONAMIENTO POR PERSONAS NO AUTORIZADAS

Las válvulas que no deban manipularse mientras el sistema se encuentre funcionando deberán diseñarse de forma que se evite su accionamiento por personas no autorizadas.

### 3.1.3. BLOQUEO DE PARTES DE LA VÁLVULA

Las válvulas se construirán de acuerdo con los requisitos para bloqueo según se especifica en la Norma UNE-EN 12284.

### 3.1.4. CAMBIO DEL PRENSAESTOPA O JUNTA DE ESTANQUEIDAD

Si no es posible apretar o cambiar la empaquetadura o junta mientras la válvula está sometida a presión, deberá ser factible independizar la válvula del sistema.

### 3.1.5. CORTES DE FLUJO

Las válvulas que se utilizan para el corte deberán evitar, cuando se cierren, la circulación de fluido en cualquier dirección.

### 3.1.6. VÁLVULAS CON CAPERUZA

Las válvulas con caperuza se deberán diseñar de forma tal que cualquier presión de refrigerante que pudiera estar presente bajo la caperuza sea ventilada rápidamente tan pronto se comience a desmontar ésta.

### 3.1.7. VÁLVULAS AUTOMÁTICAS DE CIERRE RÁPIDO

Las válvulas automáticas de cierre rápido se deberán instalar donde quiera que exista riesgo de escape de refrigerante, como por ejemplo; en los puntos de drenaje del aceite y niveles de líquido con cristal.

### 3.2. EMPLAZAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DE CORTE

Los dispositivos de corte no deberán montarse en lugares angostos. En los sistemas que utilizan refrigerantes del grupo L2 y L3, únicamente se podrán montar en galerías para tuberías y estas deben tener más de una salida de emergencia.

Las válvulas de protección (seguridad y alivio) se trata en al IF-08.

### 3.3. SISTEMAS DE DETECCIÓN DE FUGAS DE REFRIGERANTES FLUORADOS

Las instalaciones que empleen refrigerantes fluorados deberán contar con sistemas de detección de fugas en cada sistema frigorífico que contenga fluorados de efecto invernadero en cantidades de 50 toneladas de CO<sub>2</sub> o más que deberán alertar al titular de la instalación y, en su caso, a la empresa mantenedora en el momento que se detecte una fuga. Dichas alarmas y la acción adoptada deberán asignarse en el cuadro de controles periódicos de fugas del libro de registro de la instalación frigorífica.

## 4. INSTRUMENTOS DE INDICACIÓN Y MEDIDA

Los sistemas de refrigeración deberán estar equipados con los instrumentos de indicación y medida necesarios para los ensayos, funcionamiento y mantenimiento.

### 4.1. INDICADORES DE PRESIÓN PARA REFRIGERANTE

#### 4.1.1. CALIBRACIÓN Y MARCADO

Los indicadores de presión en el sector de alta deberán estar calibrados, como mínimo, hasta la presión máxima admisible. Cuando el indicador tenga doble escala presión/temperatura de saturación, en la esfera del mismo deberá estar indicado el refrigerante correspondiente, para el cual el indicador es compatible. Siempre que sea posible deberá marcarse, con un trazo rojo en la escala del indicador, la presión máxima del componente correspondiente.

El término “indicador” utilizado en este apartado, incluye instrumentos con indicación tanto analógica como digital.

#### 4.2. INSTALACIÓN

Cada sector o etapa de presión de un sistema de refrigeración deberá estar provisto de indicadores de presión cuando la carga de refrigerante supere:

- 100 kg para los refrigerantes del grupo L1
- 25 kg para los refrigerantes del grupo L2
- 2,5 kg para los refrigerantes del grupo L3

Los sistemas cuya carga de refrigerantes sea superior a 10 kg si es del grupo L1, 2,5 kg si es del grupo L2 o 1 kg si es del grupo L3, deberán disponer de conexiones para indicadores de presión.

#### EQUIPOS A PRESIÓN

Los equipos a presión con un volumen interior neto de 100 dm<sup>3</sup> o más, provistos de válvulas de cierre en entrada y salida y que puedan contener refrigerante líquido, deberán estar provistos de una conexión para un indicador de presión.

## DESESCARCHE O LIMPIEZA DE COMPONENTES QUE CONTENGAN REFRIGERANTE

Los componentes que contengan refrigerante y puedan ser sometidos a procesos de desescarche o limpieza por medio de calor controlado de forma manual (mediante accionamiento manual de válvulas), deberán estar provistos de uno o más indicadores de presión.

## INDICADORES DE NIVEL DE LÍQUIDO

Los indicadores de nivel de líquido deberán cumplir con la Norma UNE EN 12178.

## RECIPIENTES DE LÍQUIDO

Los recipientes acumuladores de refrigerante en sistemas que contengan más de:

- 100 kg para los refrigerantes del grupo L1
- 25 kg para los refrigerantes del grupo L2
- 2,5 kg para los refrigerantes del grupo L3

Y que puedan ser aislados del sistema deberán estar provistos de un indicador de nivel que, como mínimo, permita verificar el nivel máximo admisible.

## TUBOS DE VIDRIO

No están permitidos indicadores de nivel de líquido contruidos con tubo de vidrio según la NORMA UNE EN 12178.

## 5. SALA DE MÁQUINAS

La sala de máquinas se diseñará conforme a lo establecido en la IF-07.

- Las salas de máquinas específicas deberán servir para alojar exclusivamente los componentes de la instalación frigorífica y demás equipos técnicos auxiliares.
- Se deberá evitar que las emisiones de gas refrigerante procedentes de estas salas de máquinas puedan penetrar en los recintos próximos, patios, pasillos o canalizaciones de desagüe del edificio, debiendo ser evacuado el gas sin ningún riesgo.
- En caso de peligro deberá ser posible abandonar la sala de máquinas específica de forma inmediata, por lo que los pasillos estarán despejados de cualquier elemento (botellas y contenedores de refrigerantes) que impidan o dificulten la libre circulación del personal.
- El suministro de aire para motores de combustión, quemadores o compresores de aire deberá provenir de un lugar donde no haya vapores del refrigerante. Tales equipos deberán estar instalados únicamente en una sala de máquinas específica. Cuando el sistema frigorífico trabaje con refrigerantes del grupo L1, el aire necesario deberá provenir del exterior de dicha sala.
- No habrá ningún equipo productor de llama libre permanentemente instalado y en funcionamiento. Los materiales inflamables, exceptuando los refrigerantes, no deberán ser almacenados en las salas de máquinas específicas.
- Fuera de la sala de máquinas específica y cerca de su puerta de entrada se deberá instalar un interruptor de emergencia que permita para el sistema de refrigeración.
- Se deberá proveer de un sistema de ventilación natural o forzada. En el caso de ventilación forzada se deberá instalar un control de emergencia independientes, localizado en el exterior y cerca de la puerta de la sala de máquinas específica.
- No se emplazarán aberturas al exterior por debajo de las escaleras de emergencia.
- Toda red de tuberías y conductos que pasen a través de paredes, techos y suelos de salas de máquinas específicas deberá estar herméticamente sellada.

- Cada sala de máquinas específica deberá disponer, como mínimo, de dos extintores portátiles de polvo polivalentes (ABC), uno de ellos situado junto a la puerta de salida y otro en el otro extremo de la sala.

### 5.1. SEÑA DE ADVERTENCIA

En las entradas a las salas de máquinas específicas deberá colocarse un cartel que las identifique como tales y donde se advierta de la prohibición de entrar a las personas no autorizadas, así como la prohibición de fumar y utilizar elementos con llama o incandescencia.

### 5.2. DIMENSIONES Y ACCESIBILIDAD

Las dimensiones, de acuerdo con los criterios específicos, de las salas de máquinas deberán permitir la instalación de los componentes en condiciones favorables, para asegurar el servicio, mantenimiento, funcionamiento y desmontaje de los mismos. Si se utiliza una cabina como sala de máquinas específica, el libre acceso para servicio y mantenimiento se podrá lograr desmontando una parte de dicha cabina o mediante puertas especiales.

En caso necesario deberán preverse pasarelas y escaleras especiales para el montaje, funcionamiento, mantenimiento y revisión del sistema, de forma que se evite andar sobre las tuberías, conexiones, soportes, estructuras de sujeción y otros componentes.

Deberá existir una altura libre, de al menos 2,3 m, bajos los componentes situados sobre accesos y lugares de trabajo permanentes.

Además se deberán colocar carteles prohibiendo la manipulación del sistema de personas no autorizadas.

## 5.3. PUERTAS Y PAREDES

### 5.3.1. PUERTAS Y ABERTURAS

Las salas de máquinas específicas deberán tener puertas que se abran hacia afuera, en un número suficientes para asegurar, en caso de emergencia, una evacuación rápida del personal.

Las puertas se deberán fabricar de tal manera que se puedan abrir desde dentro (sistema antipánico).

Las puertas se deberán cerrar, solas, de forma automática, si proporcionan acceso directo al edificio.

No deberán haber aberturas que permitan el paso accidental de refrigerante, vapores, olores y de cualquier otro gas que se escape hacia otras partes del edificio.

### 5.3.2. CERRAMIENTOS

Las salas de máquinas específicas deberán realizarse con cerramientos (incluidas las puertas) cuyas características relativas a materiales, espesores y ejecución cumplan con el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales, aprobado por Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre, el código técnico de la edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo y la correspondiente ordenanza municipal relativa a la amortiguación del nivel sonoro, según corresponda.

## 5.4. VENTILACIÓN

Las salas de máquinas específicas se airearán mediante ventilación natural, a través de ventanas, celosías u orificios de aireación o mediante ventilación forzada hacia el exterior del edificio de forma que no causen daños o supongan peligro a las personas o bienes. Dicha ventilación será suficiente tanto para condiciones de funcionamiento normales como en casos de emergencias. Su capacidad se determinará según los apartados 5.2 y 5.3 de la IF-07.

Se adoptarán las suficientes previsiones para garantizar el suministro de aire de renovación exterior así como la buena distribución de este en la sala de máquinas específica, de forma que no existan zonas muertas. Las aberturas de entrada para este aire exterior se deberán situar de forma que se eviten cortocircuitos.

Se instalarán conductos para la ventilación en aquellos casos que sean necesarios para garantizar los citados requisitos de suministro y distribución de aire.

Los fluidos refrigerantes pueden ser más pesados o más ligeros que el aire. Para aquellos más pesados, al menos el 50% del volumen de aire que se está renovando, se tomarán de los puntos más bajos de la sala de máquinas específica y la entrada de aire exterior estará situada en el punto más alto. Para aquellos más ligeros que el aire, el volumen que se renueva saldrá de los puntos más altos de la sala de máquinas, por lo que la entrada de aire exterior se situará cerca del punto más bajo de la misma.

En las salas de máquinas específicas con construcción total o parcialmente subterránea o en cualquier otra sala de máquinas específica donde no sea posible la ventilación natural del aire se hará funcionar un sistema de ventilación forzada siempre que haya personal presente. El sistema deberá proporcionar un caudal mínimo de 6 renovaciones de aire por hora. Cuando no haya personal presente, la ventilación de emergencia se deberá controlar automáticamente mediante un detector de refrigerante.

## 6. MATERIAL DE PRODUCCIÓN DE FRÍO

### POTENCIA FRIGORÍFICA A INSTALAR

La potencia frigorífica efectiva a instalar, se indica para todos y cada uno de los circuitos de la instalación.

### COMPRESORES

El número de compresores a instalar será el indicado en el “Cuadro de Necesidades Frigoríficas”.

Se exige que estén provistos de los siguientes dispositivos de control y de seguridad.

- Manómetro de Alta, Baja y en su caso, media presión.
- Portatermómetros en la aspiración e impulsión de cada compresor.
- Válvulas automáticas de seguridad.
- Dispositivos de regulación de la potencia.

### DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

Los compresores se pararán automáticamente cuando la elevada presión del fluido, del lado de la Alta presión, rebase un límite de seguridad más allá del cual puede temerse la deformación, la rotura o la explosión de ciertos órganos.

Irán provistos con este fin, de los correspondientes dispositivos de seguridad.

### CONDENSADORES

El tipo de condensadores multitubulares horizontales, número y potencia total serán los indicados en el “Cuadro de Necesidades Frigoríficas”.

Estarán provistos los portatermómetros necesarios en las canalizaciones de entrada y salida de agua.

A los condensadores se les añadirán los recipientes de líquido necesarios, provistos de nivel, de válvula de seguridad, de colector de pozos, de purga de aceite y de purgadores de aire.

## 6.1. MATERIAL DE DISTRIBUCIÓN Y TRANSMISIÓN DE FRÍO

### REFRIGERANTE A UTILIZAR PARA LA PRODUCCIÓN DE FRÍO

El fluido refrigerante a utilizar será el R-448A siendo alimentados los diferentes aparatos de transmisión de frío según sean servicios de temperatura positiva o negativa.

### SERVICIOS DE TEMPERATURA POSITIVA

Se trata de un sistema directo circulando por intercambiadores para el servicio de cámaras y mobiliario de temperatura positiva.

### SERVICIOS DE TEMPERATURA NEGATIVA

Se ha seleccionado el sistema directo, por expansión de R-448<sup>a</sup> en evaporadores con circulación forzada de aire, alimentados por válvulas de expansión termostáticas.

### SERVICIOS DE TRANSMISIÓN DE FRÍO

Los sistemas de la transmisión de frío de los diferentes locales, se indican en el plano correspondiente.

### NECESIDADES DE FRÍO

Las necesidades de frío de los diferentes circuitos se indican en la memoria adjunta.

### EVAPORADORES

Los evaporadores estarán constituidos por elementos que permitan una circulación y una ebullición convenientes del fluido refrigerante. Irán provistos de separador de líquidos, purgas de aceite y portatermómetros a la salida y serán del tipo indicado en la memoria.

### SISTEMA DE DESESCARCHE

#### **Desescarche de las líneas de Alta temperatura**

El desescarche los evaporadores de las líneas de alta temperatura será de tipo eléctrico.

#### **Desescarche de las líneas de Baja temperatura**

El desescarche los evaporadores de las líneas de baja temperatura será de tipo eléctrico.

### RENOVACIÓN DE AIRE

En los locales donde la renovación de aire está prevista, el dispositivo será tal que el aire de renovación pueda ser enfriado, secado o humidificado según las necesidades, ante de ser introducido en las cámaras.

## TUBERÍAS

Las tuberías de conexión de todos los circuitos serán de tubo de acero estirado sin soldadura o cobre deshidratado.

## 6.2. MATERIAL DIVERSO

### DISPOSITIVOS DE AUTOMATISMO

El automatismo del funcionamiento de la instalación abarcará los siguientes puntos:

Alimentación del fluido refrigerante de los distintos aparatos de transmisión de frío, según se indica en el esquema general de principio de la instalación.

Puesta en marcha y parada de los ventiladores.

## 7. ESPECIFICACIONES Y GARANTÍAS

Los ofertantes deberán precisar y garantizar las características de las máquinas y aparatos, indicados a continuación:

### **CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPRESORES**

Los compresores de refrigeración se deberán marcar de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.

- Las producciones frigoríficas nominales y las potencias absorbidas a las velocidades de régimen adoptadas por el ofertante.
- Las principales características de fabricación número de cilindros de simple o doble efecto diámetro interior, carrera del émbolo velocidad de rotación, etc.
- Las curvas características o tablas de la potencia frigorífica y de la potencia absorbida para las diferentes temperaturas de evaporación y condensación.

- Los dispositivos de acoplamiento de los motores.

### **CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDENSADORES**

- Número, diámetro y longitud de los tubos, que serán de acero estirado sin soldadura, espesor de la chapa y superficie de intercambio.
- Presiones de prueba hidráulica y el aire bajo agua utilizadas debiendo estar timbrados por la Delegación de industria correspondiente.
- Coeficiente de transmisión técnica adoptado en los cálculos.
- Cantidad de calor evacuado.
- El consumo de agua en las condiciones de funcionamiento siendo la diferencia entre sus temperaturas de entrada y salida de 3°C.

### **CARACTERÍSTICAS DE LOS SIGUIENTES APARATOS AUXILIARES DE LOS CIRCUITOS**

- Separadores de aceite: dimensiones y características.
- Recipiente de líquido: dimensiones y características.
- Cuadro de válvulas de maniobra: dimensiones y características.
- Separador general de líquido: dimensiones y características.
- Refrigeradores intermedios: dimensiones y características.
- Recipiente de desescarche: dimensiones y características.

### **CARACTERÍSTICAS DE LOS EVAPORADORES**

Dentro de los límites de las especificaciones técnicas:

- Número, diámetro, interior, espesor y longitud de los tubos que serán de cobre aleteado de aluminio
- En su caso, sección, altura y separación de las aletas.
- Superficie de refrigeración.
- Coeficiente de transmisión térmica adoptada en los cálculos.

### **CARACTERÍSTICAS DE LOS VENTILADORES**

- Caudal
- Altura manométrica
- Velocidad absorbida
- Potencia absorbida
- Potencia del motor

### **CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES DE LAS TUBERÍAS DE CIRCULACIÓN DEL FLUIDO REFRIGERANTE, DEL ACEITE Y DE LOS ACCESORIOS DE UNIÓN**

Para el cálculo de las tuberías se tendrán en cuenta las pérdidas de carga máxima admisibles en cada circuito de la instalación.

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 puede 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.

### **CARACTERÍSTICAS Y DIMENSIONES DE LA VALVULERÍA**

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.

## **CARACTERÍSTICAS DE LOS MOTORES ELÉCTRICOS NECESARIOS PARA EL ACCIONAMIENTO DE LOS COMPRESORES OFERTADOS**

1. Marca
2. Potencia nominal
3. Velocidad de rotación
4. Par inicial de arranque
5. Dispositivos de arranque

## **CARACTERÍSTICAS DE TODOS LOS ACCESORIOS DE LA INSTALACIÓN**

- a) Características y marcas de los aparatos de automatismo.
- b) Características de los aparatos de medida.

Los equipos a presión se deberán marcar de acuerdo con el Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, o con el Real Decreto 1495/1991, de 11 de octubre.

Los principales dispositivos de corte, mando y control del circuito 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.

## **CERTIFICADOS**

Se deberán registrar en soporte papel o informático los resultados de los ensayos y pruebas.

El fabricante de los componentes entregará con la mercancía los certificados del material de los productos adquiridos por la empresa frigorista, de manera que esta última pueda comprobar que los materiales empleados cumplen con las

especificaciones requeridas por el reglamento aplicable en cada caso y su trazabilidad en todo el proceso productivo.

Normalmente se proporcionarán certificados del material, por ejemplo, tipo 3.1.B según la Norma UNE EN 10204. No se aceptará ningún material sin el certificado correspondiente.

Cualquier certificado que se requiera, se deberá preparar y suscribir por la persona competente que llevó a cabo la inspección, ensayo o comprobación.

La empresa frigorista deberá proporcionar al titular el certificado de la instalación (modelo incluido en el libro de registro de la instalación) confirmando que el sistema ha sido instalado de acuerdo con los requisitos de diseño e indicando el valor de ajuste de los dispositivos de seguridad y control establecidos en la puesta en marcha.

### **MANUAL DE INSTRUCCIONES**

Las instrucciones de manejo se han proporcionado por la empresa frigorista, facilitando las indicaciones de funcionamiento del sistema de refrigeración e incluyendo las precauciones a adoptar en caso de avería o de fugas. Estas instrucciones e indicaciones se redactarán en todo caso en español y podrán estar repetidas en otros idiomas acordados entre la empresa frigorista y el titular de la instalación.

El manual de instrucciones incluirá como mínimo y si procede la siguiente información:

1. Finalidad del sistema
2. Descripción general de la instalación, de las máquinas y equipos, indicando el nombre de la empresa frigorista responsable de la instalación, dirección y teléfono, así como el año de su puesta en marcha
3. Descripción y detalles de funcionamiento del sistema completo (incluyendo componentes), con un diagrama esquemático del sistema de refrigeración y un esquema del circuito eléctrico
4. Instrucciones concernientes a la puesta en marcha, para y situación de reposo del sistema y de las partes que lo componen

5. Programa de mantenimiento y revisión, así como control de fugas de refrigerantes que debe realizarse, especificando el personal competente y procedimiento a seguir
6. Causas de los defectos más comunes y medidas a adoptar y la necesidad de recurrir a técnicos de mantenimiento competentes en el caso de fugas o averías
7. Indicación sobre la incidencia ambiental del sistema y su consumo energético, así como buenas prácticas para minimizar y controlar dicho consumo, mediante el análisis de los parámetros COP, capacidad frigorífica y rendimiento compresor/compresores.
8. En el caso de los refrigerantes fluorados se incluirá información sobre los mismos incluido su potencial de calentamiento atmosférico, especificándose la obligatoriedad de su recuperación por profesional competente e incluyéndose instrucciones de recuperación y tratamiento ambiental.
9. Precauciones a adoptar para evitar la congelación del agua en los condensadores, enfriadores, etc. En caso de bajas temperaturas ambientales o como consecuencia de la reducción normal de la presión/temperatura del sistema.
10. Precauciones a adoptar cuando se trasladen sistemas o partes de los mismos.
11. Instrucciones detalladas relativas a la eliminación de los fluidos de trabajo y componentes, así como sobre gestión de residuos y desmantelamiento de la instalación al final de su vida útil.
12. La información expuesta en el cartel de seguridad del sistema, si es necesario, en su totalidad.
13. Referencia a las medidas de protección, primeros auxilios y procedimientos a seguir en caso de emergencia, por ejemplo, fugas, incendio, explosión.

En el caso de instalaciones con potencia en compresores mayor de 10 Kw deberá, además, contener:

14. Instrucciones de mantenimiento del sistema completo, con el programa adecuado para el mantenimiento preventivo y las revisiones del control de fugas y anomalías del refrigerante.
15. Instrucciones relativas a la carga, vaciado y sustitución del refrigerante.
16. Instrucciones relativas a la manipulación del refrigerante y a los riesgos asociados con dicha operación.
17. Necesidad de la comprobación periódica del alumbrado de emergencia, incluyendo la iluminación portátil.
18. Instrucciones relativas a la función y mantenimiento de los equipos de seguridad, protección y primeros auxilios, dispositivos de alarma e indicadores luminosos.
19. Indicadores para la configuración del libro de registro.

### **CARTEL DE SEGURIDAD**

En la proximidad del lugar de operación del sistema de refrigeración se colocará un cartel bien legible y adecuadamente protegido.

Si en la misma sala de máquinas o planta existen varios sistemas de refrigeración independientes, se colocará un cartel por sistema, o bien un cartel que refleje los datos de cada sistema.

Este cartel contendrá como mínimo la siguiente información:

- a. Nombre, dirección y teléfono de la empresa instaladora, el de la empresa de mantenimiento y en cualquier caso, de la persona responsable del sistema de refrigeración, así como las direcciones y número de teléfono de los bomberos, policía, hospitales y centros de quemados más cercanos y teléfono de emergencias (112).
- b. Carga en Kg y tipo de refrigerante utilizado en el sistema de refrigeración, con indicación de su fórmula química y su número de designación.
- c. Instrucciones para desconectar el sistema de refrigeración en caso de emergencia.
- d. Presiones máximas admisibles.
- e. Detalles de inflamabilidad del refrigerante utilizado, cuando éste sea inflamable.

## 8. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

### 8.1. VERIFICACIÓN DE LA CALIDAD

Durante la ejecución de los trabajos el contratista queda obligado a someterse a toda clase de verificaciones que soliciten por el Director de la Obra y a estar presente en todas las operaciones tales como desmontaje, ensayos, etc. Todas estas operaciones serán de cuenta y riesgo del mismo.

En el caso de que se hiciera evidente la necesidad de sustituir materiales, máquinas o aparatos, el contratista tendría que cargar con los gastos que esta operación llevará consigo.

### 8.2. PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD

Todo elemento de un equipo frigorífico incluidos los indicadores de nivel de líquido, que forme parte del circuito de refrigerante deber ser probado antes de su puesta en marcha, a una presión igual o superior a la presión de trabajo, pero nunca inferior a la indicada en la tabla I, denominada presión mínima de prueba de estanqueidad, según el refrigerante del equipo pertenezca al sector de alta o baja presión del circuito sin que se manifieste pérdida o escape alguno de fluido en la prueba.

Si la instalación está dispuesta de modo que el sector de baja presión pueda estar sometido, en alguna fase de servicio a la presión de alta (por ejemplo, en la operación de desescarche de evaporadores), todos los elementos deberán ser considerados como pertenecientes al sector de alta presión, a efectos de la prueba de la estanqueidad.

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 ya hayan sido previamente probados en fábrica, así como los elementos de seguridad, manómetros y dispositivos de control.

Para los equipos compactos, semicompactos y de absorción herméticos, esta prueba de estanqueidad se efectuará en fábrica. Si se tratase de equipos a importar, esta

prueba se justificará mediante certificación de una Entidad reconocida oficialmente en el país de origen, legalizada por el representante español en aquel país.

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

El dispositivo utilizado para elevar la presión del circuito deberá estar provisto de manómetro a la salida y tener válvula de seguridad o limitador de presión.

Estas pruebas de estanqueidad se realizarán bajo responsabilidad del instalador frigorista autorizado y, en su caso, del técnico competente director de la instalación, quienes, una vez realizadas satisfactoriamente, extenderán el correspondiente certificado, que se unirá al dictamen establecido en el capítulo VII del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas y en la Instrucción IF-09.

La Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía podrá asistir a la realización de las mismas o efectuarlas, si así lo juzga conveniente, al realizar la inspección exigida en el capítulo anteriormente mencionado, y exigirá la certificación de la prueba de estanqueidad, realizada en fábrica, de los equipos compactos, semicompactos y de absorción herméticos, cuando los haya.

Se tendrá especial cuidado ya que como existe desmontaje de líneas existentes e injertos de líneas en otras principales, deberá ejecutarse de forma que además de realizarse la prueba de fugas no se introduzcan elementos extraños en la instalación que deterioren otros sectores que estén funcionando adecuadamente.

### 8.3. PUESTA EN MARCHA

Una vez terminada la instalación, el conjunto será puesto en marcha por un jefe de montador del contratista, que debe adiestrar al personal de explotación en aparatos y la comprobación de su buen funcionamiento y en una palabra, en todas las operaciones que constituyen normas establecidas por el contratista.

#### 8.4. ENSAYOS DE FUNCIONAMIENTO

Tras un periodo de funcionamiento suficiente para que la instalación esté a punto, se procederá a realizar ensayos a fin de verificar las garantías dadas por el contratista.

Durante los ensayos se harán todas las mediciones necesarias para determinar con toda precisión las condiciones reales de utilización, enumeración de todos los elementos exteriores que influyen en el balance frigorífico, temperatura media en el momento de su introducción. Los tiempos de funcionamiento y el consumo a obtener en los ensayos, se determinarán a partir de estos elementos teniendo en cuenta las diferencias con las condiciones de temperaturas y de carga correspondiente a las garantías del constructor.

Las instalaciones antes de los ensayos, tendrán que funcionar todo el tiempo que sea necesario para que la estructura y la albañilería del edificio adquieran la temperatura correspondiente a las condiciones normales de empleo.

Los ensayos han de durar el tiempo preciso y afectarán los puntos siguientes

- Estanqueidad de los diferentes circuitos
- Potencia frigorífica suministrada por los compresores
- Energía absorbida por compresores
- Rendimiento térmico de condensadores, control consumo de agua
- Caudal y presión dadas y potencias absorbidas por los ventiladores
- Temperatura y velocidad del aire a la entrada y salida de los frigoríficos y, en su caso, en los conductores de distribución.
- Temperatura del fluido refrigerante a la entrada y salida de los evaporadores
- Ensayos de desescarche
- Duración y condiciones en su caso de la renovación de aire
- Caudal, presión suministrada y potencia absorbida en su caso, por las bombas de agua.
- Puesta a régimen de las cámaras frigoríficas (temperatura y humedad relativa) y mantenimiento del régimen garantizado
- Velocidad de refrigeración de los productos locales

Los ensayos deberán ser efectuados por el Director de la Obra.

El contratista debidamente notificado, deberá asistir a todas las operaciones o se hará representar en ellas, en caso de ausencia, no podrá elevar ninguna protesta por los resultados obtenidos.

Durante estos ensayos el Director de la Obra y el contratista harán contradictoriamente el resumen detallado de aquellos consignándolos en pliegos por duplicado, remitiéndose uno de ellos al contratista.

Los ensayos podrán repetirse si se es conveniente durante el período de garantía y en el momento de la recepción definitiva.

## 9. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Las instalaciones serán revisadas de fugas por una empresa frigorista de conformidad con lo establecido en la Instrucción técnica complementaria IF-17.

Las instalaciones deberán ser revisadas periódicamente por una empresa frigorista con la periodicidad y los criterios indicados en las Instrucciones técnicas complementarias IF-14 y IF-17.

Las instalaciones de Nivel de 2 indicadas en el artículo 8 deberán ser inspeccionadas por un organismo de control autorizado de acuerdo con el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, aprobado por Real Decreto 2200/1995, de 28 de Diciembre, al menos cada diez años. Los criterios de inspección se indican en la Instrucción técnica complementaria IF-14.

Esta revisión periódica obligatoria será realizada por instaladores frigoristas autorizados libremente elegidos por los propietarios o usuarios de la instalación, entre los inscritos en la Delegación Provincial del Ministerio de Industria y Energía, que extenderán un Boletín de Reconocimiento de la mencionada instalación.

Las instalaciones con potencia eléctrica o térmica de accionamiento de compresores superior a 10 kW, así como todas las cámaras de atmósfera

artificial serán revisadas por instaladores frigoristas autorizados, que sean a su vez técnicos titulados competentes.

Coincidiendo con estas revisiones periódicas obligatorias con una periodicidad máxima de 10 años, se desmontarán y revisarán todos los limitadores de presión y elementos de seguridad, procediendo a las reparaciones y sustituciones que resulten recomendables, tarando a continuación, las presiones que correspondan, e instalándolos en el sistema.

Así mismo se procederá a la inspección visual de los recipientes a presión desmontando si diera lugar aislamientos, tapas, etc., en aquellos elementos que aparezcan como dañados, y se efectuará un ensayo de presión hidráulica, siendo en este caso, las presiones de prueba análogas a las establecidas en la Instrucción IF-06 para pruebas de estanqueidad.

#### 9.1. BOLETINES DE RECONOCIMIENTO

Los boletines de reconocimiento citados anteriormente, cuyos modelos establecidos por la Dirección General de Industrias Alimentarias y Diversas, y facilitados por la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria y Energía, contendrán los mismos datos que la solicitud del dictamen de seguridad, pero la declaración del instalador se limitará a señalar si la instalación revisada sigue reuniendo las condiciones reglamentarias, o bien dará cuenta de las variaciones que se hubiesen introducido, así como de las modificaciones que hubieran de realizarse, cuando a su juicio, no ofrezcan las debidas garantías de seguridad. Análogas indicaciones se harán constar en el Libro Registro del Usuario.

Los boletines de reconocimiento se extenderán por triplicado permaneciendo el original en poder del instalador, que enviará copia del mismo a la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria y Energía cuando el resultado de la revisión no fuese favorable y recabando de la citada Delegación un duplicado debidamente sellado, para constancia de su presentación.

## 9.2. REVISIONES A EFECTUAR POR LAS DELEGACIONES DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA.

Las instalaciones frigoríficas serán revisadas por las Delegaciones Provinciales del Ministerio de Industria y Energía, siempre que, por causa justificada, y para evitar posibles peligros, las citadas Delegaciones por sí, por disposición gubernativa, por denuncia de terceros o por resultados desfavorables en las inspecciones periódicas obligatorias juzguen oportuna esta revisión.

Cuando el estado de dichas instalaciones a juicio de dichas Delegaciones, supongan peligro para la seguridad pública ordenará su inmediata reparación, como condición indispensable para permitir la continuación de su funcionamiento.

Los propietarios o usuarios de las instalaciones podrán solicitar en todo momento que sus instalaciones sean reconocidas por la Delegación Provincial correspondiente, del Ministerio de Industria y Energía, y que de esta inspección se expida el oportuno dictamen.

## 9.3. OTRAS REVISIONES

Independientemente de las revisiones periódicas reglamentarias, se examinarán las instalaciones siempre que se efectúen reparaciones en las mismas, por el conservador reparador frigorista autorizado que las realice, haciéndose constar tanto las reparaciones como estas inspecciones en el libro de registro del usuario.

Las instalaciones frigoríficas, por su consideración de conjunto de elementos a presión, deberán cumplir lo dispuesto en el Reglamento de Recipientes a Presión, en lo que se refiere a inspecciones periódicas.

## 10.MEDIDAS DE PROTECCIÓN PERSONAL Y DE PREVENCIÓN CONTRA INCENDIOS

### 10.1. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

En el proyecto de plantas e instalaciones frigoríficas, se cumplirán además de las prescripciones establecidas en el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas y sus instrucciones Técnicas complementarias, las disposiciones específicas de prevención, protección y lucha contra incendios, de ámbito nacional o local, que les sean de aplicación.

Los agentes extintores utilizados no deberán congelarse a la temperatura de funcionamiento de las instalaciones, serán compatibles con los refrigerantes empleados en las mismas, y adecuados para su uso sobre fuegos eléctricos y fuegos de aceite si se usan interruptores en baño de aceite.

Los sistemas de extinción se revisarán periódicamente, encontrándose en todo momento, en adecuadas condiciones de servicio.

### 10.2. INDICACIONES DE EMERGENCIA E INSTRUCCIONES DE SERVICIO

Se cumplirán las prescripciones contenidas en el artículo 28 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas y se seguirán las recomendaciones expuestas en la instrucción IF-16.

## 11.PERSONAL ENCARGADO DE LA INSTALACIÓN

El mantenimiento de las instalaciones frigoríficas, así como la manipulación de refrigerantes se realizarán por empresas frigoristas o por empresas habilitadas de conformidad con lo previsto en el RITE, en el caso de instalaciones que se encuentren dentro del ámbito de aplicación de ese reglamento, quedando

restringida la manipulación de los circuitos frigoríficos y refrigerantes a los profesionales referidos en el artículo 9.

## 12.CONDICIONES EN LA CARGA Y ALMACENAMIENTO DE REFRIGERANTES

Se tendrá en cuenta lo dispuesto en la instrucción técnica IF-17 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

## 13.EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

Se tendrá en cuenta lo dispuesto en la instrucción técnica IF-16 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

## 14.INSTALACIONES ELÉCTRICAS. PRESCRIPCIONES DE CARÁCTER GENERAL

El proyecto, construcción, montaje, verificación y utilización de las instalaciones eléctricas se ajustarán a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias.

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

La intensidad y reparto de los receptores para alumbrado normal, en los locales que contengan elementos de un equipo frigorífico, permitirán la libre circulación de las personas.

## 15. LOCALES HÚMEDOS, MOJADOS Y CON RIESGO DE EXPLOSIÓN

A los efectos de lo dispuesto por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-BT 029 y MIE-BT 030, se considerarán:

- a. Locales húmedos: Cámaras y antecámaras frigoríficas.
- b. Locales mojados: Fabricación de hielo en tanques de salmuera y sus cámaras y antecámaras frigoríficas, salas de condensadores (excepto los condensadores enfriados por aire o por agua en circuitos cerrados) y torres de refrigeración.
- c. Locales con riesgo de explosión o incendio: locales con instalaciones que utilicen refrigerantes inflamables pertenecientes a los grupos L2 o L3, salvo con el refrigerante amoníaco según lo dispuesto en el apartado 3.4 de la instrucción IF-12.

## 16. RECEPCIÓN DE LOS TRABAJOS, RECEPCIÓN PROVISIONAL

La recepción provisional se hará en el mes siguiente de haberse terminado totalmente los trabajos de la instalación por otra parte la ejecución de éstos y la calidad de los materiales utilizados son conformes en todo a las normas del presente Pliego de Condiciones, y si, por otra parte, los ensayos de funcionamiento confirman las garantías ofrecidas por el contratista.

Como caso excepcional, si la temperatura exterior es demasiado baja, podrán aplazarse los ensayos de la recepción provisional.

Previa notificación, el contratista deberá asistir a todas las operaciones de entrega de los trabajos o hacerse representar en ellas. En caso de ausencia, no podrá formular ninguna protesta contra el dictamen formulado.

La recepción provisional de los trabajos quedará reflejada documentalmente mediante acta.

El acta que de dicha recepción se levante habrá de mencionar si es necesario las omisiones, imperfecciones o malas construcciones, comprobadas. La notificación al contratista en forma de simple carta certificada con acuse de recibo tendrá valor de orden de ejecución de los defectos o imperfecciones en el plazo más breve posible, que en modo alguno ha de pasar de tres meses.

Transcurrido este plazo, el propietario tendrá derecho a proceder a la ejecución de dichos trabajos de acuerdo con lo previsto en dicho apartado, siendo todos los gastos y riesgos a carga del contratista responsable.

La recepción definitiva tendrá lugar un año después de la provisional.

Durante este período de garantía, el contratista sustituirá a su costa todas las partes de las instalaciones que fueran defectuosas por vicios de construcción o de montaje manifiestos u ocultos, aún cuando en la recepción provisional no se hubieran hecho patentes tales efectos, no están sin embargo comprendidos en esta obligación los trabajos de conservación normal como tampoco los que fueran consecuencia de un abuso de torpeza de un uso anormal o de una falta de conservación cuya prueba tendrá que aportar en este caso el contratista.

Si el contratista no hubiera ejecutado los trabajos necesarios para subsanar los defectos que se manifiestan durante el año de garantía, dentro del plazo fijado que en modo alguno podrá exceder de tres meses a partir de la fecha en que se le ordene ejecutarlos el propietario tendrá derecho a proceder según las normas expuestas en el presente Pliego de Condiciones.

## 17. NORMAS DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 23 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, cualquier material empleado en al construcción e instalación de un equipo frigorífico, debe ser resistente a la acción de las materias con las que entre en contacto, de forma que no pueda deteriorarse en condiciones normales de utilización, y en especial, se tendrá en cuenta su resiliencia a efectos de su fragilidad a baja temperatura.

Los sistemas de refrigeración y sus componentes se deberán diseñar y construir evitando los posibles riesgos para las personas, los bienes y el medio ambiente.

Se utilizarán las Normas: UNE-EN 12263, UNE-EN 13136, UNE-EN9606-1, UNE-EN 60204-1, UNE-EN 60335-1/A14, UNE-EN 60335-2-34, UNE 74105-1, UNE-EN 10253-2, EN 10253-4, UNE-EN 14276-1, UNE-EN 14276-2, UNE-EN ISO 12100, completadas por códigos o recomendaciones aceptados en la U.E.

Se prestará especial atención al cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 20 del Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas.

Los materiales de construcción y de soldadura deberán ser los apropiados para soportar las tensiones mecánicas, térmicas y químicas previsibles. Deberán ser resistentes a los refrigerantes utilizados, a las mezclas de aceite y refrigerante con posibles impurezas y contaminantes, así como a los fluidos secundarios.

Todos los materiales que estén en contacto con el refrigerante deberán tener garantizada su compatibilidad mediante pruebas prácticas o por una larga experiencia con el mismo.

De acuerdo con la Directiva 2014/68/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de mayo de 2014, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre equipos a presión, los materiales utilizados en estos equipos deberán ser alguno de los siguientes:

- a. Materiales que cumplan con normas armonizadas
- b. Materiales respaldados por un organismo europeo certificador de materiales
- c. Materiales que posean una calificación específica

## 18. NORMAS DE EJECUCIÓN

Los compresores de las centrales llevarán todos los accesorios necesarios para su buen funcionamiento incluyendo estos accesorios un calentador de aceite y filtros para que la cantidad de aceite que salga a la tubería sea mínima.

Las bancadas de compresores, sus elementos de regulación, así como el cuadro eléctrico, estarán ubicados en la sala de máquinas, situada en cubierta del edificio.

La tubería tanto de aspiración como de líquido será de cobre, hasta el diámetro máximo de 2 5/8" y de acero estirado para diámetros mayores, utilizándose una doble columna, en aquellos puntos donde el uso no simultáneo de las líneas permita que mientras que unas funcionan las otras no.

Cabe señalar que la tubería de gas refrigerante será de cobre deshidratado y pulido interiormente, y que la tubería de aspiración irá aislada con coquilla de Armaflex. Por otra parte, las válvulas de corte manual instaladas en las tuberías de cobre deberán tener apoyos independientes de las tuberías con la resistencia y seguridad adecuadas.

Tanto las líneas de aspiración como las de líquido estarán dotadas de filtros deshidratadores antiácidos desmontables, además las de líquido llevarán un viso señalizador de humedad.

Las uniones de tuberías o elementos que contienen refrigerantes que vayan a ir a cubiertas o protegidas deberán quedar a la vista y ser probadas antes de cubrir o colocar protecciones.

No podrán colocarse tuberías de paso de refrigerante en zonas de paso exclusivo, como vestíbulos entradas o escaleras, tampoco podrán ser colocadas en huecos de elevadores u objetos móviles, como excepción podrán cruzar un vestíbulo si no hay uniones en la sección correspondiente, debiendo estar protegidas por un tubo o conducto rígido de metal los tubos de metales no férreos de diámetro interior igual o inferior a 2.5 cm en espacios libres utilizables como paso, así como en los pasillos de acceso a las cámaras, deberán ser colocadas a una altura mínima de 2.25 m del suelo o junto al techo.

Se establecerán los sifones que sean oportunos para evitar que el aceite que escapa de cada central pueda obturar la tubería e impedir la llegada del gas a los puntos de consumo.

# PRESUPUESTO

A continuación, se van a presentar todos los gastos derivados de la reforma de la instalación frigorífica aquí expuesta:

## 1. MEDICIONES

### CAPÍTULO 1

<b>E01</b>	<b>Capítulo</b>	<b>CENTRAL NEGATIVA</b>	<b>1,00</b>
		Conexión frigorífica y eléctrica de CENTRAL NEGATIVA 5 compresores. Se incluyen: Medios de elevación y descarga, hasta su ubicación en sala de máquinas, conexión frigorífica y eléctrico. Maniobra by-pass, protecciones compresores, material soldadura, pruebas de estanqueidad, presión y vacío, la carga de refrigerante y aceite, primer cambio de filtros de aspiración, líquido y aceite. Sinóptico, puesta en marcha y regulación.	
E02	Partida	COMPRESORES	5,00
E03	Partida	BANCADA	1,00
E04	Partida	CONEXIÓN FRIGORÍFICA	1,00
E05	Partida	ACEITE BITZER	1,00
E06	Partida	CONEXIÓN ELÉCTRICA	1,00
E21	Partida	MEDIOS DE ELEVACION	1,00
E07	Partida	SINOPTICO	1,00

### CAPÍTULO 2

<b>E08</b>	<b>Capítulo</b>	<b>CONDENSADOR NEGATIVA</b>	<b>1,00</b>
		Suministro y conexión frigorífica de Condensador para Central Negativa. Se incluyen los medios auxiliares para ubicación en cubierta, conexión eléctrico, válvulas de conexión en descarga y caída líquido, soportes antivibratorios, válvula de purga. Incluso pruebas de estanqueidad, presión y vacío. Puesta en marcha y regulación.	
E09	Partida	CONDENSADOR GUNTER	1,00
E10	Partida	MEDIOS DE ELEVACIÓN	1,00

E11	Partida	CONEXIÓN FRIGORÍFICA	1,00
E12	Partida	APARAMENTA EN CUADRO	1,00

### CAPÍTULO 3

<b>E13</b>	<b>Capítulo</b>	<b>ADECUACIÓN CENTRAL BOOSTER A</b>	<b>1,00</b>
		Retirada de bancada de los compresores de baja temperatura. adecuación de tuberías, p.p soldadura, protecciones eléctricas. Incluye medios de elevación y retirada a vertedero	
E15	Partida	RETIRADA DE BANCADA	1,00
E16	Partida	PRUEBA DE PRESIÓN	1,00

### CAPÍTULO 4

<b>E14</b>	<b>Capítulo</b>	<b>ADECUACIÓN CENTRAL BOOSTER B</b>	<b>1,00</b>
		Retirada de bancada de los compresores de baja temperatura. adecuación de tuberías, p.p soldadura, protecciones eléctricas. Incluye medios de elevación y retirada a vertedero.	
E17	Partida	RETIRADA DE BANCADA	1,00
E18	Partida	PRUEBA DE PRESIÓN	1,00

### CAPÍTULO 5

<b>E19</b>	<b>Capítulo</b>	<b>RECIPIENTE DE LÍQUIDO</b>	<b>1,00</b>
		Recipiente de líquido vertical de 400 litros de capacidad con válvulas de corte en entrada y salida y doble válvula de seguridad. Rectificación de las tuberías de caída de líquido existente conexas al nuevo recipiente y de las tuberías de líquido incluyendo material de soldadura, tubería y accesorio de cobre. Desmontaje del recipiente de líquido existente de la sala de máquinas incluyendo medios de elevación y retirada a vertedero.	
E20	Partida	RECIPIENTE	3,00

## 2. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS

### PRECIOS ELEMENTALES. MANO DE OBRA

HNA	H	HORA NORMAL AYUDANTE	19
HNO	H	HORA NORMAL OFICIAL	28

### PRECIOS ELEMENTALES. MAQUINARIA

ELE	H	ELEVADOR	250
GRUA	H	GRUA 100T CON JIB	1.700,00
GRUA100T	H	GRUA 100T	1.500,00
GRUA80	H	GRUA 80T	800

### PRECIOS ELEMENTALES. MATERIALES

AF6028	M	AISLAMIENTO 1 3/8	12,41
AF6054	M	AISLAMIENTO 2 1/8	22,75
BANCADA	UD	BANCADA	600
BOYAA	UD	BOYA DE ACEITE	128,04
BSE	L	ACEITE 20 L	315,53
CN	UD	CONTACTOR	415,23
COMP	UD	COMPRESOR	4.499,02
CONDEN	UD	CONDENSADOR	1.423,56
CONTAC	UD	CONTACTORES	34,63
DIS	UD	DISYUNTOR	305,8
LT	M	LATIGUILLOS	2,27
LTM	M	LATIGUILLOS METAL	4,57
NT	KG	NITROGENO	150
P11	UD	PRISMA	17,89

PA	UD	PRESOSTATO ALTA PRESIÓN	
PANTIV	UD	ANTIVIBRATORIOS	32,5
PB	UD	PRESOSTATO BAJA PRESIÓN	
PCABLEADO	UD	CABLEADO	1,83
PDA	UD	PRESOSTATO DIFERENCIAL ACEITE	172,33
PZC	UD	PIEZAS DE CONEXIÓN	15
RCAR	UD	CALEFACTOR CARTER	43,93
RECIP	UD	RECIPIENTE	2.474,31
RESIA	PP	RESIDUOS DE ACEITE	30
SINOP	UD	SINOPTICO	150
SOLD	UD	SOLDADURA	50
SOLDADOR	PP	SOLDADOR	120
TC1 3-8	M	TUBERIA COBRE 1 3/8	14,09
TC2 1-8	M	TUBERIA COBRE 2 1/8	22,41
VENT	UD	VENTILADOR CULATA	178,24

PRECIOS DESCOMPUESTOS

CAPÍTULO 1

<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Designación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precioud</b>	<b>Precio</b>
<b>E01</b>		<b>CENTRAL NEGATIVA</b>			<b>38.785,91</b>
		<p>Conexión frigorífica y eléctrica de CENTRAL NEGATIVA 5 compresores. Se incluyen: Medios de elevación y descarga, hasta su ubicación en sala de máquinas, conexionado frigorífico y eléctrico.</p> <p>Maniobra by-pass, protecciones compresores, material soldadura, pruebas de estanqueidad, presión y vacío, la carga de refrigerante y aceite, primer cambio de filtros de aspiración, líquido y aceite.</p> <p>Sinóptico, puesta en marcha y regulación.</p>			

COMP	UD	COMPRESOR	1,000	4.499,02	4.499,02
RCAR	UD	CALEFACTOR CARTER	1,000	43,93	43,93
PDA	UD	PRESOSTATO DIFERENCIAL ACEITE	1,000	172,33	172,33
PA	UD	PRESOSTATO ALTA PRESIÓN	1,000	0,00	0,00
PB	UD	PRESOSTATO BAJA PRESIÓN	1,000	0,00	0,00
VENT	UD	VENTILADOR CULATA	1,000	178,24	178,24
LT	M	LATIGUILLOS	15,000	2,27	34,05
LTM	M	LATIGUILLOS METAL	5,000	4,57	22,85
HNO	H	HORA NORMAL OFICIAL	8,000	28,00	224,00
HNA	H	HORA NORMAL AYUDANTE	8,000	19,00	152,00
BANCADA	UD		1,000	600,00	600,00
TC1 3-8	M	TUBERIA COBRE 1 3/8	5,000	14,09	5,45
TC2 1-8	M	TUBERIA COBRE 2 1/8	5,000	22,41	112,05
AF6054	M	AISLAMIENTO 2 1/8	5,000	22,75	113,75
AF6028	M	AISLAMIENTO 1 3/8	5,000	12,41	62,05
%20		SOPORTACIÓN	3,583	20,00	71,66
HNO	H	HORA NORMAL OFICIAL	4,000	28,00	112,00
HNA	H	HORA NORMAL AYUDANTE	4,000	19,00	76,00
BSE	L	ACEITE 20 L	4,000	315,53	1.262,12
BOYAA	UD	BOYA DE ACEITE	1,000	128,04	128,04
P11	UD	PRISMA	1,000	17,89	17,89
HNO	H	HORA NORMAL OFICIAL	3,000	28,00	84,00
HNA	H	HORA NORMAL AYUDANTE	3,000	19,00	57,00
CN	UD	CONTACTOR	10,000	415,23	425,23
DIS	UD	DISYUNTOR	10,000	305,80	3.058,00
PCABLEADO	UD	CABLEADO	50,000	1,83	91,50
HNO	H	HORA NORMAL OFICIAL	5,000	28,00	140,00
HNA	H	HORA NORMAL AYUDANTE	5,000	19,00	95,00
GRUA		GRUA 100T CON JIB	1,000	1.700,00	1.700,00
SINOP	UD	SINOPTICO	1,000	150,00	150,00
<b>SUMA</b>					<b>38.785,91</b>

## CAPÍTULO 2

<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Designación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precioud</b>	<b>Precio</b>
<b>E08</b>		<b>CONDENSADOR NEGATIVA</b>			<b>2.982,08</b>
		Suministro y conexión frigorífica de Condensador para Central Negativa. Se incluyen los medios auxiliares para ubicación en cubierta, conexionado eléctrico, válvulas de conexión en descarga y caída líquido, soportes antivibratorios, válvula de purga. Incluso pruebas de estanqueidad, presión y vacío. Puesta en marcha y regulación.			
SOLDADOR	PP	SOLDADOR	1,000	120,00	120,00
CONDEN	UD	CONDENSADOR	1,000	1.423,56	1.423,56
PANTIV	UD	ANTIVIBRATORIOS	1,000	32,50	32,50
HNO	H	HORA NORMAL OFICIAL	4,000	28,00	112,00
HNA	H	HORA NORMAL AYUDANTE	4,000	19,00	76,00
GRUA80		GRUA 80T	1,000	800,00	800,00
HNO	H	HORA NORMAL OFICIAL	2,000	28,00	56,00
HNA	H	HORA NORMAL AYUDANTE	2,000	19,00	38,00
CONTAC	UD	CONTACTORES	4,000	34,63	138,52
PCABLEADO	UD	CABLEADO	50,000	1,83	91,50
HNO	H	HORA NORMAL OFICIAL	2,000	28,00	56,00
HNA	H	HORA NORMAL AYUDANTE	2,000	19,00	38,00
SUMA					2.982,08

## CAPÍTULO 3

<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Designación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precioud</b>	<b>Precio</b>
<b>E13</b>		<b>ADECUACIÓN CENTRAL BOOSTER A</b>			<b>5.158,00</b>
		Retirada de bancada de los compresores de baja temperatura. adecuación de tuberías, p.p soldadura, protecciones eléctricas.			

		Incluye medios de elevacion y retirada a vertedero			
E15		RETIRADA DE BANCADA	1,00	3.880,00	3.880,00
RESIA	PP	RESIDUOS DE ACEITE	1,000	30,00	30,00
GRUA100T		GRUA 100T	1,000	1.500,00	1.500,00
HNO	H	HORA NORMAL OFICIAL	50,000	28,00	1.400,00
HNA	H	HORA NORMAL AYUDANTE	50,000	19,00	950,00
<b>SUMA</b>			1,00	<b>3.880,00</b>	<b>3.880,00</b>

#### CAPÍTULO 4

<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Designación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precioud</b>	<b>Precio</b>
<b>E13</b>		<b>ADECUACIÓN CENTRAL BOOSTER A</b>			<b>5.158,00</b>
		Retirada de bancada de los compresores de baja temperatura. Adecuacion de tuberías, p.p soldadura, protecciones eléctricas. Incluye medios de elevacion y retirada a vertedero			
RESIA	PP	RESIDUOS DE ACEITE	1,000	30,00	30,00
GRUA100T		GRUA 100T	1,000	1.500,00	1.500,00
HNO	H	HORA NORMAL OFICIAL	50,000	28,00	1.400,00
HNA	H	HORA NORMAL AYUDANTE	50,000	19,00	950,00
E16		PRUEBA DE PRESIÓN	1,00	1.278,00	1.278,00
NT	KG	NITROGENO	1,000	150,00	150,00
HNO	H	HORA NORMAL OFICIAL	24,000	28,00	672,00
HNA	H	HORA NORMAL AYUDANTE	24,000	19,00	456,00
<b>SUMA</b>					<b>5.158,00</b>

#### CAPÍTULO 5

<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Designación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precioud</b>	<b>Precio</b>
<b>E14</b>		<b>ADECUACIÓN CENTRAL BOOSTER B</b>			<b>5.158,00</b>
		Retirada de bancada de los compresores de baja temperatura. Adecuacion de tuberías, p.p soldadura, protecciones eléctricas.			

		Incluye medios de elevacion y retirada a vertedero.			
RESIA	PP	RESIDUOS DE ACEITE	1,000	30,00	30,00
GRUA100T		GRUA 100T	1,000	1.500,00	1.500,00
HNO	H	HORA NORMAL OFICIAL	50,000	28,00	1.400,00
HNA	H	HORA NORMAL AYUDANTE	50,000	19,00	950,00
E18		PRUEBA DE PRESIÓN	1,00	1.278,00	1.278,00
NT	KG	NITROGENO	1,000	150,00	150,00
HNO	H	HORA NORMAL OFICIAL	24,000	28,00	672,00
HNA	H	HORA NORMAL AYUDANTE	24,000	19,00	456,00
<b>SUMA</b>					<b>5.158,00</b>

## CAPÍTULO 6

<b>Código</b>	<b>Ud</b>	<b>Designación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precioud</b>	<b>Precio</b>
<b>E19</b>		<b>RECIPIENTE DE LÍQUIDO</b>	<b>1,00</b>	<b>11.412,93</b>	<b>11.412,93</b>
		<p>Recipiente de líquido vertical de 400 litros de capacidad con válvulas de corte en entrada y salida y doble válvula de seguridad.</p> <p>Rectificación de las tuberías de caída de líquido existente conexionándolas al nuevo recipiente y de las tuberías de líquido incluyendo material de soldadura, tubería y accesorio de cobre.</p> <p>Desmontaje del recipiente de líquido existente de la sala de máquinas incluyendo medios de elevación y retirada a vertedero.</p>			
RECIP	UD	RECIPIENTE	1,000	2.474,31	2.474,31
PZC	UD	PIEZAS DE CONEXIÓN	1,000	15,00	15,00
SOLD	UD	SOLDADURA	1,000	50,00	50,00
NT	KG	NITROGENO	0,500	150,00	75,00
ELE		ELEVADOR	1,000	250,00	250,00
HNO	H	HORA NORMAL OFICIAL	20,000	28,00	560,00
HNA	H	HORA NORMAL AYUDANTE	20,000	19,00	380,00
<b>SUMA</b>					<b>11.412,93</b>

### 3. RESUMEN DE PRESUPUESTOS

Capítulo 1 – CENTRAL NEGATIVA	38.785,91
Capítulo 2 – CONDENSADOR NEGATIVA	2.982,08
Capítulo 3 – ADECUACIÓN CENTRAL BOOSTER A	5.158,00
Capítulo 4 – ADECUACIÓN CENTRAL BOOSTER B	5.158,00
Capítulo 5 – RECIPIENTES DE LÍQUIDO	11.412,93

<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>63.496,92</b>
---	------------------

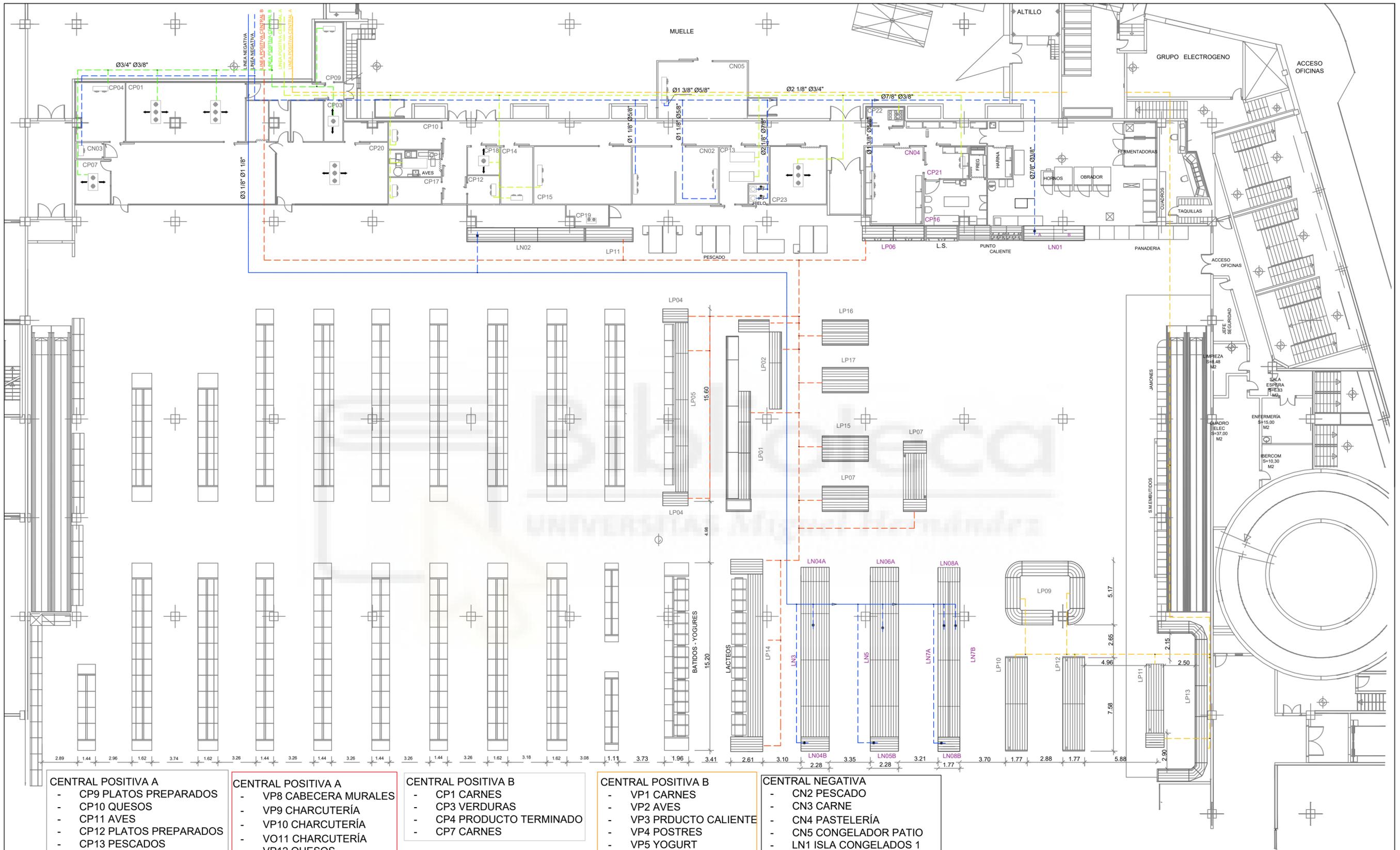
Presupuesto ejecución material	63.496,92
Gastos Generales 7%	4.444,78
Beneficio industrial 10%	6.349,69

<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>74.291,39</b>
--------------------------	------------------



# PLANOS





- CENTRAL POSITIVA A**
- CP9 PLATOS PREPARADOS
  - CP10 QUESOS
  - CP11 AVES
  - CP12 PLATOS PREPARADOS
  - CP13 PESCADOS
  - CP14 EMBUTIDOS
  - CP15 YOGURES
  - CP16 OBRADOR
  - CP17 EMBUTIDOS
  - CP18 AVES
  - CP19 PIZZAS
  - CP20 ANULADA
  - CP21 PASTELERIA
  - CP22 AVES
  - CP23 FRUTAS

- CENTRAL POSITIVA A**
- VP8 CABECERA MURALES
  - VP9 CHARCUTERÍA
  - VP10 CHARCUTERÍA
  - VO11 CHARCUTERÍA
  - VP12 QUESOS
  - VP13 QUESOS
  - VP14 QUESOS

- CENTRAL POSITIVA B**
- CP1 CARNES
  - CP3 VERDURAS
  - CP4 PRODUCTO TERMINADO
  - CP7 CARNES

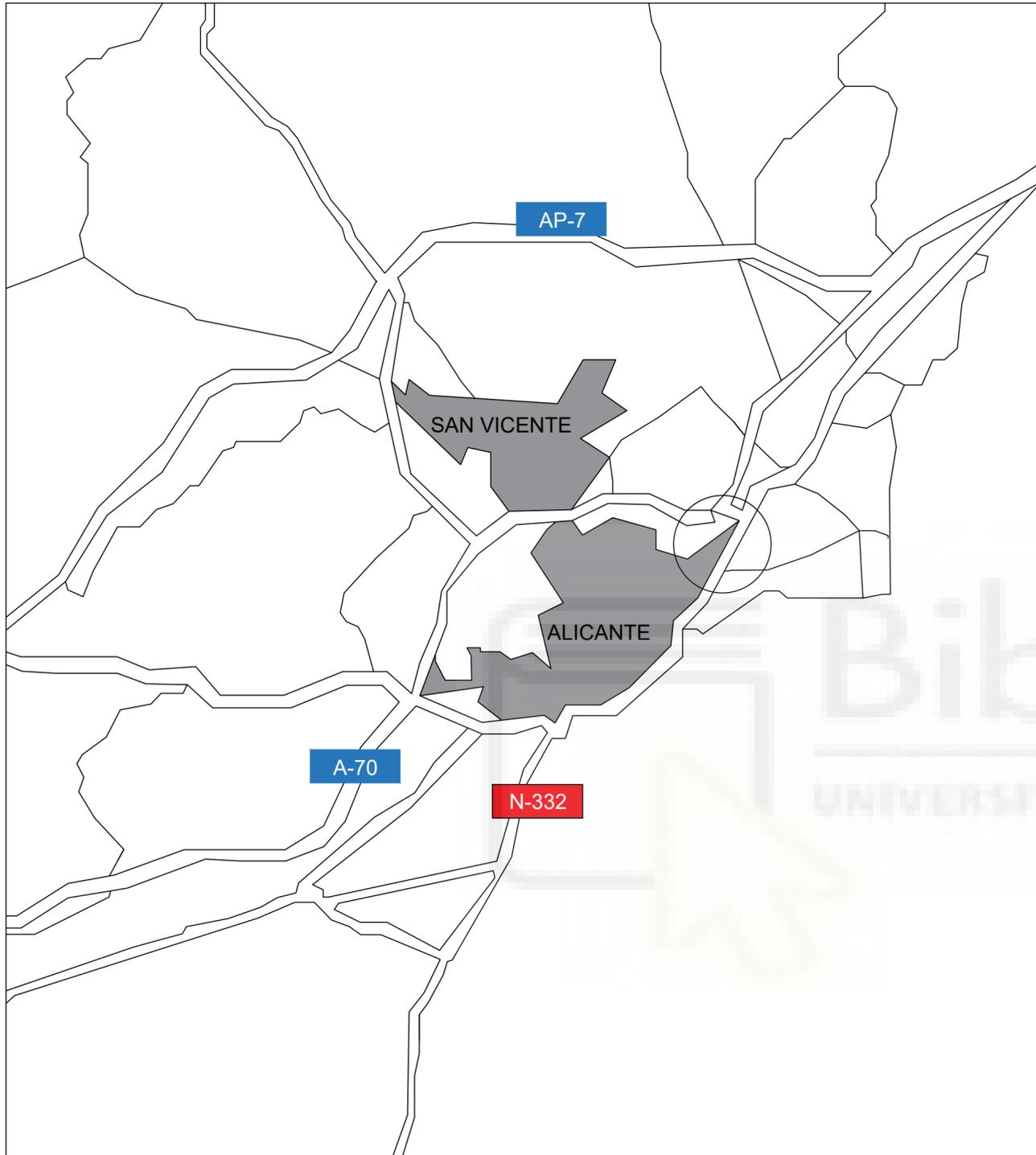
- CENTRAL POSITIVA B**
- VP1 CARNES
  - VP2 AVES
  - VP3 PRODUCTO CALIENTE
  - VP4 POSTRES
  - VP5 YOGURT
  - VP6 PESCADO
  - VP7 CUARTA GAMA
  - VP15 CARNES
  - VP16 CARNES
  - VP17 CARNES

- CENTRAL NEGATIVA**
- CN2 PESCADO
  - CN3 CARNE
  - CN4 PASTELERÍA
  - CN5 CONGELADOR PATIO
  - LN1 ISLA CONGELADOS 1
  - LN2 ISLA CONGELADOS 2
  - LN5B ISLA CONGELADOS 3
  - LN5 ISLA CONGELADOS 4
  - LN6A ISLA CONGELADOS 5
  - LN3 ISLA CONGELADOS 6
  - LN7A ISLA CONGELADOS 7
  - LN4A ISLA CONGELADOS 8
  - LN8A ISLA CONGELADOS 9
  - LN8B ISLA CONGELADOS 10

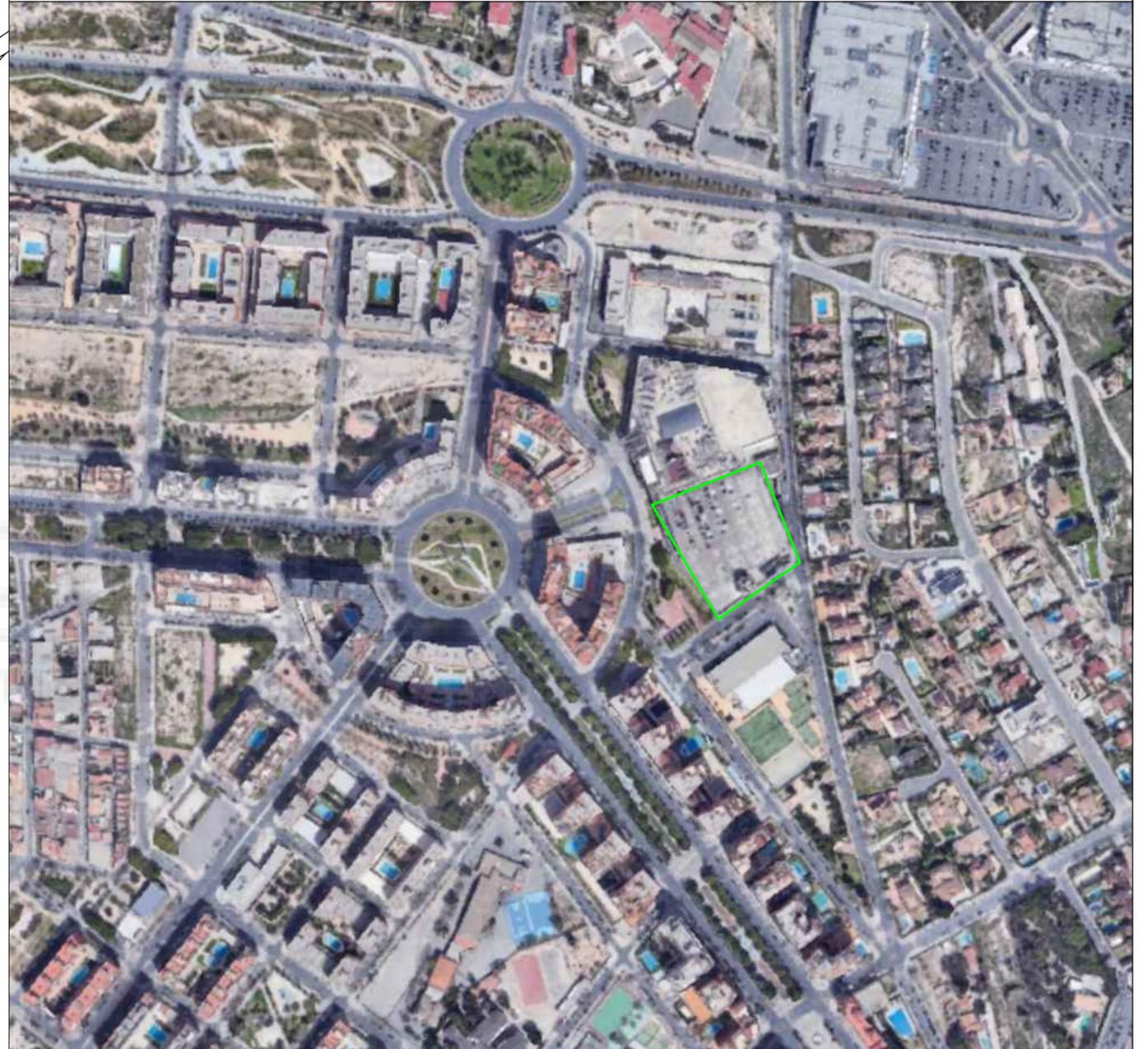
**NOTA:** Toda la línea frigorífica es de cobre

Fecha	31/02/2022	Nombre	PLANO N°2
Escala	1:200	Alba Miralles	Planta hipermercado
Título	Proyecto técnico de acondicionamiento de Instalación frigorífica		





PLANO SITUACIÓN ESCALA 1:1000

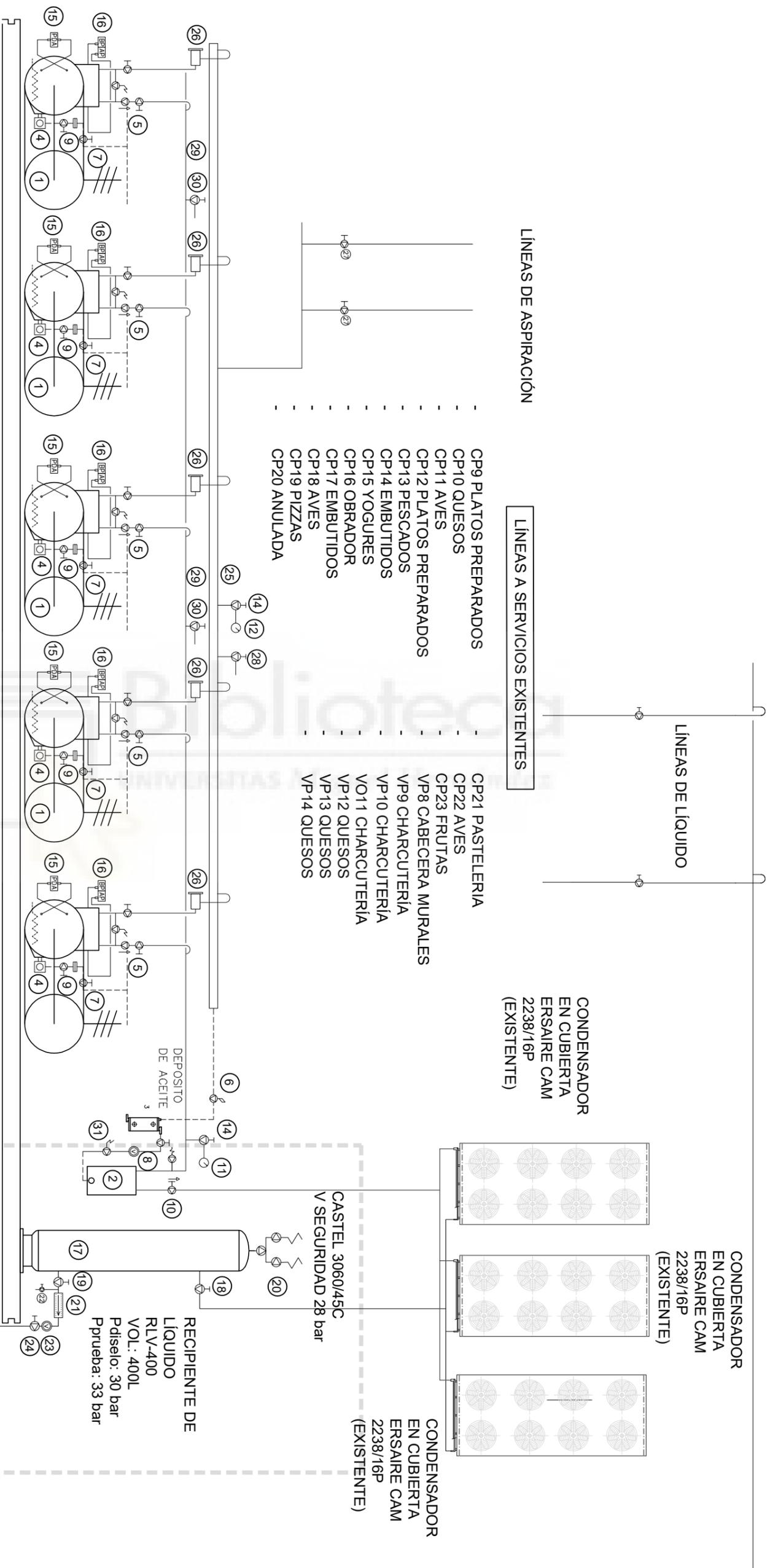


PLANO EMPLAZAMIENTO ESCALA 1:100

Fecha	31/02/2022	Nombre	PLANO N°1
Escala	SN	Alba Miralles	Situación y emplazamiento
Hoja	A2		
Título	Proyecto técnico de acondicionamiento de Instalación frigorífica		



CENTRAL EXISTENTE A LA QUE SE HA ELIMINADO LA PARTE DE BAJA TEMPERATURA BOOSTER Y SUSTITUIDO R507A POR R448A CON CAMBIO DE RECIPIENTE DE LÍQUIDO

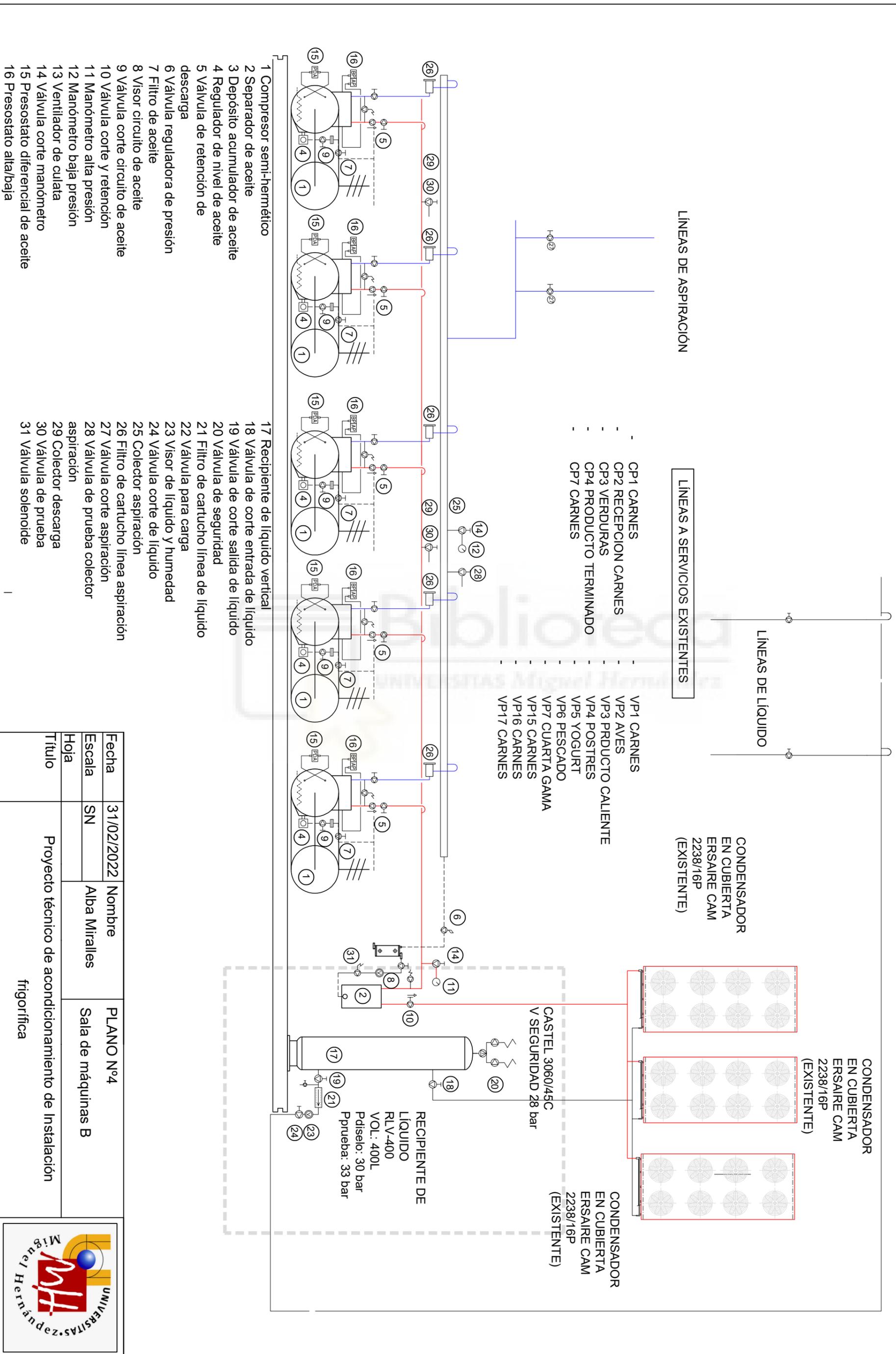


- 1 Compresor semi-hermético
- 2 Separador de aceite
- 3 Depósito acumulador de aceite
- 4 Regulador de nivel de aceite
- 5 Válvula de retención de descarga
- 6 Válvula reguladora de presión
- 7 Filtro de aceite
- 8 Visor circuito de aceite
- 9 Válvula corte circuito de aceite
- 10 Válvula corte y retención
- 11 Manómetro alta presión
- 12 Manómetro baja presión
- 13 Ventilador de culata
- 14 Válvula corte manómetro
- 15 Presostato diferencial de aceite
- 16 Presostato alta/baja
- 17 Recipiente de líquido vertical
- 18 Válvula de corte entrada de líquido
- 19 Válvula de corte salida de líquido
- 20 Válvula de seguridad
- 21 Filtro de cartucho línea de líquido
- 22 Válvula para carga
- 23 Visor de líquido y humedad
- 24 Válvula corte de líquido
- 25 Colector aspiración
- 26 Filtro de cartucho línea aspiración
- 27 Válvula corte aspiración
- 28 Válvula de prueba colector aspiración
- 29 Colector descarga
- 30 Válvula de prueba
- 31 Válvula solenoide

Fecha	31/02/2022	Nombre	ALBA MIRALLES	
Escala	SN		SALA DE MÁQUINAS A	
Hoja				
Título	Proyecto técnico de acondicionamiento de Instalación frigorífica			



CENTRAL EXISTENTE A LA QUE SE HA ELIMINADO LA PARTE DE BAJA TEMPERATURA BOOSTER Y SUSTITUIDO R507A POR R448A CON CAMBIO DE RECIPIENTE DE LÍQUIDO



- 1 Compresor semi-hermético
- 2 Separador de aceite
- 3 Depósito acumulador de aceite
- 4 Regulador de nivel de aceite
- 5 Válvula de retención de descarga
- 6 Válvula reguladora de presión
- 7 Filtro de aceite
- 8 Visor circuito de aceite
- 9 Válvula corte circuito de aceite
- 10 Válvula corte y retención
- 11 Manómetro alta presión
- 12 Manómetro baja presión
- 13 Ventilador de culata
- 14 Válvula corte manómetro
- 15 Presostato diferencial de aceite
- 16 Presostato alta/baja

- 17 Recipiente de líquido vertical
- 18 Válvula de corte entrada de líquido
- 19 Válvula de corte salida de líquido
- 20 Válvula de seguridad
- 21 Filtro de cartucho línea de líquido
- 22 Válvula para carga
- 23 Visor de líquido y humedad
- 24 Válvula corte de líquido
- 25 Colector aspiración
- 26 Filtro de cartucho línea aspiración
- 27 Válvula corte aspiración
- 28 Válvula de prueba colector aspiración
- 29 Colector descarga
- 30 Válvula de prueba
- 31 Válvula solenoide

- CP1 CARNES
- CP2 RECEPCION CARNES
- CP3 VERDURAS
- CP4 PRODUCTO TERMINADO
- CP7 CARNES

- VP1 CARNES
- VP2 AVES
- VP3 PRODUCTO CALIENTE
- VP4 POSTRES
- VP5 YOGURT
- VP6 PESCADO
- VP7 CUARTA GAMA
- VP15 CARNES
- VP16 CARNES
- VP17 CARNES

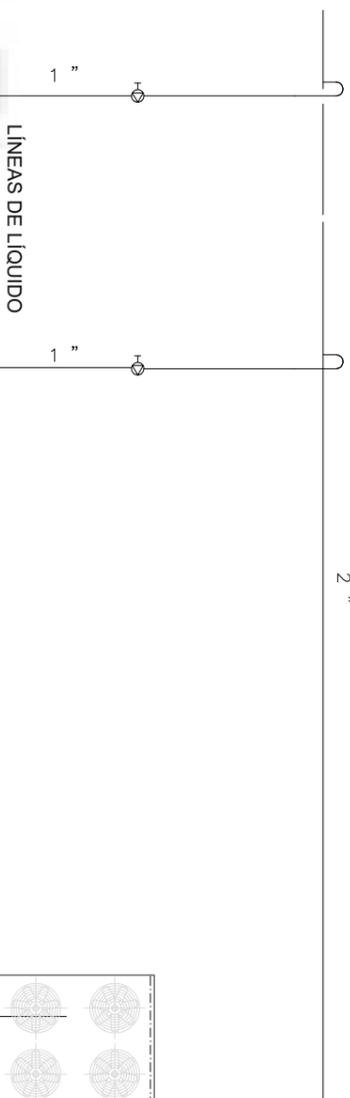
Fecha	31/02/2022	Nombre	ALBA MIRALLES	
Escala	SN		SALA DE MÁQUINAS B	
Hoja			TÍTULO	
Proyecto técnico de acondicionamiento de instalación frigorífica		PLANO Nº4		



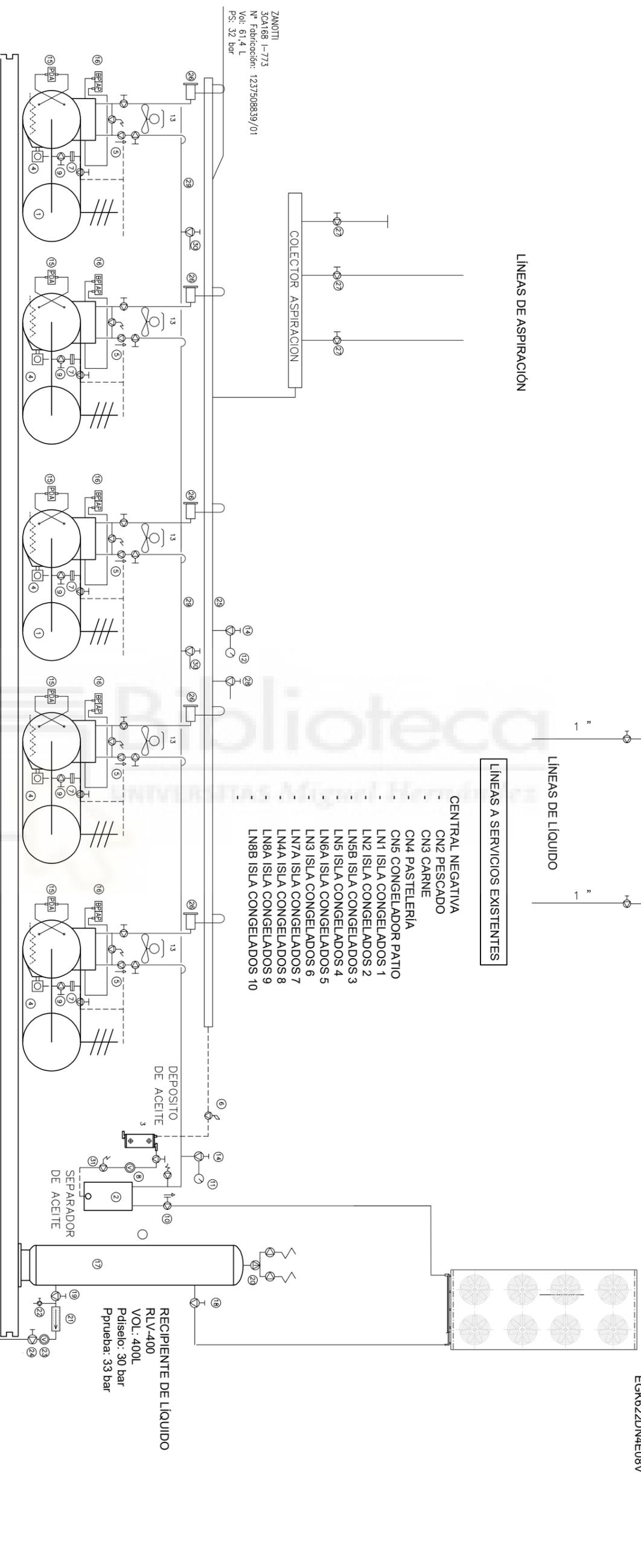
NUEVA CENTRAL DE BAJA TEMPERATURA

2"

CONDENSADOR EN  
CUBIERTA  
ECO MODINE  
EGK622DN4E08V



- CENTRAL NEGATIVA
- CN2 PESCADO
- CN3 CARNE
- CN4 PASTELERÍA
- CN5 CONGELADOR PATIO
- LN1 ISLA CONGELADOS 1
- LN2 ISLA CONGELADOS 2
- LN5B ISLA CONGELADOS 3
- LN5 ISLA CONGELADOS 4
- LN6A ISLA CONGELADOS 5
- LN3 ISLA CONGELADOS 6
- LN7A ISLA CONGELADOS 7
- LN4A ISLA CONGELADOS 8
- LN8A ISLA CONGELADOS 9
- LN8B ISLA CONGELADOS 10



- 1 Compresor semi-hermético
- 2 Separador de aceite
- 3 Depósito acumulador de aceite
- 4 Regulador de nivel de aceite
- 5 Válvula de retención de descarga
- 6 Válvula reguladora de presión
- 7 Filtro de aceite
- 8 Visor circuito de aceite
- 9 Válvula corte circuito de aceite
- 10 Válvula corte y retención
- 11 Manómetro alta presión
- 12 Manómetro baja presión
- 13 Ventilador de culata
- 14 Válvula corte manómetro
- 15 Presostato diferencial de aceite
- 16 Presostato alta/baja

- 17 Recipiente de líquido vertical
- 18 Válvula de corte entrada de líquido
- 19 Válvula de corte salida de líquido
- 20 Válvula de seguridad
- 21 Filtro de cartucho línea de líquido
- 22 Válvula para carga
- 23 Visor de líquido y humedad
- 24 Válvula corte de líquido
- 25 Colector aspiración
- 26 Filtro de cartucho línea aspiración
- 27 Válvula corte aspiración
- 28 Válvula de prueba colector aspiración
- 29 Colector descarga
- 30 Válvula de prueba
- 31 Válvula solenoide

Fecha	31/02/2022	Nombre	PLANO Nº5	
Escala	SN	Alba Miralles	Sala de máquinas NEGATIVA	
Hoja				
Título	Proyecto técnico de acondicionamiento de Instalación frigorífica			

