



# MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

## TRABAJO FIN DE MÁSTER CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL EN OVIEDO

Autor: Rodrigo Larrondo Echenique

Director: Javier Martín Serrano

Madrid

Agosto de 2019







## **AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO**

### ***1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.***

El autor D. Rodrigo Larrondo Echenique

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra:

**CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL EN OVIEDO**, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

### ***2º. Objeto y fines de la cesión.***

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

### ***3º. Condiciones de la cesión y acceso***

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

### ***4º. Derechos del autor.***

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.
- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

### ***5º. Deberes del autor.***

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

**6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.**

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 26 de Agosto de 2019

**ACEPTA**



Fdo.....

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

**CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL EN OVIEDO**

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2018/19 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada

de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Rodrigo Larrondo Echenique

Fecha: 23/08/2019



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Javier Martin Serrano

Fecha 26/08/2019









# MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

## TRABAJO FIN DE MÁSTER CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL EN OVIEDO

Autor: Rodrigo Larrondo Echenique

Director: Javier Martín Serrano

Madrid

Agosto de 2019



# CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL EN OVIEDO

**Autor: Larrondo Echenique, Rodrigo**

Director: Martín Serrano, Javier

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia de Comillas

## RESUMEN DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto es el diseño del sistema completo de climatización para un hotel situado en Truyes-Corvera, en Oviedo, España. El hotel cuenta con un total de siete plantas, ordenadas de menor a mayor nivel: Una planta sótano, una planta baja, una planta primera, una planta segunda, una planta tercera, una planta bajo cubierta y una cubierta. El diseño se ha hecho siguiendo el marco técnico y legal vigente en la actualidad para la localidad.

Primeramente, se ha hecho un estudio meteorológico de la zona donde está situado el hotel. Una vez determinado el estudio, se pudo tener en cuenta la temperatura y humedad para escoger aparatos necesarios para la climatización del hotel. La temperatura y humedad que se han tenido en cuenta son los correspondientes al día más desfavorable en invierno, para el diseño de la instalación de calefacción, y el día más desfavorable de verano, para el diseño de la instalación de refrigeración. Se han tenido en cuenta las condiciones de humedad y temperatura que se querían en cada sala para su correcto.

Seguidamente, se realizó el estudio de las características constructivas del edificio. Para ello, se han tenido en cuenta los materiales del hotel y la orientación del mismo.

El proyecto se ha centrado en el estudio en profundidad de las salas. En las salas se encuentran zonas de despachos, zonas de baños, zonas de restaurante o bares, zona de piscina y zona destinada a los aparatos de climatización. Se necesita un tipo de climatizadoras u otras, dependiendo de la zona y debido a su tamaño y carga.

En las habitaciones se instalarán fan-coils que no necesitarán ninguna UTA de pretratamiento de aire. Sin embargo, en las zonas comunes de la planta baja y la planta sótano, así como las zonas del spa, se instalarán fan-coils que irán conectados a una UTA de pretratamiento de aire. Los fan-coils son idóneos para estas zonas, ya que, su mantenimiento e instalación es fácil. Además, permiten la autorregulación de las condiciones de cada sala.

Todas las climatizadoras poseerán recuperador de baterías y las compuertas están preparadas para poder tomar todo aire exterior y realizar freecooling. Los aires generados dentro de los aseos deberán ser extraídos de las habitaciones hacia el exterior. Además, para el local de la piscina se instalará una deshumectadora.

En total, la instalación tendrá que ser capaz de combatir 1.500 Kw de carga en invierno y 890 KW de carga de verano. Para ello, se instalarán los equipos de climatización, junto con un equipo frigorífico y una sala de calderas. Los equipos estarán conectados con el resto de equipos mediante tuberías y conductos. Adicionalmente, se han diseñado bombas, ventiladores y rejillas para la instalación.

Para concluir, el cálculo total del presupuesto para la instalación del hotel es de **916.048,88 €**. Sin tener en cuenta equipos de mantenimiento y de seguridad, ya que no son el propósito de este proyecto.

## DESIGN OF A HVAC SYSTEM FOR A HOTEL IN OVIEDO

The aim of the project is the design of the complete air conditioning system for a hotel located in Truyes-Corvera, in Oviedo, Spain. The hotel has a total of seven floors, named from the lowest to the highest level: A basement floor, a ground floor, a first floor, a second floor, a third floor, a floor under cover and a cover. The design has been done following the technical and legal current framework.

First, a meteorological study of the area where the hotel is located has been made. Once the study was determined, it was possible to take into account the temperature and humidity to choose devices necessary for the air conditioning of the hotel. The temperature and humidity that have been taken into account are: those corresponding to the most unfavorable day in winter, for the design of the heating installation, and the most unfavorable day of summer, for the design of the cooling installation.

Therefore, the study of the construction characteristics of the building was carried out. For this reason, the hotel materials and the orientation of the hotel have been taken into account.

The project has focused on the in-depth study of the rooms. In the rooms there are office areas, bathroom areas, restaurant areas or bars, pool area and area for air conditioning devices. One type of air conditioner or other is required, depending on the area and due to its size and load.

Fan-coils will be installed in the rooms that will not require any air pretreatment UTA. However, in the common areas of the ground floor and the basement floor, as well as the spa areas, fan-coils will be installed and this fan-coils will be connected to an air pretreatment UTA. Fan-coils are suitable for these areas, since their maintenance and installation is easy. In addition, they allow self-regulation of the conditions of each room.

All air conditioners will have a battery recovery and the dampers are prepared to be able to take all outside air and perform freecooling. The air generated inside the toilets must be extracted from the rooms to the outside. In addition, a dehumidifier will be installed for the pool room.

In total, the installation will have to be able to combat 1,500 Kw of load in the winter and 890 KW of load in the summer. For this, the air conditioning equipment will be installed, together with a refrigeration equipment and a boiler room. The equipment will be connected to the rest of the equipment through pipes and conduits. Additionally, pumps, fans and grilles have been designed for the installation.

To conclude, the total budget calculation for the hotel HVAC installation is € 916,048.88. Regardless of maintenance and safety equipment, since they are not the purpose of this project.





# ÍNDICE DEL PROYECTO

I. MEMORIA

II. PLANOS

III. PRESUPUESTOS

IV. ANEXOS

V. PLIEGO DE CONDICIONES



# **I. MEMORIA**



## ÍNDICE DE MEMORIA

<b>1.</b>	<b>Introducción</b> .....	<b>5</b>
1.1.	Motivación del proyecto .....	5
1.2.	Objetivos del proyecto .....	5
1.3.	Normativa de aplicación.....	6
1.4.	Características del edificio.....	7
1.5.	Hipótesis de diseño .....	10
1.5.1.	<i>Condiciones exteriores</i> .....	<b>10</b>
1.5.2.	<i>Condiciones Interiores</i> .....	<b>12</b>
1.5.3.	<i>Calidad del aire en las salas</i> .....	<b>13</b>
1.5.4.	<i>Renovaciones de aire</i> .....	<b>14</b>
1.5.5.	<i>Cargas internas</i> .....	<b>16</b>
1.5.6.	<i>Nivel de ocupación</i> .....	<b>17</b>
1.5.7.	<i>Características constructivas</i> .....	<b>19</b>
1.6.	Cálculo de cargas .....	21
1.6.1.	<i>Cargas en verano</i> .....	<b>22</b>
1.6.2.	<i>Cargas en invierno</i> .....	<b>22</b>
1.7.	Diseño de la instalación.....	22
1.7.1.	<i>Diseño de Fan-coils</i> .....	<b>24</b>
1.7.2.	<i>Diseño de Climatizadores</i> .....	<b>24</b>
1.7.3.	<i>Diseño de Equipos Frigoríficos</i> .....	<b>25</b>
1.7.4.	<i>Diseño de Calderas</i> .....	<b>25</b>
1.7.5.	<i>Producción de ACS</i> .....	<b>25</b>
1.7.6.	<i>Diseño de Red de Tuberías</i> .....	<b>26</b>
1.7.7.	<i>Diseño de Bombas</i> .....	<b>26</b>
1.7.8.	<i>Diseño de la Red de Conductos</i> .....	<b>27</b>
<b>2.</b>	<b>Cálculos</b> .....	<b>28</b>
2.1.	Cálculo de cargas .....	28
2.1.1.	<i>Cargas en verano</i> .....	<b>28</b>
2.1.2.	<i>Cargas en invierno</i> .....	<b>32</b>
2.2.	Cálculo de los caudales de Ventilación .....	33
2.3.	Selección de equipos .....	33
2.3.1.	<i>Fan-coils</i> .....	<b>33</b>
2.3.2.	<i>Climatizadores</i> .....	<b>34</b>

2.3.3.	<i>Equipos Frigoríficos.....</i>	<b>40</b>
2.3.4.	<i>Calderas.....</i>	<b>40</b>
2.4.	<b>Cálculo de redes.....</b>	<b>40</b>
2.4.1.	<i>Red de tuberías.....</i>	<b>40</b>
2.4.2.	<i>Selección de bombas.....</i>	<b>41</b>
2.4.3.	<i>Red de conductos.....</i>	<b>41</b>
2.4.4.	<i>Selección de difusores.....</i>	<b>42</b>
2.4.5.	<i>Selección de ventiladores.....</i>	<b>42</b>
3.	<b>Resultados.....</b>	<b>43</b>
3.1.	<b>Cálculo de cargas.....</b>	<b>43</b>
3.1.1.	<i>Cargas en verano.....</i>	<b>43</b>
3.1.2.	<i>Cargas en invierno.....</i>	<b>46</b>
3.2.	<b>Cálculo de los caudales de Ventilación.....</b>	<b>49</b>
3.3.	<b>Selección de equipos.....</b>	<b>52</b>
3.3.1.	<i>Fan-coils.....</i>	<b>52</b>
3.3.2.	<i>Climatizadores.....</i>	<b>55</b>
3.3.3.	<i>Equipos Frigoríficos.....</i>	<b>57</b>
3.3.4.	<i>Calderas.....</i>	<b>58</b>
3.3.5.	<i>Producción de ACS.....</i>	<b>58</b>
3.4.	<b>Cálculo de redes.....</b>	<b>58</b>
3.4.1.	<i>Red de tuberías.....</i>	<b>58</b>
3.4.2.	<i>Selección de bombas.....</i>	<b>64</b>
3.4.3.	<i>Red de conductos.....</i>	<b>67</b>
3.4.4.	<i>Selección de difusores.....</i>	<b>68</b>
3.4.5.	<i>Selección de ventiladores.....</i>	<b>71</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de habitaciones y oficio .....	8
Tabla 2: zonas comunes de la planta baja y el sótano .....	8
Tabla 3: Compartimentos del Spa y el gimnasio .....	9
Tabla 4: Zonas comúnmente pobladas .....	9
Tabla 5: Clasificación de la severidad climática .....	10
Tabla 6: Temperaturas de confort durante el invierno.....	12
Tabla 7: Temperaturas de confort durante el verano.....	12
Tabla 8: Calidades de las Salas .....	13
Tabla 9: Niveles de las categorías .....	13
Tabla 10: Tasa de metabolismo de las salas.....	14
Tabla 11: Ocupación de salas por superficie.....	15
Tabla 12: Calor aportado por una persona .....	16
Tabla 13: Nivel de ocupación de las habitaciones y el oficio .....	17
Tabla 14: Nivel de ocupación de planta baja y el sótano.....	18
Tabla 15: Nivel de ocupación del Gimnasio y el spa .....	18
Tabla 16: Nivel de ocupación de salas comúnmente pobladas .....	19
Tabla 17: Factor de viento.....	20
Tabla 18: Coeficientes de transmisión .....	21
Tabla 19: Clasificación de equipos de climatización .....	23
Tabla 20: Pérdidas de carga en los equipos .....	41
Tabla 21: Cargas en verano en verano en las habitaciones .....	44
Tabla 22: Cargas en verano de las zonas comunes de la planta baja y el sótano.....	44
Tabla 23: Cargas en verano de los compartimentos del Spa y el gimnasio .....	45
Tabla 24: Cargas en verano de las zonas comúnmente pobladas .....	46
Tabla 25: Cargas en invierno en verano en las habitaciones .....	47
Tabla 26: Cargas en invierno de las zonas comunes de la planta baja y el sótano.....	47
Tabla 27: Cargas en invierno de los compartimentos del Spa y el gimnasio .....	48
Tabla 28: Cargas en invierno de las zonas comúnmente pobladas .....	49
Tabla 29: Caudales de ventilación en las habitaciones .....	49
Tabla 30: Caudales de ventilación de las zonas comunes de la planta baja y el sótano.....	50
Tabla 31: Caudales de ventilación de los compartimentos del Spa y el gimnasio .....	51
Tabla 32: Caudales de ventilación de las zonas comúnmente pobladas .....	52
Tabla 33: Tipo de Fan-coils para las zonas comunes de la planta baja y el sótano .....	53
Tabla 34: Tipos de fan-coils para el Spa y el gimnasio .....	54
Tabla 35: Tipos de fan-coils para las habitaciones.....	55
Tabla 36: Características de los fan-coils .....	55
Tabla 37: Tipo de climatizadoras diseñadas.....	56
Tabla 38: Condiciones de impulsión de las climatizadoras .....	57
Tabla 39: Dimensiones de las tuberías de acero.....	59
Tabla 40: Dimensiones de las tuberías de acero galvanizado.....	59
Tabla 41: Caudales de las tuberías de los fan-coils de las habitaciones .....	60
Tabla 42: Caudales de las tuberías de los fan-coils de las zonas comunes de la planta baja y sótano.....	60
Tabla 43: Caudales de las tuberías de los fan-coils del Spa .....	61
Tabla 44: Caudales de las tuberías de las climatizadoras .....	62
Tabla 45: Caudal en las tuberías de las calderas.....	62

Tabla 46: Caudal en las tuberías de las enfriadoras.....	62
Tabla 47: Caudales de las tuberías de los circuitos principales .....	64
Tabla 48: Altura requerida para las tuberías de agua fría del Circuito 1 .....	65
Tabla 49: Altura requerida para las tuberías de agua caliente del Circuito 1 .....	66
Tabla 50: Altura requerida para las tuberías de agua fría del Circuito 2 .....	66
Tabla 51: Altura requerida para las tuberías de agua caliente del Circuito 2 .....	66
Tabla 52: Caudales de retorno y de impulsión de las climatizadoras .....	68
Tabla 53: Número de difusores por climatizadora.....	69
Tabla 54: Número de toberas por climatizadora .....	69
Tabla 55: Número de rejillas por climatizadora en la impulsión.....	70
Tabla 56: caudal de retorno por climatizadora.....	70
Tabla 57: Número de rejillas por climatizadora en la impulsión.....	71
Tabla 58: Pérdidas de altura en las redes de impulsión de las climatizadoras .....	71
Tabla 59: Pérdidas de altura en las redes de impulsión.....	72
Tabla 60: Pérdidas de altura en redes de retorno de las climatizadoras.....	72
Tabla 61: Pérdidas de altura en redes de retorno .....	73

## **1. Introducción**

### **1.1. Motivación del proyecto**

La climatización es imprescindible para asegurar el estado de confort de las personas en cualquier establecimiento. Por esta razón, la adecuada climatización es importante para que haya un ambiente agradable, que a su vez contribuye al bienestar de las personas dentro de un establecimiento.

El confort aportado por la climatización es un bienestar térmico que se intenta aportar al mayor número de personas. Como el hotel objeto de estudio es un hotel grande en el que tendrá una ocupación abundante y con actividades en alguna de sus salas, la climatización es más significativa. Además, en un hotel la climatización es un factor muy importante de cara a los clientes. Si no se dieran las condiciones correctas, los clientes pondrían hojas de reclamaciones y opiniones en internet que darían mala reputación para el hotel. Y, consecuentemente, el número de clientes dispuestos a pasar una noche en el hotel disminuiría.

Por otro, la climatización de un hotel de grandes magnitudes supone un gran consumo de agua y electricidad. Por lo tanto, un erróneo cálculo de los equipos o de la dimensión de la instalación puede hacer un malgasto de energía o de dinero notable.

### **1.2. Objetivos del proyecto**

El principal objetivo del proyecto será el diseño de la instalación de climatización de un hotel de cuatro estrellas y 147 habitaciones en Truyes-Corvera, Oviedo. Para el proyecto se deberá cumplir la normativa y las leyes vigentes en la actualidad referenciadas en el apartado 1.3.

En el proyecto constarán la documentación referida al dimensionamiento de conductos y tuberías, así como la elección de equipos (calderas, climatizadores, fancoils, etc.) necesarios para garantizar el confort del hotel. Estos dependerán de las características de la zona del hotel, su orientación y las condiciones que se establecerán para el interior del edificio.

### 1.3. Normativa de aplicación

Se deberá realizar la instalación atendiendo a las diferentes normativas vigentes de tipo genérico y las específicas de las instalaciones de climatización, calefacción y ventilación:

- Norma básica de la edificación sobre Condiciones Térmicas en los Edificios NBE-CT-79.
- Norma básica de la edificación sobre Condiciones Acústicas en los Edificios NBE-CA-88.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE e Instrucciones Técnicas
- Complementarias ITE. Aprobado por RD 1751/1998 de 31 de Julio.
- Modificación al RITE e Instrucciones Técnicas Complementarias. Aprobada por RD 1218/2002 de 22 de noviembre.
- Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas RSF. Aprobado por RD 3099/1977 de 8 de septiembre, e Instrucciones Técnicas Complementarias MI-IF aprobadas por Orden de 24 de enero de 1978.
- Modificaciones al RSF e MI-IF aprobadas por Ordenes 4-4-79 (B.O.E. 10-5-79). - Orden 30-9-80 (B.O.E. 18-10-80). - Real Decreto 754/1981 (B.O.E. 28-4-81). - Orden 21-7-83 (B.O.E.29-7-83). - Orden 19-11-87 (B.O.E. 5 -12-87). - Orden 4-11-92 (B.O.E 17-11-92). - Orden 23-11-94 (B.O.E. 2-12-94). - Orden 24-4-96 (B.O.E. 10-5-96). - Orden 26-2-97 (B.O.E. 11-3-97). - Orden 23-12-98 (B.O.E. 12-1-99).
- Artículos y Anexos vigentes del Reglamento de Recipientes a Presión, aprobado por Decreto 2443/1969, de 16 de agosto, y modificado por Decreto 516/1972, de 17 de febrero.
- Reglamento de Aparatos a Presión RAP. Aprobado por RD 1244/1979 de 4 de abril e Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-ITC-AP.
- RD 473/1988 de 30 de marzo, 1491/1995 de 11 de octubre (modificado por RD 2486/1994 de 23 de diciembre) y 769/1999 de 7 de mayo, por los que se

aprueban las Directivas del Consejo de las Comunidades Europeas, 76/767/CEE, 87/404/CEE y 97/23/CEE.

- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE-ICR, NTE-ICC y NTE-ISH.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. de 18-09-2002.
- EN 746-2. Equipos térmicos industriales, parte 2. Prescripciones de seguridad concernientes a la combustión y la manipulación de combustibles.
- Norma UNE 60-601. Instalaciones de calderas a gas para calefacción y/o ACS de potencia superior a 70 kW
- MIE-APQ-001. Instrucción técnica complementaria sobre almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.

Además, serán de aplicación todas las normas o códigos oficiales obligatorios, tanto nacionales, como de las Administraciones local y Autonómica. También, se respetarán otras normativas o reglamentos mencionados en el presente pliego.

#### **1.4. Características del edificio**

El Hotel que se va a tratar es un hotel de 4 estrellas y 147 habitaciones en Plan Parcial SAPU VI en Truyes-Corvera (Asturias). Por lo tanto, la provincia de estudio será Oviedo.

El hotel consta de un total de seis plantas más una cubierta. En el proyecto no se establecerán medidas de climatización de la cocina, el sanarium, el caldarium, el baño de vapor y la sauna, ya que estas serán producto de otro proyecto por separado.

A continuación, se nombrarán los compartimentos de cada planta. Estos estarán ya divididos en grupos que se han elegido para obtener su diseño más fácilmente y porque cada grupo tendrá su propio climatizador y/o Fan-coil.

#### **HABITACIONES Y OFICIO:**

Las habitaciones vienen determinadas por su orientación y su superficie. Pueden ser habitaciones simples (141) o habitaciones dobles (6).

Local	Superficie (m <sup>2</sup> )
Habitación tipo SE	25
Habitación tipo NO	25
Habitación tipo E	25
Habitación tipo O	25
Habitación doble SO	60
Habitación doble N	60
Oficio	5

Tabla 1: Tipos de habitaciones y oficio

### ZONAS COMUNES DE LA PLANTA BAJA Y EL SÓTANO:

Las zonas comunes de la planta baja y del sótano deberán estar a la misma temperatura, por ese motivo, los hemos agrupado en un mismo grupo.

Local	Superficie (m <sup>2</sup> )
PS COMEDOR PERSONAL	35
PS GOBERNANTA	17
PS VESTUARIOS	70
PS ALMACÉN (Salón-1)	56
PS ALMACÉN (Salón-2)	14
PS ASEOS	60
PB SALA DE ESTAR 1	77
PB SALA DE ESTAR 2	118
PB SALA 1	18
PB SALA 2	18
PB SALA 3	18
PB SALA 4	18
PB ASEOS (Comedor)	50
PB SALA DE LECTURA	82
PB SALA DE JUEGOS	45
PB CUARTO LIMPIEZA	13
PB ATENCIÓN AL CLIENTE	8
PB ASEOS (Admon)	15
PB ADMON 1	7
PB DIRECCIÓN	9
PB ADMON 2	40
PB VALIJA	4
PB MALETERO	7

Tabla 2: zonas comunes de la planta baja y el sótano

### GIMNASIO Y SPA:

Este grupo está formado por todos los compartimentos que componen el Spa y el gimnasio del hotel.

Local	Superficie (m <sup>2</sup> )
PS VESTUARIOS	93
PS GIMNASIO	120
PS ASEOS	8
PS Cabina	12,5
PS Cabina 2	12,5
PS Cabina 3	12,5
PS Cabina 4	12,5
PS Cabina 5	12,5
PS Tepidarium	50
PB GIMNASIO	375
PB ALMACÉN (Gimnasio)	5
PB Cabina 1	12,5
PB Cabina 2	12,5
PB Cabina 3	12,5
PB Cabina 4	12,5
PB Cabina 5	12,5
PB Cabina 6	12,5
PB AEROBIC 1	56
PB AEROBIC 2	112

*Tabla 3: Compartimentos del Spa y el gimnasio*

#### **ZONAS COMÚNMENTE POBLADAS:**

La zona comúnmente poblada es la zona en la que suele haber una alta ocupación, así como los bares, restaurantes, comedores, vestíbulos y salas de reuniones grandes.

Local	Superficie (m <sup>2</sup> )
Salón-1	871
Salón-2	512
Cocktail	180
Comedor desayuno	203
Restaurante carta	103
Lobby	175
Bar-Cafetería	235
Vestíbulo	60
Sala de reuniones A	59
Sala de reuniones B	59

*Tabla 4: Zonas comúnmente pobladas*

## 1.5. Hipótesis de diseño

Para la realización de los cálculos del proyecto se tienen que definir los datos de partida. Estos datos son los datos que vienen definidos por las condiciones del hotel, como su localización geográfica, la temperatura deseada en el interior, su ocupación y los materiales de construcción.

### 1.5.1. Condiciones exteriores

Las condiciones exteriores para el cálculo son las condiciones críticas para una instalación determinada por su localización geográfica, altura sobre el nivel del mar y configuración del terreno. Las condiciones exteriores en verano, según la normativa RITE, vienen determinadas por la hora solar y el mes más desfavorable para cada orientación del edificio.

La localidad del hotel es Oviedo, por lo que se observarán las condiciones críticas para las orientaciones indicadas en Oviedo. La severidad climática de Oviedo es de C1 según el apéndice D del CTE: Zonas climáticas. Como muestra la Tabla 5: Clasificación de la severidad climática, esto significa que tiene unos inviernos medianamente fríos y unos veranos no muy cálidos. Es decir, no se trata de unas condiciones meteorológicas extremadamente frías en verano.

SEVERIDAD CLIMÁTICA		VERANO			
		1	2	3	4
INVIERNO	A			A3	A4
	B			B3	B4
	C	<b>C1</b>	C2	C3	C4
	D	D1	D2	D3	
	E	E1			

Tabla 5: Clasificación de la severidad climática

Para el cálculo de cargas en verano se deben examinar las condiciones críticas para las diferentes orientaciones del hotel, en las que la radiación será máxima. Este fenómeno se le llamará refrigeración, ya que se trata de enfriar el hotel con respecto a la temperatura exterior.

En invierno, este problema no se da, ya que la radiación solar es un fenómeno que ayuda al calentamiento de las instalaciones. Como norma general, en invierno se debe calcular en las condiciones más desfavorables, es decir, a las 8 de la mañana, sin sol y sin ocupación en las instalaciones.

Las condiciones de cálculo vienen dadas en el IDAE Condiciones climáticas exteriores de proyecto, en el apartado 6. Datos de Estaciones. Se obtiene la información en Oviedo (Indicativo nº 12491), cuya posición es:

- Latitud: 43°21'13"
- Altitud: 05°52'24" W
- Altura sobre el nivel del mar (a.s.n.m.): 336 m

Una vez conocida la posición se obtienen los siguientes datos para el diseño del sistema de climatización en verano e invierno:

➤ **VERANO (Refrigeración):**

Temperatura Seca (TS): 26,7 °C

Temperatura Húmeda (TH): 20,5 °C

Nivel de Percentil: 1%

Oscilación Media Diaria (OMD): 13,6 °C

Oscilación Media Anual (OMA): 28 °C

➤ **INVIERNO (Calefacción):**

Temperatura Seca (TS): -0,5 °C

Nivel de Percentil: 99%

Vientos dominantes: 2-4 m/s NE

- Los datos obtenidos en la estación de verano, corresponden con el mes de Julio a las 15 h.

### 1.5.2. Condiciones Interiores

Con objeto de cumplir con el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios para garantizar condiciones de confort dentro del establecimiento, se establecerán las siguientes condiciones para invierno y verano:

<b>INVIERNO</b>	
24°C	Habitaciones del Hotel
21°C	Zonas comunes como pasillos, vestíbulos, hall...
25°C	SPA
19°C	Gimnasio
22°C	Restaurante

*Tabla 6: Temperaturas de confort durante el invierno*

<b>VERANO</b>	
24°C	Habitaciones del Hotel
26°C	Zonas comunes como pasillos, vestíbulos, hall...
26°C	SPA
26°C	Gimnasio
25°C	Restaurante

*Tabla 7: Temperaturas de confort durante el verano*

Adicionalmente, para la piscina se ha supuesto que la temperatura del ambiente está a 35°C y el agua a 32°C.

### 1.5.3. Calidad del aire en las salas

Para que haya unos niveles de salubridad aceptables se deben respetar unos parámetros que vienen determinados por el uso de cada sala. Según la RITE (apartado 1.1.4.2.2), se deberá determinar la calidad del aire de cada una de las salas del establecimiento. La siguiente tabla muestra las calidades que se han adoptado:

Sala	Categoría	
Habitaciones del Hotel	IDA 3	Calidad media
Zonas comunes como pasillos, vestíbulos, hall...	IDA 2	Buena calidad
SPA	IDA 2	Buena calidad
Gimnasio	IDA 3	Calidad media
Restaurante	IDA 3	Calidad media

Tabla 8: Calidades de las Salas

Una vez definida la categoría de cada sala, se deben asignar los siguientes niveles para cada categoría:

	IDA 2	IDA 3
Tasa de ventilación por persona	12,5 l/s	8 l/s
Concentración de CO <sub>2</sub> (Sobre aire exterior)	500 ppm	800 ppm
Tasa de ventilación por unidad de superficie	0,83 l/s·m <sup>2</sup>	0,55 l/s·m <sup>2</sup>

Tabla 9: Niveles de las categorías

Por otro lado, como el oficio, la valija, el maletero, el cuarto de la limpieza y los almacenes no estarán en funcionamiento en el 50% de su tiempo, es un caso especial en el que, al ser IDA 2, su caudal de aire exterior será de 1 l/s·m<sup>2</sup>.

#### 1.5.4. Renovaciones de aire

Una vez determinada la calidad del aire que se quiere obtener en cada sala, se debe proceder a garantizar un volumen de aire renovado por unidad de tiempo para obtener la higiene de aire estipulado. Por otro lado, esto ayuda a evitar la aparición de patógenos. Para ello se debe calcular el caudal de ventilación.

Para el cálculo de la ventilación se realizará a través de dos métodos dependiendo de sus circunstancias:

- El método A: Método indirecto de caudal de aire exterior por persona

Este método, se utiliza cuando las salas dependen de la ocupación que contienen. Se utiliza este método cuando las personas de la sala tienen una actividad metabólica alrededor de 1,2 met.

En la siguiente tabla se muestran los estándares de las actividades metabólicas de las salas, según la RITE.

	Tasa metabólica (met)
Salas de espera	1,0
Oficina	1,2
Sala de conferencias, auditorio	1,2
Cafetería, restaurante	1,2
Aula	1,2
Grandes almacenes	1,6

*Tabla 10: Tasa de metabolismo de las salas*

El método requiere el cálculo de la ocupación de las salas, determinadas por la siguiente tabla, de la UNE-EN 13779:2004 y UNE-EN 13779:2008:

Tipo de uso	m <sup>2</sup> /ocupante
Oficinas paisaje	12
Oficinas pequeñas	10
Salas de reuniones	3
Centros comerciales	4
Aulas	2,5
Gimnasios	2
Salas de hospital	10
Habitaciones de hotel	10
Restaurantes	1,5

*Tabla 11: Ocupación de salas por superficie*

Los caudales por persona y según el tipo de sala vienen reunidos en la norma UNE 100-011-88. Hay que destacar que el cálculo de caudales de ventilación para vestuarios y aseos se realiza de diferente modo. El RITE en su instrucción ITE 02.2.2 nos remite a la norma UNE 100.011-91, en la que se indica que por cada inodoro o urinario se deberá emplear como mínimo una renovación de aire de 10 a 15 l/s. Además, no es necesaria ninguna renovación para las duchas o lavabos. Cada taquilla también deberá tener una renovación de aire de 10 l/s. Los comedores deben tener un caudal de ventilación de 6 l/s·m<sup>2</sup> como indica la norma UNE.

Finalmente, una vez determinada la ocupación se multiplicará por la tasa de ventilación por persona, indicada según la IDA de cada sala, para obtener el caudal de ventilación.

- El método D: Método indirecto de caudal de aire por unidad de superficie.

Utilizado para espacios no dedicados a ocupación humana permanente. Este método se obtiene al multiplicar la tasa de ventilación por unidad de superficie, obtenida por la IDA correspondiente, por la superficie de la sala o habitación.

### 1.5.5. Cargas internas

Las cargas internas son todas las cargas que no proceden de la conducción o radiación a través de los muros, cerramientos o cristales. Estas serán contrarrestadas por la instalación del interior de la sala. Son cargas positivas durante todo el año y tienen una gran importancia desde el punto de vista de la recuperación energética. Estas pueden resultar de las personas, la iluminación y de procesos internos. En el proyecto no se tendrán en cuenta los procesos internos debido a que no hay ningún proceso interno significativo.

#### 1.5.5.1. Actividad de las personas:

Todos los ocupantes de una sala aportaran calor a la sala. Este calor será latente y sensible. El calor desprendido por las personas es debido a:

- **Conducción:** El contacto directo entre una persona y los objetos contenidos en las salas.
- **Convección:** La diferencia de temperatura entre el aire y la persona produce corrientes que contribuyen a una mejor transmisión de calor.
- **Evaporación:** Esta es producida por la transpiración directa de la piel de una persona.
- **Radiación:** El cuerpo humano está a una temperatura superior que la sala. Por lo tanto, desprenderá calor.
- **Respiración:** El aire expirado por una persona estará a una temperatura mayor que el ambiente, y, por lo tanto, desprenderá calor a la sala.

El calor transmitido a la sala dependerá de la actividad de la persona. Por lo tanto, se deberá tener en cuenta si se está de pie, sentado y/o ejercitando:

Actividad	Calor	
	Sensible	Latente
De pie	65 kcal/h	60 kcal/h
Sentada (Oficinista)	60 kcal/h	50 kcal/h
Ejercitando	95 kcal/h	155 kcal/h

*Tabla 12: Calor aportado por una persona*

### 1.5.5.2. Iluminación de la sala

Se tomará como valor para los cálculos de 30 W/m<sup>2</sup> en todas las salas del hotel siendo este el calor aportado por la iluminación de las salas.

### 1.5.6. Nivel de ocupación

El nivel de ocupación es importante, ya que intervendrá tanto en la aportación de calor por las personas como en el cálculo de caudal de ventilación en todas las salas. A continuación, se mostrarán los niveles de ocupación estimados. Algunas salas estarán deshabitadas la mayor parte del tiempo, por lo tanto, se estimará como si no hubiese personas en su interior. Además, el oficio no se climatizará.

#### HABITACIONES Y OFICIO:

Local	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ocupación
Habitación tipo SE	25	2
Habitación tipo NO	25	2
Habitación tipo E	25	2
Habitación tipo O	25	2
Habitación doble SO	60	4
Habitación doble N	60	4
Oficio	5	-

*Tabla 13: Nivel de ocupación de las habitaciones y el oficio*

#### ZONAS COMUNES DE LA PLANTA BAJA Y EL SÓTANO:

Local	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ocupación
PS COMEDOR PERSONAL	35	10
PS GOBERNANTA	17	2
PS VESTUARIOS	70	-
PS ALMACÉN (Salón-1)	56	-
PS ALMACÉN (Salón-2)	14	-
PS ASEOS	60	-
PB SALA DE ESTAR 1	77	24
PB SALA DE ESTAR 2	118	24
PB SALA 1	18	9
PB SALA 2	18	9
PB SALA 3	18	9
PB SALA 4	18	9
PB ASEOS (Comedor)	50	-
PB SALA DE LECTURA	82	25
PB SALA DE JUEGOS	45	20
PB CUARTO LIMPIEZA	13	-
PB ATENCIÓN AL CLIENTE	8	3
PB ASEOS (Admon)	15	-
PB ADMON 1	7	1
PB DIRECCIÓN	9	1
PB ADMON 2	40	2
PB VALIJA	4	-
PB MALETERO	7	-

Tabla 14: Nivel de ocupación de planta baja y el sótano

## GIMNASIO Y SPA:

Local	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ocupación
PS VESTUARIOS	93	-
PS GIMNASIO	120	60
PS ASEOS	8	-
PS Cabina	12.5	2
PS Cabina 2	12.5	2
PS Cabina 3	12.5	2
PS Cabina 4	12.5	2
PS Cabina 5	12.5	2
PS Tepidarium	50	10
PB GIMNASIO	375	100
PB ALMACÉN (Gimnasio)	5	-
PB Cabina 1	12.5	2
PB Cabina 2	12.5	2
PB Cabina 3	12.5	2
PB Cabina 4	12.5	2
PB Cabina 5	12.5	2
PB Cabina 6	12.5	2
PB AEROBIC 1	56	28
PB AEROBIC 2	112	56

Tabla 15: Nivel de ocupación del Gimnasio y el spa

## ZONAS COMÚNMENTE POBLADAS:

Local	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ocupación
Salón-1	871	285
Salón-2	512	135
Cocktail	180	50
Comedor desayuno	203	30
Restaurante carta	103	40
Lobby	175	65
Bar-Cafetería	235	60
Vestíbulo	60	20
Sala de reuniones A	59	55
Sala de reuniones B	59	55

*Tabla 16: Nivel de ocupación de salas comúnmente pobladas*

El nivel de ocupación se ha estimado en las condiciones más críticas, es decir, con más gente de lo normal.

### 1.5.7. Características constructivas

Las características constructivas serán las características del edificio que nos condicionan el cálculo de cargas del edificio. Estas son:

#### 1.5.7.1. Factor de viento

El factor de viento es un parámetro que depende de las orientaciones de los cerramientos, así como el material de estos. A continuación, se muestran los valores tomados para el factor de viento:

Material	Orientación	fv
CRISTAL	N	1.35
CRISTAL	NE	1.35
CRISTAL	E	1.25
CRISTAL	SE	1.15
CRISTAL	S	1.00
CRISTAL	SO	1.10
CRISTAL	O	1.20
CRISTAL	NO	1.25
MURO EXT.	N	1.20
MURO EXT.	NE	1.20
MURO EXT.	E	1.15
MURO EXT.	SE	1.10
MURO EXT.	S	1.00
MURO EXT.	SO	1.05
MURO EXT.	O	1.10
MURO EXT.	NO	1.15
CUBIERTA	H	1.00
SUELO		1.00

Tabla 17: Factor de viento

#### 1.5.7.2. Factor de ganancia solar

La ganancia solar es el efecto producido por la radiación solar incidente en los cristales. Es la relación entre la energía que incide sobre el cristal y la energía que lo atraviesa. En épocas frías este efecto puede ser beneficioso aportando calefacción. Por esa razón, en invierno no se tendrá en cuenta este efecto.

Se tomará un valor de factor de ganancia solar (FGS) de 0,48.

#### 1.5.7.3. Coefficientes de transmisión de los cerramientos

El coeficiente de transmisión es la característica que tiene un material de poder transmitir energía calorífica mediante la conducción del material. Se define como el flujo de calor unitario existente entre dos superficies paralelas por unidad de tiempo habiendo entre ellas un gradiente de temperatura unitario. Este viene definido por la ley de Fourier:

$$K = \frac{Q}{|\Delta T|} \quad \left[ \frac{Kcal}{h \cdot m^2 \cdot K} \right]$$

Se tomarán los siguientes coeficientes de transmisión:

<b>CRISTALES (K)</b>	2.60 Kcal/h.m <sup>2</sup> .°K
<b>MUROS EXTERIORES (K)</b>	0.65 Kcal/h.m <sup>2</sup> .°K
<b>TABIQUES (K)</b>	1.20 Kcal/h.m <sup>2</sup> .°K
<b>TEJADOS (K)</b>	0.46 Kcal/h.m <sup>2</sup> .°K
<b>SUELOS INTERIORES (K)</b>	1.10 Kcal/h.m <sup>2</sup> .°K
<b>SUELOS EXTERIORES (K)</b>	1.10 Kcal/h.m <sup>2</sup> .°K
<b>TECHOS (K)</b>	2.02 Kcal/h.m <sup>2</sup> .°K
<b>PUERTAS (K)</b>	2.00 Kcal/h.m <sup>2</sup> .°K

*Tabla 18: Coeficientes de transmisión*

#### 1.5.7.4. Dimensiones de puertas y ventanas

Por último, también intervienen las dimensiones de las ventanas y de las puertas. Para ello, se ha asumido las siguientes dimensiones:

- Altura de ventanas: 1,2 m
- Altura de puertas: 2,5 m

Los anchos de las puertas y ventanas son diferentes para cada sala por lo que se definirán en el plano.

#### 1.6. Cálculo de cargas

Las cargas térmicas del hotel dependen de las aportaciones interiores y de las aportaciones exteriores.

- Las aportaciones interiores son las cargas producidas por la actividad dentro de las salas, es decir, la cantidad de personas, maquinaria, iluminación, etc.
- Las aportaciones exteriores son las cargas debidos a la diferencia de temperatura entre el interior del establecimiento y el exterior. Este viene influido por los coeficientes de transmisión de los materiales del edificio y de la orientación.

Las cargas se clasifican en dos categorías:

- Cargas sensibles: Contribuyen al cambio de temperatura de las salas.
- Cargas latentes: Contribuyen al cambio de humedad de las salas.

No se tendrán en cuenta la transmisión de calor a través de tabiques que separen dos salas climatizadas, ya que el salto térmico será nulo.

#### **1.6.1. Cargas en verano**

En verano, se deberá combatir la carga de las salas. Se tendrán en cuenta las cargas latentes y las sensibles ya que ambas son desfavorables en esta época del año. Por lo tanto, se deberá calcular toda carga que pueda ser aportada a la sala.

Estas cargas serán las siguientes:

- Ganancia debida a la radiación solar a través de cristales, muros y tejados.
- Ganancia debida a la transmisión en paredes exteriores y techos, así como entre el local y un local no climatizado (LNC).
- Ganancia debido a la ocupación, iluminación y otros equipos.

Para que no haya infiltraciones en el edificio, lo diseñaremos para que haya una sobrepresión en el hotel. Gracias a esto, no se van a tener en cuenta las infiltraciones en el cálculo de cargas en verano.

#### **1.6.2. Cargas en invierno**

Durante invierno, se debe combatir la pérdida de carga de las salas. Por esa razón, solo se tendrán en cuenta las cargas sensibles. Estas son:

- Pérdidas por transmisión en paredes exteriores, cristales y techos
- Pérdidas por transmisión entre locales climatizados y locales no climatizados (LNC).

### **1.7. Diseño de la instalación**

El diseño de la instalación se basará en las salas descritas en el apartado 1.4. Características del edificio. Para el diseño de hará lo siguiente:

1. Elección del equipo para combatir las cargas de las salas. Para ello se deberá elegir entre fan-coils y climatizadores en función del tamaño de las salas y, consecuentemente, la potencia necesaria en cada una de ellas. Las salas se clasificarán de la siguiente manera:

<b>Sala</b>	<b>Equipo</b>
Salón 1	Climatizador
Salón 2	Climatizador
Cocktail	Climatizador
Comedor desayuno	Climatizador
Restaurante la carta	Climatizador
Lobby bar	Climatizador
Bar cafetería	Climatizador
Vestíbulo	Climatizador
Sala de reuniones A	Climatizador
Sala de reuniones B	Climatizador
Zonas comunes PB y PS	Climatizador (Ventilación) y Fan-coils
SPA	Climatizador (Ventilación) y Fan-coils
Habitaciones	Fan-coils

*Tabla 19: Clasificación de equipos de climatización*

La ventilación se usará para suministrar el aire primario de las salas comunes y el SPA.

2. Diseño de las tuberías que abastecerán el agua fría y caliente a los equipos elegidos con sus respectivas bombas.
3. Diseño de la red de conductos. Estos conductos serán los que repartirán el aire climatizado a las salas. Además, se elegirán ventiladores para los conductos.
4. Elección de equipos como calderas, equipos frigoríficos e intercambiadores de calor.

### **1.7.1. Diseño de Fan-coils**

Los Fan-coils son equipos usados para climatizar salas de tamaño pequeño. No requieren mucha potencia. Los Fan-coils están formados por una batería de agua fría, agua caliente o ambas. Su función se basa en el intercambio de calor entre aire y agua. Tienen un ventilador interiorizado para que el aire sea capaz de circular a través de las baterías.

Los fan-coils, por lo tanto, serán instalados en todas las zonas pequeñas de la planta baja y planta del sótano y en las habitaciones. Gracias a estos equipos, la regulación de temperatura será individual para cada sala. Esto es ventajoso en el caso de que algún fan-coil fallara, ya que se podría arreglar sin tener que parar todos los otros fan-coils.

Los fan-coils se instalarán en el falso techo en todas las salas. Para el funcionamiento correcto de las baterías de los fan-coils será necesario la llegada de agua fría y caliente a través de tuberías. Esto vendrá directamente de una Unida de Tratamiento de Aire (UTA) colocado en la planta bajo cubierta. La UTA pretratará el aire exterior.

### **1.7.2. Diseño de Climatizadores**

Al contrario que los fan-coils, las climatizadoras son equipos de tratamiento de aire con mayor potencia y tamaño. Se suele utilizar en salas donde la carga a combatir es mayor. Un climatizador está formado por dos ventiladores:

- Ventilador de impulsión
- Ventilador de retorno

Estos dos ventiladores extraen aire exterior y, de igual manera que los fan-coils, lo hacen pasar por una batería de agua caliente y otra de agua fría. Su función principal es la de intercambiar el calor entre el aire y el agua.

Todas las climatizadoras poseen recuperador de baterías. Las compuertas están preparadas para poder tomar todo aire exterior y realizar freecooling. A excepción de

las climatizadoras del vestíbulo y la del Bar cafetería, que se ubicarán la primera sobre la cubierta central del edificio y la última en la planta bajo cubierta. Las demás climatizadoras se ubicarán en las dos salas técnicas de planta sótano. Cada una posee una entrada y una salida de aire con la calle.

Todas las climatizadoras se colocarán sobre el falso techo al igual que sus conductos de flujo de aire. Los ventiladores de las climatizadoras deberán vencer las pérdidas de carga producidas por los conductos de aire.

### **1.7.3. Diseño de Equipos Frigoríficos**

En la planta bajo cubierta se dispondrá de dos enfriadoras que, a su vez, alimentaran un colector. Este colector distribuirá agua fría para dos circuitos (Hotel y Spa). El circuito Hotel alimentará a las climatizadoras y fan-coils del hotel. El circuito Spa alimentará a las climatizadoras y los fan-coils.

### **1.7.4. Diseño de Calderas**

En la planta bajo cubierta se dispondrá de un equipo autónomo generador de calor (RoofTop). Este alimentará un colector del cual se distribuirá agua caliente para el Hotel, Spa y ACS. El circuito Hotel alimentará a las climatizadoras y fan-coils del hotel. El circuito Spa alimentará a las climatizadoras, una deshumectadora para la piscina, los fan-coils y un intercambiador de calor. El circuito ACS alimentará un intercambiador correspondiente al sistema de ACS con acumulación y bomba de recirculación.

### **1.7.5. Producción de ACS**

La producción de ACS del edificio será realizada con el agua procedente del RoofTop. El sistema se compondrá de un intercambiador, una bomba de circulación, un depósito de acumulación de agua y una bomba de recirculación.

Para el ajuste de temperatura, se dispondrá de una válvula de 3 vías motorizada.

### **1.7.6. Diseño de Red de Tuberías**

Las tuberías serán las encargadas de suministrar agua a todo el Edificio. La red de tuberías del sistema deberá abastecer:

- Climatizadoras
- Fan-coils
- Equipo Frigorífico
- Generador de calor
- Producción de ACS

Se podrán diferenciar el circuito de aire caliente de el de agua fría en los planos. Las tuberías conectarán las climatizadoras y los fan-coils con el equipo frigorífico (circuito de agua fría) y las calderas (circuito de agua caliente). Además, la cada planta tendrá dos tuberías de cada circuito:

- Ramal de impulsión
- Ramal de retorno

### **1.7.7. Diseño de Bombas**

Cada circuito de agua del edificio deberá tener una bomba asignada. La función de la bomba es la de contrarrestar la pérdida de carga producida en las tuberías.

- Del generador de calor, se distribuirá agua caliente para el Hotel, Spa y ACS mediante tres bombas con variador de frecuencia. El circuito de ACS tendrá una bomba de recirculación.
- Los enfriadores distribuirán agua fría para el Hotel y Spa mediante dos bombas con variador de frecuencia.
- El sistema de producción de ACS dispondrá de una bomba de circulación y una bomba de recirculación.

Se instalarán dos bombas en paralelo para cada circuito, para que en caso de avería o mantenimiento no interfiera o no se detenga en el sistema.

### **1.7.8. Diseño de la Red de Conductos**

La red de conductos debe ser la red que distribuye el aire climatizado a lo largo del edificio. También hacen la función de extraer el aire no climatizado de las salas.

Los conductos conectarán los equipos con sus respectivos difusores en las salas. La red de conductos solamente es necesario para las climatizadoras, ya que los fan-coils expulsan directamente el aire climatizado a la sala sin necesidad de recibir ningún tipo de suministro de aire climatizado.

Además, la red de conductos deberá conectar el exterior con las climatizadoras que no estén situadas en el exterior.

## 2. Cálculos

### 2.1. Cálculo de cargas

#### 2.1.1. Cargas en verano

El cálculo de cargas en verano es necesario para poder diseñar la correcta instalación de refrigeración. Se tendrán en cuenta las condiciones interiores especificadas en el apartado 1.5.2. *Condiciones Interiores* y las condiciones exteriores especificadas en el apartado 1.5.1. *Condiciones Exteriores*.

Como ya se ha comentado anteriormente, para no correr el riesgo de dimensionar mal la instalación para climatizar el edificio, se tendrá en cuenta el momento más desfavorable del año.

A continuación, se mostrarán los cálculos necesarios a tener en cuenta en las cargas en verano.

##### 2.1.1.1. Cargas debido a la radiación solar en los cristales

La carga debido a la radiación solar en los cristales depende de los siguientes factores:

- La hora solar
- La orientación de los cristales
- Momento del año

La carga debido a la radiación solar en los cristales se puede aproximar a la siguiente expresión:

$$Q = S \cdot GS \cdot FGS$$

Donde:

- Q es la carga debido a la radiación solar en los cristales [kcal/h].
- S es la superficie total del cristal [m<sup>2</sup>].

- GS es el parámetro para tomar en cuenta la latitud. Viene dada por la Tabla 15 Latitud 40º Norte para España.
- FGS es el factor de ganancia solar (0,48), establecida en el apartado 1.5.7. *Características Constructivas*.

#### 2.1.1.2. Cargas debido a la radiación solar y transmisión en muros (y techos)

La carga debido a radiación solar y transmisión en muros se calculará de la siguiente manera:

$$Q = S \cdot \Delta T_{eq} \cdot K$$

Donde:

- Q es la carga debida a la radiación solar y transmisión en muros [kcal/h].
- S es la superficie del muro [m<sup>2</sup>].
- $\Delta T_{eq}$  es la diferencia térmica equivalente [°K].
- K es el coeficiente de transmisión de los muros definido en el apartado 1.5.7. *Características Constructivas* [Kcal/h·m<sup>2</sup>·°K].

La temperatura equivalente es la diferencia de temperatura equivalente teniendo en cuenta:

- La inercia térmica de los muros: Este depende del espesor y densidad del material que está hecho el muro. Es un cúmulo de calor en los cerramientos.
- La variación cíclica de la radiación.
- La diferencia de temperatura entre el interior y el exterior de la sala.
- Grado de absorción del material del muro.

La temperatura equivalente viene dada en las tablas de cálculo utilizadas. En el caso de no tener las tablas de cálculo se calcula de la siguiente manera:

$$\Delta T_{eq} = a + \Delta T_{eqs} + Fc \cdot (\Delta T_{eqm} - \Delta T_{eqs}) \cdot \frac{R_s}{R_m}$$

Donde:

- $\Delta T_{eq}$  es la diferencia térmica equivalente [ $^{\circ}\text{K}$ ].
- $a$  es la corrección debido a las diferencias de temperatura entre el exterior y el interior por oscilación diaria [ $^{\circ}\text{K}$ ].
- $\Delta T_{eqs}$  es la diferencia de temperatura equivalente a la temperatura en la sombra y a la hora de cálculo [ $^{\circ}\text{K}$ ].
- $Fc$  es el factor de corrección debido al color de los muros.
- $\Delta T_{eqm}$  es la diferencia térmica equivalente del muro [ $^{\circ}\text{K}$ ].
- $R_s$  es la máxima insolación en el mes de estudio.
- $R_m$  es la máxima insolación en el mes de julio.

#### 2.1.1.3. Cargas debido a la transmisión en paredes internas

Este cálculo es igual que el anterior. Sin embargo, la temperatura equivalente esta vez es la diferencia de temperatura entre la sala y al otro lado del tabique, puerto o suelo. La carga debido a la transmisión en paredes internas se calculará de la siguiente manera:

$$Q = S \cdot \Delta T \cdot K$$

Donde:

- $Q$  es la carga debida a la radiación solar y transmisión en paredes, suelos o puertas [kcal/h].
- $S$  es la superficie de la pared, suelo o puerta [ $\text{m}^2$ ].
- $\Delta T$  es la diferencia térmica entre las dos salas [ $^{\circ}\text{K}$ ].
- $K$  es el coeficiente de transmisión de las paredes, suelos o puertas definido en el apartado 1.5.7. *Características Constructivas* [ $\text{Kcal/h} \cdot \text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{K}$ ].

#### 2.1.1.4. Cargas debidas a la ocupación

El número de personas, definido en el apartado 1.5.6. *Nivel de ocupación*, restringe las cargas debidas a la ocupación. También el nivel de actividad de las personas especificado en el apartado 1.5.5. *Cargas internas*. Las personas disipan calor latente y sensible.

El cálculo de calor aportado por las personas, ya sea latente o sensible se realiza a través de la siguiente expresión:

$$Q = n^{\circ} \text{ de personas} \cdot P$$

Donde:

- Q es la carga térmica producido por las personas [kcal/h].
- n° de personas es el número de personas en la sala.
- P es la potencia latente o sensible disipada por las personas en la sala [kcal/h].

#### 2.1.1.5. Cargas debidas a la iluminación

La carga debida a la iluminación es una carga sensible calculada de la siguiente forma:

$$Q = P \cdot S \cdot 0,86$$

Donde:

- Q es la carga aportada por la iluminación [kcal/h].
- P es la potencia disipada por la iluminación [W/m<sup>2</sup>].
- S es la superficie de la sala [m<sup>2</sup>].

El cálculo también se puede hacer para los diferentes aparatos que aporten calor a las salas que los contengan.

### 2.1.2. Cargas en invierno

El cálculo de cargas en invierno es necesario para poder diseñar la correcta instalación de calefacción. Se tendrán en cuenta las condiciones interiores especificadas en el apartado 1.5.2. *Condiciones Interiores* y las condiciones exteriores especificadas en el apartado 1.5.1. *Condiciones Exteriores*.

Como ya se ha comentado anteriormente, para no correr el riesgo de dimensionar mal la instalación del edificio, se tendrá en cuenta el momento más desfavorable del año. Como las aportaciones de calor interiores producidas por las personas, equipos o iluminación son favorables, en este caso, solo se tendrán en cuenta las pérdidas de calor en el exterior.

#### 2.1.2.1. Pérdidas debidas a la transmisión en muros

Estas pérdidas son producidas por la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior de la sala. El interior de la sala estará a una temperatura mayor que el exterior. Para el debido diseño de calefacción del edificio, en invierno no se tiene en cuenta el efecto de radiación del sol.

Las pérdidas debidas a la transmisión en los muros se calculan de la siguiente forma:

$$Q = k \cdot S \cdot \Delta T \cdot fv$$

Donde:

- Q son las pérdidas debidas a la transmisión en los muros [kcal/h].
- K es el coeficiente de transmisión del muro definido en el apartado 1.5.7. *Características Constructivas* [Kcal/h·m<sup>2</sup>·°K].
- S la superficie del muro [m<sup>2</sup>].
- ΔT es la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior [°K].

- Fv es el factor del viento definido en el apartado 1.5.7. *Características Constructivas*.

#### 2.1.2.2. Pérdidas debido a la transmisión de paredes internas

Las pérdidas debido a la transmisión de paredes internas se deben a salas no climatizadas alrededor de las salas climatizadas. Al estar a diferente temperatura el calor interno se disipa.

El cálculo de estas pérdidas se hace de igual manera que en el apartado 2.1.1.3. *Cargas debido a la transmisión en paredes internas*.

### **2.2. Cálculo de los caudales de Ventilación**

El cálculo de la ventilación que se quiere en las salas está relacionado con el nivel de higiene que se establece en cada sala regido por la normativa. Este viene definido por el nivel de ocupación (1.5.6. *Nivel de ocupación*) o el espacio total de la sala teniendo en cuenta la funcionalidad de la sala (1.4. *Características del edificio*), como ya se comentó en el apartado 1.5.4. *Renovaciones de aire*.

Para la ventilación de las zonas comunes de la planta baja y la planta sótano, así como en el SPA, el cálculo total del caudal de ventilación será el sumatorio de los caudales de ventilación de cada sala.

### **2.3. Selección de equipos**

La selección de los equipos se hará teniendo en cuenta los resultados de los cálculos de cargas y del cálculo de caudales de ventilación.

#### **2.3.1. Fan-coils**

Los fan-coils que se seleccionarán serán con instalación a 4 tubos y caudal variable, con recogida de condensados, para que sea posible su funcionamiento tanto en verano como en invierno.

Los fan-coils deberán ser capaces de:

- Generar mayores cargas frigoríficas que las requeridas en las salas.
- Generar mayores cargas de calefacción que las requeridas en las salas.
- Garantizar el caudal mínimo requerido en las salas.

### 2.3.2. Climatizadores

Los climatizadores se diseñarán a medida. Es necesario saber la potencia de la batería de agua caliente y de agua fría. También es necesario saber las condiciones del caudal que se impulsará.

Para el cálculo de potencia necesaria para las baterías es necesario el diagrama psicrométrico. Los climatizadores que instalaremos tendrán un funcionamiento como el de la imagen, donde hay indicados con una letra los diferentes puntos de funcionamiento del mismo.

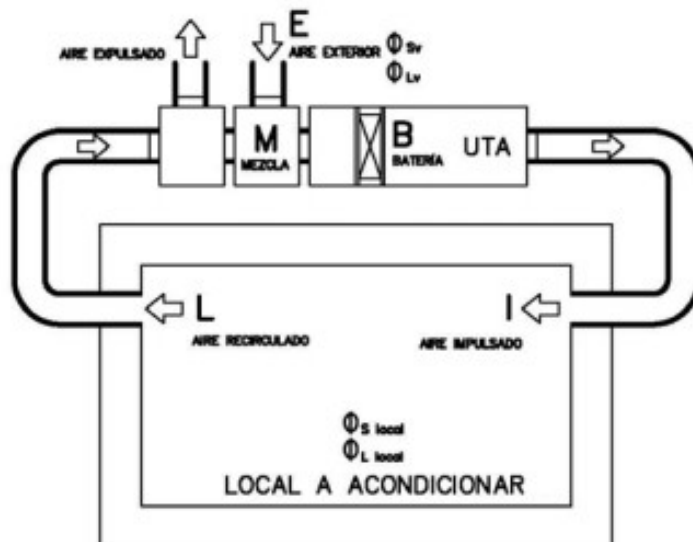


Figura 1: Dibujo esquemático de un climatizador

### 2.3.2.1. Baterías de agua fría

Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Primeramente, se debe introducir el punto referido a las condiciones exteriores en el diagrama (E).
2. Seguidamente, introduciremos el punto referido a las condiciones de diseño del local que coincidirán con las de retorno (L) y la uniremos con el punto (E).
3. A continuación, se deberá calcular la Recta de Carga Efectiva (RCE):
  - a. Una vez determinado el factor de bypass de la batería, se debe proceder a calcular la Carga sensible efectiva (CSEH) y la Carga latente efectiva (CLEH).

$$CSEH = C_{sensible} + Qv \cdot Fb \cdot (T_E - T_L) \cdot \rho a \cdot ca$$

$$CLEH = C_{latente} + Qv \cdot Fb \cdot (W_E - W_L) \cdot \rho a \cdot L$$

Donde:

- CSEH es la carga sensible efectiva [kJ/h].
- CLEH es la carga latente efectiva [kJ/h].
- $\rho a$  es la densidad del aire (1,20 kg/m<sup>3</sup> a 20°C y presión atmosférica).
- $ca$  es el calor específico del aire (1.005 kJ/kg·°C).
- L es el calor latente de vaporización del agua (2.448 kJ/kg a 20°C y presión atmosférica)
- Qv es el caudal de ventilación [m<sup>3</sup>/h].
- TE, TL son las temperaturas secas exterior e interior, respectivamente
- $w_E$ ,  $w_L$  son la razón de mezcla exterior e interior, respectivamente (kg de vapor/kg aire seco)
- FB es el Factor de by pass de la batería

b. Cálculo del Calor sensible efectivo del local (FCSEH):

$$FCSEH = \frac{CSEH}{CSEH + CLEH}$$

- c. En el diagrama psicométrico se debe trazar una recta entre el valor FCSEH y el polo (punto de 20°C y 50% de Humedad relativa).
- d. Finalmente, hay que trazar una recta paralela que pase por el punto L (Condiciones interiores del local) hasta que se corta con la curva de saturación. Esta recta se llama recta térmica efectiva del local.
4. El punto de corte entre la recta térmica efectiva y la curva de saturación se llama punto de funcionamiento de la batería (B). La temperatura  $T_B$  se denomina temperatura de rocío de la batería. Seguidamente, se puede calcular el caudal de impulsión de la climatizadora:

$$Q_I = \frac{CSEH}{ca \cdot \rho_a \cdot (1 - Fb) \cdot (T_L - T_B)}$$

5. Sabiendo que el aire de la mezcla (M) de aire exterior (E) y del aire del local (L) se encontrará sobre la recta EL, se puede calcular la temperatura  $T_M$  a través de la siguiente expresión (Recta de maniobra de la UTA):

$$T_M = \frac{Q_v}{Q_M} \cdot (T_E - T_L) + T_L$$

6. Teniendo en cuenta que  $Q_M$  es igual a  $Q_I$ , se obtiene el punto M. Seguidamente, el aire de impulsión estará situado sobre la recta BM. Como  $FB=IB/MB$ , se puede estimar la temperatura de impulsión:

$$T_I = T_B + Fb \cdot (T_M - T_B)$$

7. Finalmente, se localiza el punto de impulsión (I) con su humedad relativa y su temperatura correspondiente, y ya se puede proceder a calcular las potencias de las baterías necesarias de agua fría ( $P_{fr}$ ):

$$P_{fr} = \rho a \cdot Q_I \cdot (h_M - h_I)$$

Donde  $h_M$  y  $h_I$  son las entalpías específicas. Estas se pueden obtener directamente del diagrama o ser calculadas analíticamente:

$$h_j = ca \cdot T_j + W_j \cdot (L + cv \cdot T_j)$$

Donde:

- $cv$  es el calor específico del vapor de agua (1,67 kJ/kg. K)
- $ca$  es el calor específico del aire (1.005 kJ/kg·°C).
- $L$  es el calor latente de vaporización del agua (2.448 kJ/kg a 20°C y presión atmosférica)

A continuación, se muestra un dibujo esquemático del proceso.

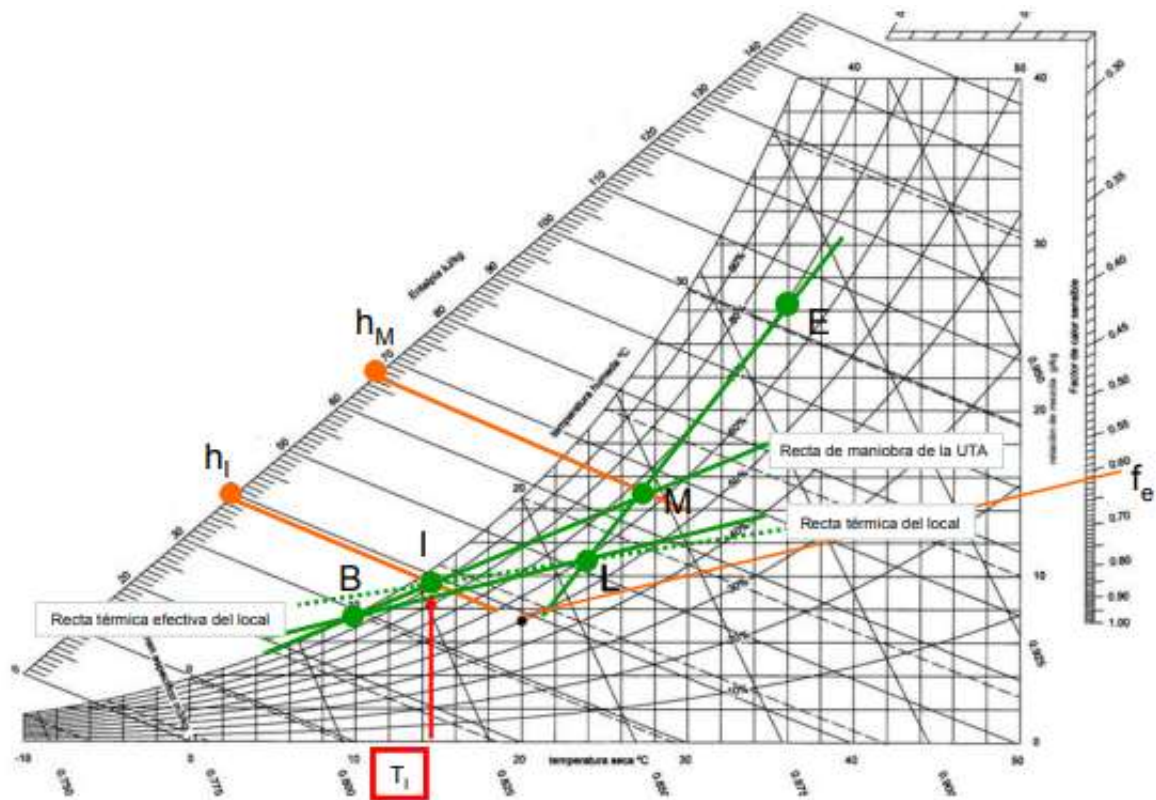


Figura 2: Dibujo esquemático del cálculo de baterías en de agua fría

### 2.3.2.2. Baterías de agua caliente

Como en invierno solo se tienen en cuenta las cargas sensibles este cálculo es más sencillo que el anterior, en verano.

Primeramente, se debe calcular la temperatura de impulsión:

$$T_I = \frac{C_{sensible}}{Q_v \cdot \rho \cdot Ca} + T_L$$

Seguidamente, si se representa el punto de impulsión en el diagrama psicrométrico, teniendo en cuenta que tiene la misma humedad absoluta que el interior de la sala, podemos hallar la potencia de la batería de agua caliente:

$$P_{cal} = \rho \cdot Q_I \cdot (h_H - h_E)$$

$$P_{cal} = \rho \cdot Q_I \cdot (h_I - h_H)$$

A continuación, se muestra el diagrama psicrométrico asociado al cálculo de la potencia de las baterías de agua caliente.

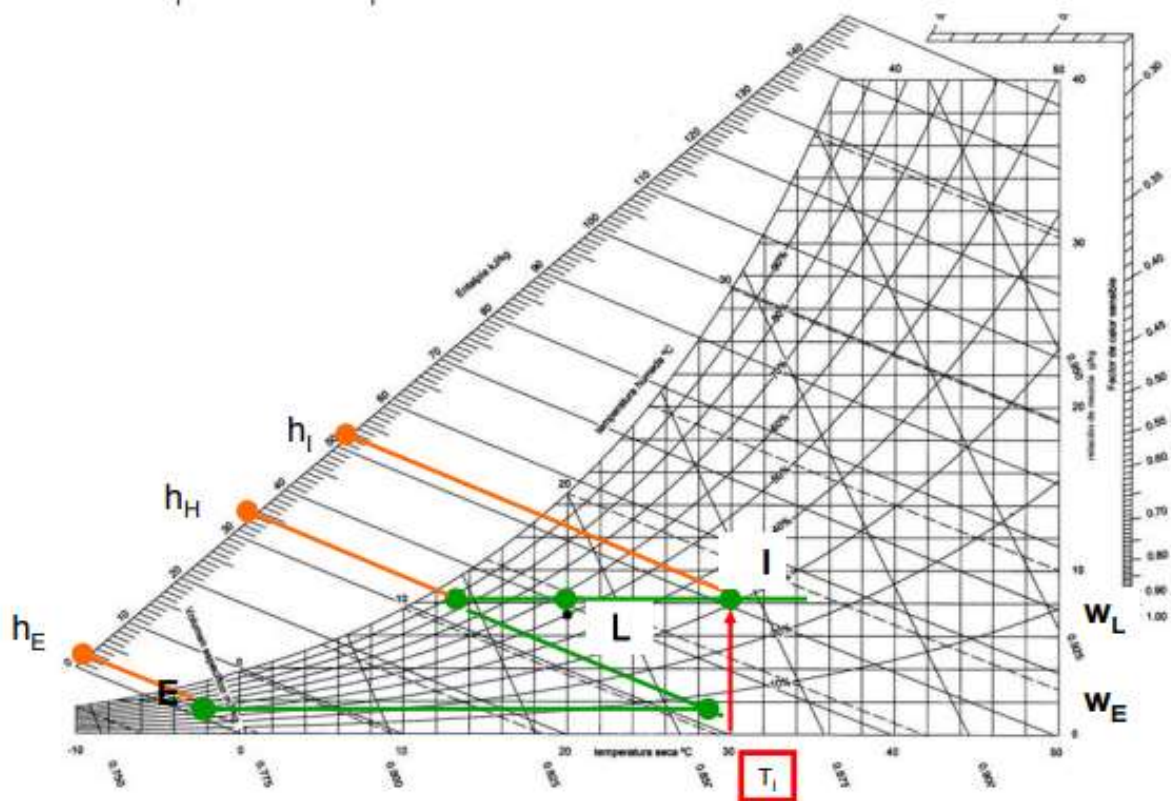


Figura 3: Dibujo esquemático del cálculo de baterías en de agua caliente

### 2.3.2.3. Selección de climatizadoras

Una vez ya se tienen las temperaturas, humedades y caudales de impulsión, así como las potencias de las baterías de agua fría y agua caliente, ya se sabe que climatizadora hay que pedir para las salas. También es importante saber el caudal de ventilación para la selección de climatizadoras.

### 2.3.3. Equipos Frigoríficos

Para los equipos frigoríficos se necesita saber la carga total de verano, ya que será la mayor carga a combatir por los equipos frigoríficos.

### 2.3.4. Calderas

Para el dimensionamiento de las calderas se tendrá en cuenta la carga total en invierno, ya que será la mayor carga a combatir por las calderas.

## 2.4. Cálculo de redes

### 2.4.1. Red de tuberías

El dimensionamiento de las tuberías es importante para que sea capaz de tener el caudal deseado, y así, poder transportar el agua a los equipos. Teniendo en cuenta la normativa RITE, se quiere tener una pérdida de carga menor de 30 mmca.c.a. y una velocidad inferior a 2 m/s.

El cálculo de caudales se realiza con la siguiente fórmula:

$$Q_{agua} = \frac{Carga\ térmica}{\Delta T_{agua} \cdot C_{esp}} \cdot 3,6$$

Donde:

- $Q_{agua}$  es el caudal de agua a través de las tuberías
- $\Delta T_{agua}$  es la diferencia de temperatura del agua dentro de las tuberías. Esta, en las tuberías de agua caliente suele variar desde 60 a 50 °C y en las tuberías de agua fría suele variar desde 7 a 12 °C, es decir un salto térmico de 5 °C en tuberías de agua fría y 10 °C en tuberías de agua caliente.
- $C_{esp}$  se corresponde con el calor específico del agua (4,18 J/g°C).

### 2.4.2. Selección de bombas

La selección de bombas se hará acorde con la pérdida de carga del camino más desfavorable. Las conexiones con los equipos, producen pérdidas de cargas. Tomaremos las siguientes pérdidas de carga en las conexiones con equipos:

<b>Climatizadoras</b>	<b>Válvula</b>	3 mca
	<b>Batería</b>	3 mca
<b>Fan-coils</b>	<b>Válvula</b>	1 mca
	<b>Batería</b>	1 mca
<b>Intercambiador de calor</b>		5 mca
<b>Bomba</b>		3 mca
<b>Equipo frigorífico</b>		7 mca
<b>Calder</b>		1 mca

*Tabla 20: Pérdidas de carga en los equipos*

Las pérdidas de cargas producidas en la tubería se sacarán de las tablas de pérdidas de tuberías de acero y cobre. El cálculo de pérdidas se debe multiplicar por dos ya que tenemos que tener en cuenta el camino de retorno también.

### 2.4.3. Red de conductos

Por un lado, los conductos de impulsión transportarán el caudal de impulsión hacia las salas a través de los difusores. Por otro lado, los conductos de extracción llevarán a los equipos de climatización el aire de retorno.

Para las climatizadoras que no están en contacto con el exterior, habrá que dimensionar los conductos que llevan el aire exterior hasta ellos.

Dicho esto, siempre se tiene que cumplir la siguiente condición:

$$Q_R = Q_i - Q_V$$

Donde:

- $Q_R$  es el caudal de retorno.
- $Q_i$  es el caudal de impulsión.
- $Q_V$  es el caudal de ventilación.

#### **2.4.4. Selección de difusores**

Los difusores serán los elementos que repartirán el aire impulsado en las salas. Lo único que hay que tener a la hora de seleccionar difusores es:

- La distancia entre difusores tiene que estar entre 2,3 y 3 metros.
- La distancia de la pared a un difusor tiene que ser la mitad entre los difusores.

#### **2.4.5. Selección de ventiladores**

Por último, se seleccionarán los ventiladores para los diferentes conductos que transportarán aire. Estos ventiladores tienen que ser capaces de vencer la pérdida de presión a lo largo de la red de conductos.

### **3. Resultados**

En los siguientes apartados, se mostrarán los resultados obtenidos de los cálculos, así como los equipos de climatización para aportar calor a las salas. Los resultados se han obtenido siguiendo los pasos anteriormente descritos.

#### **3.1. Cálculo de cargas**

Para el cálculo de cargas, se han utilizado unas plantillas de Excel que tenían integrados todos los cálculos descritos. A continuación, se muestran dichos resultados.

##### **3.1.1. Cargas en verano**

###### **HABITACIONES:**

Para el caso de las habitaciones, solamente se ha tenido en cuenta el peor de los casos de ambos:

- Para la habitación simple, se ha escogido la habitación situada en la cara Noroeste del edificio en la tercera planta, en contacto con un local sin climatizar (Oficio).
- Para la habitación doble, se ha escogido la habitación situada en la cara Norte de la tercera planta.

Se ha hecho de esta manera, ya que como se utilizarán fan-coils estándares (no personalizados), escogeremos los fan-coils de las habitaciones más desfavorables. Y, por lo tanto, se pondrá el mismo fan-coil en las demás habitaciones.

Por otro lado, se han escogido las habitaciones del tercer piso ya que, de este modo, se tiene que tener en cuenta la carga por superficie del techo.

Los resultados obtenidos son:

Local	VERANO	
	Calor Sensible (Kcal/h)	Calor Latente (Kcal/h)
<b>Habitaciones simples</b>	1371	128
<b>Habitaciones dobles</b>	3526	249

Tabla 21: Cargas en verano en verano en las habitaciones

### ZONAS COMUNES DE LA PLANTA BAJA Y EL SÓTANO:

Local	VERANO	
	Calor Sensible (Kcal/h)	Calor Latente (Kcal/h)
<b>PS COMEDOR PERSONAL</b>	1332	611
<b>PS GOBERNANTA</b>	647	122
<b>PS VESTUARIOS</b>	2664	6
<b>PS ALMACÉN (Salón-1)</b>	2131	6
<b>PS ALMACÉN (Salón-2)</b>	533	6
<b>PS ASEOS</b>	2284	6
<b>PB SALA DE ESTAR 1</b>	2931	1466
<b>PB SALA DE ESTAR 2</b>	4491	1466
<b>PB SALA 1</b>	685	550
<b>PB SALA 2</b>	685	550
<b>PB SALA 3</b>	685	550
<b>PB SALA 4</b>	685	550
<b>PB ASEOS (Comedor)</b>	1903	6
<b>PB SALA DE LECTURA</b>	3121	1527
<b>PB SALA DE JUEGOS</b>	1713	1222
<b>PB CUARTO LIMPIEZA</b>	495	6
<b>PB ATENCIÓN AL CLIENTE</b>	304	183
<b>PB ASEOS (Admon)</b>	571	6
<b>PB ADMON 1</b>	266	61
<b>PB DIRECCIÓN</b>	343	61
<b>PB ADMON 2</b>	1522	122
<b>PB VALIJA</b>	152	6
<b>PB MALETERO</b>	266	6
<b>Total</b>	<b>30409</b>	<b>9094</b>

Tabla 22: Cargas en verano de las zonas comunes de la planta baja y el sótano

**GIMNASIO Y SPA:**

Local	VERANO	
	Calor Sensible (Kcal/h)	Calor Latente (Kcal/h)
<b>PS VESTUARIOS</b>	4301	6
<b>PS GIMNASIO</b>	5549	3655
<b>PS ASEOS</b>	370	6
<b>PS Cabina</b>	578	122
<b>PS Cabina 2</b>	578	122
<b>PS Cabina 3</b>	578	122
<b>PS Cabina 4</b>	578	122
<b>PS Cabina 5</b>	578	122
<b>PS Tepidarium</b>	2312	609
<b>PB GIMNASIO</b>	17341	6091
<b>PB ALMACÉN (Gimnasio)</b>	231	6
<b>PB Cabina 1</b>	578	122
<b>PB Cabina 2</b>	578	122
<b>PB Cabina 3</b>	578	122
<b>PB Cabina 4</b>	578	122
<b>PB Cabina 5</b>	578	122
<b>PB Cabina 6</b>	578	122
<b>PB AEROBIC 1</b>	2590	1706
<b>PB AEROBIC 2</b>	5179	3411
<b>Total</b>	<b>44231</b>	<b>16812</b>

*Tabla 23: Cargas en verano de los compartimentos del Spa y el gimnasio*

**ZONAS COMÚNMENTE POBLADAS:**

Local	VERANO	
	Calor Sensible (Kcal/h)	Calor Latente (Kcal/h)
Salón-1	88658	17249
Salón-2	78194	8174
Cocktail	17727	3032
Comedor desayuno	21282	1822
Restaurante carta	19720	2428
Lobby	23085	3939
Bar-Cafetería	35543	3637
Vestíbulo	53509	1217
Sala de reuniones A	12432	3334
Sala de reuniones B	12432	3334

Tabla 24: Cargas en verano de las zonas comúnmente pobladas

### 3.1.2. Cargas en invierno

#### HABITACIONES:

De igual manera que en el cálculo de cargas en verano y por la misma razón, para el caso de las habitaciones, solamente se ha tenido en cuenta el peor de los casos de ambos:

- Para la habitación simple, se ha escogido la habitación situada en la cara Noroeste del edificio en la tercera planta, en contacto con un local sin climatizar (Oficio).
- Para la habitación doble, se ha escogido la habitación situada en la cara Norte de la tercera planta.

Los resultados obtenidos son:

Local	INVIERNO
	Calor sensible (Kcal/h)
Habitaciones simples	1213
Habitaciones dobles	5035

Tabla 25: Cargas en invierno en verano en las habitaciones

### ZONAS COMUNES DE LA PLANTA BAJA Y EL SÓTANO:

Local	INVIERNO
	Calor sensible (Kcal/h)
PS COMEDOR PERSONAL	1476
PS GOBERNANTA	850
PS VESTUARIOS	2841
PS ALMACÉN (Salón-1)	2126
PS ALMACÉN (Salón-2)	497
PS ASEOS	2846
PB SALA DE ESTAR 1	2041
PB SALA DE ESTAR 2	2366
PB SALA 1	893
PB SALA 2	760
PB SALA 3	283
PB SALA 4	389
PB ASEOS (Comedor)	557
PB SALA DE LECTURA	2234
PB SALA DE JUEGOS	522
PB CUARTO LIMPIEZA	559
PB ATENCIÓN AL CLIENTE	515
PB ASEOS (Admon)	246
PB ADMON 1	380
PB DIRECCIÓN	450
PB ADMON 2	134
PB VALIJA	238
PB MALETERO	395
<b>Total</b>	<b>23600</b>

Tabla 26: Cargas en invierno de las zonas comunes de la planta baja y el sótano

**GIMNASIO Y SPA:**

Local	INVIERNO
	Calor sensible (Kcal/h)
PS VESTUARIOS	1946
PS GIMNASIO	3049
PS ASEOS	241
PS Cabina	546
PS Cabina 2	321
PS Cabina 3	429
PS Cabina 4	416
PS Cabina 5	630
PS Tepidarium	1763
PB GIMNASIO	3080
PB ALMACÉN (Gimnasio)	66
PB Cabina 1	197
PB Cabina 2	503
PB Cabina 3	549
PB Cabina 4	595
PB Cabina 5	674
PB Cabina 6	895
PB AEROBIC 1	1377
PB AEROBIC 2	3909
<b>Total</b>	<b>21187</b>

Tabla 27: Cargas en invierno de los compartimentos del Spa y el gimnasio

**ZONAS COMÚNMENTE POBLADAS:**

Local	INVIERNO
	Calor sensible (Kcal/h)
Salón-1	23372
Salón-2	18642
Cocktail	4756
Comedor desayuno	419
Restaurante carta	1433
Lobby	2780
Bar-Cafetería	9078
Vestíbulo	2761
Sala de reuniones A	1080
Sala de reuniones B	983

Tabla 28: Cargas en invierno de las zonas comúnmente pobladas

### 3.2. Cálculo de los caudales de Ventilación

Los caudales de ventilación serán los mínimos caudales a suministrar en las salas para garantizar las condiciones de confort determinadas en el apartado 1.5.3. *Calidad del aire en las salas.*

Los resultados junto con su método de cálculo son los siguientes:

#### HABITACIONES:

Local	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ocupación	Caudal (l/s·persona)	Caudal (l/s·m <sup>2</sup> )	Caudal Calculado (m <sup>3</sup> /h)
Habitación tipo SE	25	2	10		72
Habitación tipo NO	25	2	10		72
Habitación tipo E	25	2	10		72
Habitación tipo O	25	2	10		72
Habitación doble SO	60	4	10		144
Habitación doble N	60	4	10		144
Oficio	5			1	18

Tabla 29: Caudales de ventilación en las habitaciones

**ZONAS COMUNES DE LA PLANTA BAJA Y EL SÓTANO:**

Local	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ocupación	Caudal (l/s·persona)	Caudal (l/s·m <sup>2</sup> )	Caudal Calculado (m <sup>3</sup> /h)
PS COMEDOR PERSONAL	35			6	756
PS GOBERNANTA	17	2	10		72
PS VESTUARIOS	70			2.5	630
PS ALMACÉN (Salón-1)	56			1	201.6
PS ALMACÉN (Salón-2)	14			1	50.4
PS ASEOS	60				1350
PB SALA DE ESTAR 1	77	24	10		864
PB SALA DE ESTAR 2	118	24	10		864
PB SALA 1	18	9	10		324
PB SALA 2	18	9	10		324
PB SALA 3	18	9	10		324
PB SALA 4	18	9	10		324
PB ASEOS (Comedor)	50				1080
PB SALA DE LECTURA	82	25	8		720
PB SALA DE JUEGOS	45	20	10		720
PB CUARTO LIMPIEZA	13			1	46.8
PB ATENCIÓN AL CLIENTE	8	3	10		108
PB ASEOS (Admon)	15				360
PB ADMON 1	7	1	10		36
PB DIRECCIÓN	9	1	10		36
PB ADMON 2	40	2	10		72
PB VALIJA	4			1	14.4
PB MALETERO	7			1	25.2

*Tabla 30: Caudales de ventilación de las zonas comunes de la planta baja y el sótano*

**GIMNASIO Y SPA:**

Local	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ocupación	Caudal (l/s·persona)	Caudal (l/s·m <sup>2</sup> )	Caudal Calculado (m <sup>3</sup> /h)
PS VESTUARIOS	93			2.5	1080
PS GIMNASIO	120	60	8		1728
PS ASEOS	8				180
PS Cabina	12.5	2	10		72
PS Cabina 2	12.5	2	10		72
PS Cabina 3	12.5	2	10		72
PS Cabina 4	12.5	2	10		72
PS Cabina 5	12.5	2	10		72
PS Tepidarium	50	10	25		900
PB GIMNASIO	375	100	15		5400
PB ALMACÉN (Gimnasio)	5			1	18
PB Cabina 1	12.5	2	10		72
PB Cabina 2	12.5	2	10		72
PB Cabina 3	12.5	2	10		72
PB Cabina 4	12.5	2	10		72
PB Cabina 5	12.5	2	10		72
PB Cabina 6	12.5	2	10		72
PB AEROBIC 1	56	28	8		806.4
PB AEROBIC 2	112	56	8		1612.8

*Tabla 31: Caudales de ventilación de los compartimentos del Spa y el gimnasio*

**ZONAS COMÚNMENTE POBLADAS:**

Local	Superficie (m <sup>2</sup> )	Ocupación	Caudal (l/s·persona)	Caudal (l/s·m <sup>2</sup> )	Caudal Calculado (m <sup>3</sup> /h)
Salón-1	871			6	18800
Salón-2	512			6	11000
Cocktail	180			6	3900
Comedor desayuno	203			6	4385
Restaurante carta	103			6	2225
Lobby	175			6	3800
Bar-Cafetería	235			6	5000
Vestíbulo	60			6	1300
Sala de reuniones A	59	55	10		2000
Sala de reuniones B	59	55	10		2000

*Tabla 32: Caudales de ventilación de las zonas comúnmente pobladas*

### 3.3. Selección de equipos

#### 3.3.1. Fan-coils

En las salas más pequeñas, se instalarán solamente un fan-coil mientras que en algunas salas grandes será necesario instalar más de un aparato fan-coil.

Los fan-coils de la planta baja y el sótano serán de tipo cassette, ya que tendrán unidades climatizadoras que ayudarán a su ventilación. Por otro lado, en las habitaciones se instalarán fan-coils tipo apartamento. En ambos tipos de fan-coils, se trata de una instalación a 4 tubos y caudal variable. Ambos tendrán recogida de condensados. Los fan-coils serán de marca Carrier o una marca equivalente en cuanto a calidad y precio. Los fan-coils se instalarán en el falso techo de las salas.

A continuación, se mostrará una tabla con la distribución de los tipos de fan-coils que se van a usar en cada sala.

**ZONAS COMUNES DE LA PLANTA BAJA Y EL SÓTANO:**

<b>Local</b>	<b>Cantidad de fan-coils</b>	<b>Modelo de fan-coil</b>
<b>PS COMEDOR PERSONAL</b>	1	42GW020
<b>PS GOBERNANTA</b>	1	42GW010
<b>PS VESTUARIOS</b>	2	42GW020
<b>PB SALA DE ESTAR 1</b>	2	42GW020
<b>PB SALA DE ESTAR 2</b>	4	42GW020
<b>PB SALA 1</b>	1	42GW010
<b>PB SALA 2</b>	1	42GW010
<b>PB SALA 3</b>	1	42GW008
<b>PB SALA 4</b>	1	42GW008
<b>PB SALA DE LECTURA</b>	3	42GW020
<b>PB SALA DE JUEGOS</b>	2	42GW008
<b>PB ATENCIÓN AL CLIENTE</b>	1	42GW010
<b>PB ADMON 1</b>	1	42GW008
<b>PB DIRECCIÓN</b>	1	42GW010
<b>PB ADMON 2</b>	1	42GW004

*Tabla 33: Tipo de Fan-coils para las zonas comunes de la planta baja y el sótano*

## GIMNASIO Y SPA:

<b>Local</b>	<b>Cantidad de fan-coils</b>	<b>Modelo de fan-coil</b>
<b>PS VESTUARIOS</b>	2	42GW020
<b>PS GIMNASIO</b>	2	42GW020
<b>PS Cabina</b>	1	42GW008
<b>PS Cabina 2</b>	1	42GW008
<b>PS Cabina 3</b>	1	42GW008
<b>PS Cabina 4</b>	1	42GW008
<b>PS Cabina 5</b>	1	42GW008
<b>PS Tepidarium</b>	1	42GW020
<b>PB GIMNASIO</b>	6	42GW020
<b>PB Cabina 1</b>	1	42GW010
<b>PB Cabina 2</b>	1	42GW010
<b>PB Cabina 3</b>	1	42GW010
<b>PB Cabina 4</b>	1	42GW010
<b>PB Cabina 5</b>	1	42GW010
<b>PB Cabina 6</b>	1	42GW010
<b>PB AEROBIC 1</b>	2	42GW020
<b>PB AEROBIC 2</b>	3	42GW020

*Tabla 34: Tipos de fan-coils para el Spa y el gimnasio*

## HABITACIONES:

Para el caso de las habitaciones, se mostrará la cantidad por cada habitación. Habiendo 141 habitaciones simples y 6 habitaciones dobles.

Local	Cantidad de fan-coils por habitación	Modelo de fan-coil	Cantidad total de fan-coils
Habitaciones simples	1	42NF50HC	141
Habitaciones dobles	2	42NF75HC	12

Tabla 35: Tipos de fan-coils para las habitaciones

Seguidamente, se mostrarán las características principales de los fan-coils seleccionados:

Fan-coil	Referencia	Potencia frigorífica (KW)	Potencia calorífica (KW)	Caudal (m <sup>3</sup> /h)
42GW004	FC-03	2.4	3.8	749
42GW008	FC-04	3.3	5.5	850
42GW010	FC-05	3.9	6.6	1102
42GW020	FC-06	8.5	14.4	2189
42NF50HC	FC-01	3.78	6.4	965
42NF75HC	FC-02	5.73	9.5	1519

Tabla 36: Características de los fan-coils

Como el caudal de impulsión por los fan-coils es regulable por el usuario, no calcularemos las condiciones de impulsión.

### 3.3.2. Climatizadores

Las climatizadoras diseñadas se ordenarán al fabricante Tecnivel o una marca equivalente en calidad y precio. Todas las climatizadoras estarán compuestas por una sección de impulsión, sección de baterías calor/frío, sección de filtros y recuperador de baterías. Las baterías estarán sobredimensionadas en un 20%. Se escogerá un Factor de bypass (FB) de 0,15. Todas las climatizadoras excepto las del Spa y la planta baja y sótano tendrán una sección de mezcla/freecooling con compuertas.

Las características de las climatizadoras serán las siguientes:

<b>Local</b>	<b>Referencia</b>	<b>Modelo de climatizadora</b>	<b>Potencia de frío (Kcal/h)</b>	<b>Potencia de calor (Kcal/h)</b>	<b>Caudal de aire (m3/h)</b>
<b>Salón-1</b>	CL-01	THF-5/6-M	98000	156000	25000
<b>Salón-2</b>	CL-02	THF-5/6-B	84000	100000	22000
<b>Cocktail</b>	CL-03	THF-3/3-B	15000	35000	5000
<b>Comedor desayuno</b>	CL-04	THF-3/3-B	21000	39000	6000
<b>Restaurante carta</b>	CL-05	THF-3/3-B	16000	23000	6000
<b>Lobby</b>	CL-06	THF-3/3-B	28000	39000	6500
<b>Bar-Cafetería</b>	CL-07	PHF-100-BE	41000	55000	10000
<b>Vestíbulo</b>	CL-08	PHF-165-B	37000	31000	15000
<b>Sala de reuniones A</b>	CL-09	THF-2/3-B	14000	17000	3500
<b>Sala de reuniones B</b>	CL-10	THF-2/3-B	14000	17000	3500
<b>Aire primario PB y PS</b>	CL-11	THF-3/4-B	12000	50000	9000
<b>Aire primario SPA</b>	CL-12	THF-4/4-B	17000	70000	13000

*Tabla 37: Tipo de climatizadoras diseñadas*

Todas las climatizadoras están situadas en las dos salas técnicas de la planta sótano, a excepción de las climatizadoras del Bar-cafetería (CL-07) y del Vestíbulo (CL-08) que se sitúan en la bajocubierta y en la cubierta respectivamente. Cada una de las plantas poseerá una entrada y una salida de aire a la calle. Este proceso se llevará a cabo mediante dos elementos arquitectónicos cilíndricos. Las aspiraciones serán plenum y las extracciones se conducirán a la salida de aire.

Seguidamente, se ha hecho el estudio sobre las condiciones de impulsiones para el verano y el invierno.

Local	Verano		Invierno	Caudal de impulsión (m <sup>3</sup> /h)
	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Temperatura (°C)	
Salón-1	15	88	29	25000
Salón-2	14	87	28	22000
Cocktail	17	88	30	5000
Comedor desayuno	17	88	30	6000
Restaurante carta	16	86	27	6000
Lobby	14	87	31	6500
Bar-Cafetería	14	87	31	10000
Vestíbulo	16	84	27	15000
Sala de reuniones A	15	87	28	3500
Sala de reuniones B	15	87	28	3500
Aire primario PB y PS	24	65	21	9000
Aire primario SPA	24	65	21	13000

Tabla 38: Condiciones de impulsión de las climatizadoras

Adicionalmente, para el cuarto de servidores se proyectará un equipo partido con unidad exterior situada en el garaje de la planta sótano.

### 3.3.3. Equipos Frigoríficos

La producción de agua fría se hará mediante dos enfriadoras de una potencia total de 890 kW, ya que debe ser capaz de suministrar la totalidad de potencia frigorífica a las climatizadoras y a los fan-coils. Estas enfriadoras alimentarán un colector del que saldrá agua para el circuito del hotel (climatizadoras y fan-coils del hotel) y el circuito del Spa (climatizadoras y fan-coils del Spa) mediante dos grupos de bombeo.

Se compararán las enfriadoras al fabricante Carrier o un fabricante similar en cuanto a precio y calidad.

#### **3.3.4. Calderas**

La producción de agua caliente se hará mediante un equipo autónomo generador de calor tipo Rooftop compuesto por tres calderas. La potencia total de las tres calderas de gas natural es de 1.500 kW, ya que debe ser capaz de suministrar la totalidad de potencia calorífica a las climatizadoras, al intercambiador de ACS y a los fan-coils. Este distribuirá mediante un colector agua caliente para el circuito del Spa, circuito del hotel y circuito de ACS, mediante tres grupos de bombeo.

Se comprarán las calderas al fabricante Adisa o un fabricante similar en cuanto a precio y calidad.

#### **3.3.5. Producción de ACS**

La producción de ACS se realizará mediante agua procedente del Rooftop. El sistema está fuera de alcance de este proyecto, pero se estima que el sistema se compone de un intercambiador de 163 kW y un depósito de acumulación de a 2.800 litros. Este se ha calculado mediante una aproximación de consumo unitario por persona.

### **3.4. Cálculo de redes**

#### **3.4.1. Red de tuberías**

El suministro de agua caliente y de agua fría se hará mediante tuberías de acero negro DIN 2440 para los diámetros hasta 2" y de DIN 2448 para diámetros mayores. Las tuberías se aislarán correctamente según la normativa. Además, los tramos a intemperie serán protegidos con acabado de chapa de acero.

El dimensionamiento de las tuberías viene recogido en los planos.

Seguidamente, se mostrará una tabla resumen de las longitudes totales para los diferentes diámetros a instalar.

<b>Diámetro (pulgadas)</b>	<b>Longitud total de las tuberías (m)</b>
<b>3/8"</b>	6
<b>1/2"</b>	93
<b>3/4"</b>	975
<b>1"</b>	453
<b>1 1/4"</b>	197
<b>1 1/2"</b>	330
<b>2"</b>	535
<b>2 1/2"</b>	658
<b>3"</b>	478
<b>4"</b>	298
<b>5"</b>	32
<b>6"</b>	149
<b>8"</b>	118

*Tabla 39: Dimensiones de las tuberías de acero*

Las tuberías correspondientes al secundario de producción de ACS serán de acero galvanizado.

<b>Diámetro (pulgadas)</b>	<b>Longitud total de las tuberías (m)</b>
<b>1"</b>	10
<b>2"</b>	20

*Tabla 40: Dimensiones de las tuberías de acero galvanizado*

A continuación, se mostrarán los valores de los caudales que recorren las tuberías de las diferentes salas para suministrar agua caliente y fría a los fan-coils y climatizadoras. Además, se calcularán los caudales de las calderas, enfriadoras y el circuito principal de tuberías.

## HABITACIONES:

Para los fan-coils de las habitaciones los resultados son los siguientes:

Local	Caudal de agua fría (l/h)	Caudal de agua caliente (l/h)	Caudal de agua caliente por fan-coil (l/h)	Caudal de agua fría por fan-coil (l/h)
Habitaciones simples	300.4	121.6	121.6	300.4
Habitaciones dobles	756.2	504.3	252.2	378.2

Tabla 41: Caudales de las tuberías de los fan-coils de las habitaciones

## ZONAS COMUNES DE LA PLANTA BAJA Y EL SÓTANO:

Para los fan-coils de las zonas comunes de la planta baja y el sótano los resultados son los siguientes:

Local	Caudal de agua fría (l/h)	Caudal de agua caliente (l/h)	Caudal de agua caliente por fan-coil (l/h)	Caudal de agua fría por fan-coil (l/h)
PS COMEDOR PERSONAL	389.2	147.8	147.8	389.2
PS GOBERNANTA	154.1	85.2	85.2	154.2
PS VESTUARIOS	534.9	284.6	142.3	267.4
PB SALA DE ESTAR 1	880.7	204.4	102.2	440.4
PB SALA DE ESTAR 2	1193.3	237.0	59.3	298.4
PB SALA 1	247.4	89.5	89.5	247.4
PB SALA 2	247.4	76.1	76.1	247.4
PB SALA 3	247.4	28.3	28.3	247.4
PB SALA 4	247.4	39.0	39.0	247.4
PB SALA DE LECTURA	931.1	223.8	74.6	310.4
PB SALA DE JUEGOS	587.8	52.4	26.2	294.0
PB ATENCIÓN AL CLIENTE	97.7	51.6	51.6	97.8
PB ADMON 1	65.6	38.1	38.1	65.6
PB DIRECCIÓN	80.9	45.1	45.1	81.0
PB ADMON 2	329.4	13.5	13.5	329.4

Tabla 42: Caudales de las tuberías de los fan-coils de las zonas comunes de la planta baja y sótano

## GIMNASIO Y SPA:

Para los fan-coils del Spa los resultados son los siguientes:

Local	Caudal de agua fría (l/h)	Caudal de agua caliente (l/h)	Caudal de agua caliente por fan-coil (l/h)	Caudal de agua fría por fan-coil (l/h)
PS VESTUARIOS	862.7	195.0	97.5	431.4
PS GIMNASIO	1843.8	305.4	152.7	922.0
PS Cabina	140.2	54.7	54.7	140.2
PS Cabina 2	140.2	32.2	32.2	140.2
PS Cabina 3	140.2	43.0	43.0	140.2
PS Cabina 4	140.2	41.7	41.7	140.2
PS Cabina 5	140.2	63.1	63.1	140.2
PS Tepidarium	585.2	176.6	176.6	585.2
PB GIMNASIO	4694.0	308.5	51.4	782.4
PB Cabina 1	140.2	19.8	19.8	140.2
PB Cabina 2	140.2	50.4	50.4	140.2
PB Cabina 3	140.2	55.0	55.0	140.2
PB Cabina 4	140.2	59.6	59.6	140.2
PB Cabina 5	140.2	67.6	67.6	140.2
PB Cabina 6	140.2	89.6	89.6	140.2
PB AEROBIC 1	860.4	137.9	69.0	430.2
PB AEROBIC 2	1720.8	391.6	130.5	573.6

Tabla 43: Caudales de las tuberías de los fan-coils del Spa

## ZONAS COMÚNMENTE POBLADAS:

Para las climatizadoras de las zonas comúnmente pobladas, los resultados son los siguientes:

Local	Caudal de agua fría (l/h)	Caudal de agua caliente (l/h)
Salón-1	21215.8	2341.1
Salón-2	17301.6	1867.3
Cocktail	4158.5	476.4
Comedor desayuno	4628.2	42.0
Restaurante carta	4436.9	143.5
Lobby	5413.6	278.5
Bar-Cafetería	7848.6	909.3
Vestíbulo	10963.0	276.5
Sala de reuniones A	3158.3	108.2
Sala de reuniones B	3158.3	98.5

Tabla 44: Caudales de las tuberías de las climatizadoras

#### CALDERAS:

El caudal que entra en las tuberías de las calderas es el siguiente:

Tubería	Caudal de agua caliente (l/h)	Caudal de agua caliente por caldera (l/h)
Caldera	129186.6	43062.2

Tabla 45: Caudal en las tuberías de las calderas

#### ENFRIADORAS:

El caudal que entra en las tuberías de las enfriadoras es el siguiente:

Tubería	Caudal de fría (l/h)	Caudal de agua fría por caldera (l/h)
Enfriadoras	153301.4	51100.5

Tabla 46: Caudal en las tuberías de las enfriadoras

Dicho esto, se procederá al cálculo de los caudales de las tuberías de los circuitos grandes del sistema. El sistema contará de tres circuitos principales y los circuitos internos de las enfriadoras, las calderas y la producción de ACS. Cada circuito principal tendrá una red de tuberías de aporte de calor y de aporte de frío y cada tubería tendrá su respectiva tubería de retorno. Los circuitos son:

- Circuito 1: Este circuito constará de los siguientes aparatos.
  - Climatizadoras:
    - Cocktail bar
    - Vestíbulo
    - Salón 1 y 2
    - Comedor desayuno
    - Restaurante la carta
    - Lobby bar
    - Sala de reuniones A y B
    - Aire primario de la planta baja y planta sótano
  - Fan-coils:
    - Fan-coils correspondientes a todas las habitaciones del hotel (Planta 1, 2 y 3)
    - Comedor personal
    - Gobernanta
    - Vestíbulos (PS)
    - Dirección
    - Administración 1 y 2
    - Atención al cliente
    - Sala de juegos
    - Sala de lectura
    - Sala 1,2,3 y 4
    - Sala de estar 1 y 2

- Circuito 2: Este circuito constará de los siguientes aparatos.
  - Climatizadoras:
    - Aire primario Spa
  - Intercambiador de calor
  - Deshumectadora
  - Fan-coils:
    - Cabina 1,2,3,4 y 5 (PS)
    - Tepidarium
    - Vestuarios (PS del Spa)
    - Gimnasio (PS)
    - Cabina 1,2,3,4,5 y 6
    - Aerobic 1 y 2
    - Gimnasio (PB)
- Circuito 3: Este circuito constará de los siguientes aparatos.
  - Intercambiador de calor para la producción de ACS

Los caudales obtenidos de los tres circuitos son los siguientes:

<b>Circuito</b>	<b>Caudal de fría (l/h)</b>	<b>Caudal de agua caliente (l/h)</b>
<b>Circuito 1</b>	150640	124562
<b>Circuito 2</b>	23065	43334
<b>Circuito 3</b>	2756	71145

*Tabla 47: Caudales de las tuberías de los circuitos principales*

### **3.4.2. Selección de bombas**

Como en el apartado anterior se han explicado los circuitos principales, se tendrán dos bombas por cada circuito, dos bombas para el sistema interno de las enfriadoras y una bomba para el proceso interno de la producción de ACS. Cada una de estas bombas, excepto la bomba del proceso interno de producción de ACS, tendrán otra bomba en paralelo como se puede observar en los planos. Por lo tanto, se necesita un total de 8 bombas dobles y una bomba simple.

Dicho esto, se va a proceder a calcular las pérdidas producidas por las tuberías.

#### **CIRCUITO 1:**

Para este circuito hay 7 caminos que pueden ser los críticos:

- Agua fría:

<b>Camino</b>	<b>Destino final del camino</b>	<b>Altura requerida (MCA)</b>
<b>Camino 1</b>	Climatizadora del Salón 1	13,85
<b>Camino 2</b>	Climatizadora del restaurante la carta	13,79
<b>Camino 3</b>	Fancoil del comedor de la gobernanta	5,75
<b>Camino 4</b>	Climatizadora del aire primario de la planta baja y el sótano	12,98
<b>Camino 5</b>	Fancoil de la sala de estar 1	3,30
<b>Camino 6</b>	Fancoil de la habitación doble del Sur	2,77
<b>Camino 7</b>	Fancoil de la habitación doble del Norte	2,87

*Tabla 48: Altura requerida para las tuberías de agua fría del Circuito 1*

A vista de los resultados, el camino crítico es el camino 1, cuya altura requerida es de 13,85 MCA. Por lo tanto, se utilizará una bomba de altura máxima de 14 MCA para poder contrarrestar las pérdidas producidas por las tuberías correspondientes al circuito de agua fría del circuito 1.

- Agua caliente:

<b>Camino</b>	<b>Destino final del camino</b>	<b>Altura requerida (MCA)</b>
<b>Camino 1</b>	Climatizadora del Salón 1	6,49
<b>Camino 2</b>	Climatizadora del restaurante la carta	6,17
<b>Camino 3</b>	Fancoil del comedor de la gobernanta	2,03
<b>Camino 4</b>	Climatizadora del aire primario de la planta baja y el sótano	6,35
<b>Camino 5</b>	Fancoil de la sala de estar 1	2,08
<b>Camino 6</b>	Fancoil de la habitación doble del Sur	3,14
<b>Camino 7</b>	Fancoil de la habitación doble del Norte	3,25

*Tabla 49: Altura requerida para las tuberías de agua caliente del Circuito 1*

A vista de los resultados, el camino crítico es el camino 1, cuya altura requerida es de 6,49 MCA. Se utilizará una bomba de altura máxima de 14 MCA.

## **CIRCUITO 2:**

Con este circuito, está claro que el camino crítico es el camino que va hacia el aire primario del Spa. Por lo tanto, solo se estudiará este:

- Agua fría:

<b>Camino</b>	<b>Destino final del camino</b>	<b>Altura requerida (MCA)</b>
<b>Camino 1</b>	Climatizadora del aire primario del Spa	8,07

*Tabla 50: Altura requerida para las tuberías de agua fría del Circuito 2*

Se utilizará una bomba de altura máxima de 14 MCA.

- Agua caliente:

<b>Camino</b>	<b>Destino final del camino</b>	<b>Altura requerida (MCA)</b>
<b>Camino 1</b>	Climatizadora del aire primario del Spa	5,66

*Tabla 51: Altura requerida para las tuberías de agua caliente del Circuito 2*

Se utilizará una bomba de altura máxima de 14 MCA.

Por otro lado, para las pérdidas del circuito 3, se utilizarán dos bombas de 8 MCA de máxima altura.

Por lo tanto, se utilizará un total de cuatro grupos de electrobombas dobles de 14 MCA y dos grupos de electrobombas dobles de 8 MCA. Las bombas serán de la firma Sedical.

### **3.4.3. Red de conductos**

La red de conductos vendrá formada por los conductos de impulsión y los conductos de extracción. Los conductos de impulsión, como su propio nombre indica, transportará el caudal de impulsión. Por otro lado, los conductos de extracción recogen el caudal de retorno de las salas.

Los conductos se instalarán mediante un conducto prefabricado de lana de vidrio tipo Climaver, con refuerzos metálicos, y de esta forma, aumentar su rigidez. Gracias a este conducto, se puede reducir la transmisión de ruidos. Los conductos se protegerán con un acabado en chapa de acero en tramos a la intemperie.

En los baños, es decir en los climatizadores del aire primario de la planta baja, de la planta sótano y el Spa, se instalarán conductos de extracción cuyo caudal será ligeramente superior al caudal de impulsión. Gracias a esto, se formará una sobrepresión dentro de los locales, y, de esta manera, evitar que los olores generados en el interior se vayan al exterior.

Todos los conductos serán dimensionados de tal forma que haya una pérdida de carga de 0,1 m.m.c.d.a./m.

A continuación, se muestra una tabla con los diferentes caudales de las salas:

Local	Referencia	Caudal de aire de retorno (m <sup>3</sup> /h)	Caudal de aire de impulsión (m <sup>3</sup> /h)
Salón-1	CL-01	25000	25000
Salón-2	CL-02	22000	22000
Cocktail	CL-03	5000	5000
Comedor desayuno	CL-04	6000	6000
Restaurante carta	CL-05	6000	6000
Lobby	CL-06	6500	6500
Bar-Cafetería	CL-07	10000	10000
Vestíbulo	CL-08	15000	15000
Sala de reuniones A	CL-09	3500	3500
Sala de reuniones B	CL-10	3500	3500
Aire primario PB y PS	CL-11	9300	8600
Aire primario SPA	CL-12	12900	12500

Tabla 52: Caudales de retorno y de impulsión de las climatizadoras

Todos los conductos utilizados, tendrán una forma rectangular y sus dimensiones están adjuntas en los planos.

#### 3.4.4. Selección de difusores

En las habitaciones del hotel, la impulsión del Fancoil entra en las habitaciones mediante una rejilla. El retorno de las mismas, se realiza también mediante una rejilla debajo del Fancoil.

Por otro lado, el aporte y extracción del aire primario se hace mediante un falso techo de una rejilla para entrada de aire y otra para la salida. Las rejillas se conectarán a las redes de conductos correspondientes. Los difusores de los espacios tratados con climatizadoras, son de tipo rotacionales, y el retorno se hace a través de foseados en el falso techo (retorno plenum). En el vestíbulo, sin embargo, se utilizarán toberas de alta inducción como difusores y una rejilla en la pared para el retorno.

Por último, la extracción de almacenes, aseos y vestuarios se realizará mediante rejillas y bocas de extracción, situadas exclusivamente en los aseos, conectadas a las redes de retorno de las climatizadoras del aire primario trabajando a todo aire exterior.

A continuación, se expondrá la distribución de los difusores:

#### 3.4.4.1. Redes de impulsión

##### 1. Difusores rotacionales:

Local	Caudal de aire de impulsión (m <sup>3</sup> /h)	Número de Difusores	Caudal de aire de impulsión por difusor (m <sup>3</sup> /h)
Salón-1	25000	30	833,3
Salón-2	22000	27	814,8
Cocktail	5000	6	833,3
Comedor desayuno	6000	8	750,0
Restaurante carta	6000	8	750,0
Lobby	6500	8	812,5
Bar-Cafetería	10000	12	833,3
Sala de reuniones A	3500	4	875,0
Sala de reuniones B	3500	4	875,0

Tabla 53: Número de difusores por climatizadora

Para los difusores se utilizarán difusores rotacionales de la marca TROX, modelo VDW-Q-Z-H-M-L/600X48.

##### 2. Toberas de alta inducción:

Local	Caudal de aire de impulsión (m <sup>3</sup> /h)	Número de Toberas	Caudal de aire de impulsión por tobera (m <sup>3</sup> /h)
Vestíbulo	15000	13	1153,8

Tabla 54: Número de toberas por climatizadora

Para los difusores se utilizarán toberas de la marca TROX, modelo DUE-S-Q-A-  
/315.

### 3. Rejillas:

Local	Caudal de aire de impulsión (m <sup>3</sup> /h)	Número de Rejillas	Caudal de aire de impulsión por rejilla (m <sup>3</sup> /h)
Aire primario PB y PS	8600	22	390,9
Aire primario SPA	12500	18	694,4

Tabla 55: Número de rejillas por climatizadora en la impulsión

Las rejillas utilizadas están descritas en los planos adjuntos.

#### 3.4.4.2. Redes de retorno

Local	Caudal de aire de retorno (m <sup>3</sup> /h)
Salón-1	25000
Salón-2	22000
Cocktail	5000
Comedor desayuno	6000
Restaurante carta	6000
Lobby	6500
Bar-Cafetería	10000
Sala de reuniones A	3500
Sala de reuniones B	3500
Vestíbulo	15000

Tabla 56: caudal de retorno por climatizadora

Las rejillas de extracción de cada climatizadora vienen dadas en los planos.

Local	Caudal de aire de retorno (m <sup>3</sup> /h)	Número de Rejillas	Caudal de aire de retorno por rejilla (m <sup>3</sup> /h)
Aire primario PB y PS	9300	47	197,9
Aire primario SPA	12900	24	537,5

Tabla 57: Número de rejillas por climatizadora en la impulsión

Las rejillas de extracción de cada climatizadora vienen dadas en los planos.

No será necesario la selección de difusores para las habitaciones ya que el aire saldrá directamente de los fancoils.

### 3.4.5. Selección de ventiladores

Los ventiladores, estarán incorporados en las climatizadoras, por lo que, la presión estática a superar será una característica propia de las climatizadoras. Se ha calculado la pérdida de altura con un coeficiente de seguridad del 10%.

#### 3.4.5.1. Redes de Impulsión

Local	Pérdida de altura (mca)
Salón-1	13,18
Salón-2	19,26
Cocktail	16,77
Comedor desayuno	18,26
Restaurante carta	16,25
Lobby	17,21
Bar-Cafetería	18,75
Sala de reuniones A	19,25
Sala de reuniones B	18,87
Vestíbulo	7,57

Tabla 58: Pérdidas de altura en las redes de impulsión de las climatizadoras

<b>Local</b>	<b>Pérdida de altura (mca)</b>
<b>Aire primario PB y PS</b>	19,7
<b>Aire primario SPA</b>	13,6

*Tabla 59: Pérdidas de altura en las redes de impulsión*

Por lo tanto, escogeremos unos ventiladores de impulsión para cada climatizadora, capaz de superar los 20 mca de pérdida de altura. Hemos generalizado, ya que, hacer ventiladores a medida nos supondría un coste más alto.

#### **3.4.5.1. Redes de Retorno**

Las redes de retorno de las climatizadoras tendrán una pérdida de altura pequeña. Como en el apartado anterior, se escogerá un ventilador genérico para todos los sistemas.

<b>Local</b>	<b>Pérdida de altura (mca)</b>
<b>Salón-1</b>	10,32
<b>Salón-2</b>	13,65
<b>Cocktail</b>	11,79
<b>Comedor desayuno</b>	9,23
<b>Restaurante carta</b>	8,68
<b>Lobby</b>	8,76
<b>Bar-Cafetería</b>	4,93
<b>Sala de reuniones A</b>	13,38
<b>Sala de reuniones B</b>	13,75
<b>Vestíbulo</b>	6,29

*Tabla 60: Pérdidas de altura en redes de retorno de las climatizadoras*

<b>Local</b>	<b>Pérdida de altura (mca)</b>
<b>Aire primario PB y PS</b>	13,92
<b>Aire primario SPA</b>	13,6

*Tabla 61: Pérdidas de altura en redes de retorno*

Por lo tanto, escogeremos unos ventiladores de impulsión para cada climatizadora, capaz de superar los 15 mca de pérdida de altura.



## **II. PLANOS**



# ÍNDICE DE PLANOS

## **1. Tuberías**

- 1.1. Plano de tuberías de la planta bajo cubierta y de la cubierta
- 1.2. Plano de tuberías de la segunda y tercera planta
- 1.3. Plano de tuberías de la primera planta
- 1.4. Plano de tuberías de la planta baja
- 1.5. Plano de tuberías de la planta sótano

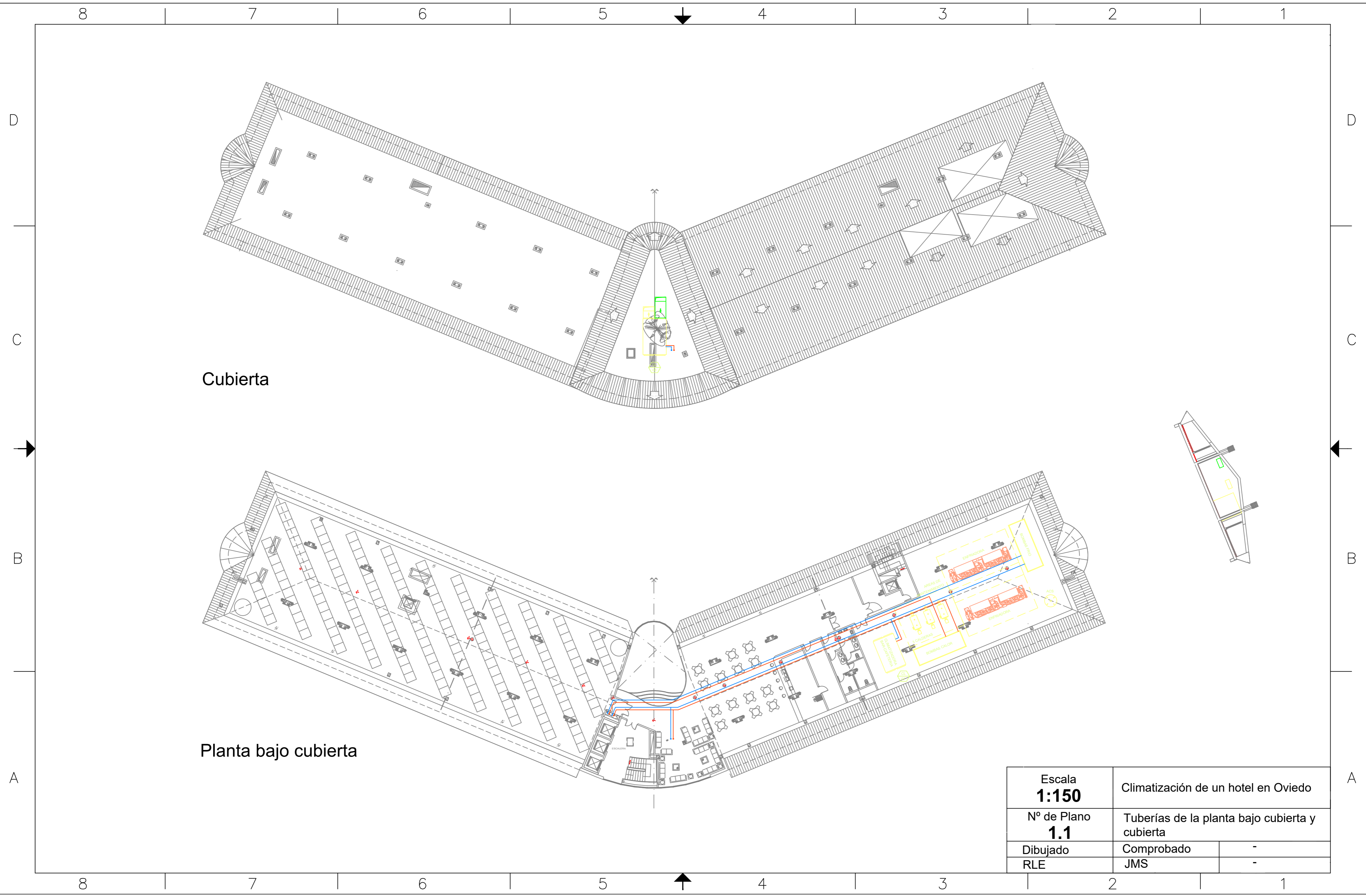
## **2. Ventilación (Núcleos húmedos)**

- 2.1. Plano de la ventilación de los núcleos húmedos de la planta baja y planta bajo cubierta
- 2.2. Plano de la ventilación de los núcleos húmedos de la planta sótano

## **3. Conductos de extracción e impulsión**

- 3.1. Planos de la climatización de las habitaciones del hotel
- 3.2. Planos de la climatización de la planta cubierta y de la cubierta
- 3.3. Planos de la climatización de la planta baja
- 3.4. Planos de la climatización de la planta sótano
- 3.5. Esquema de climatización



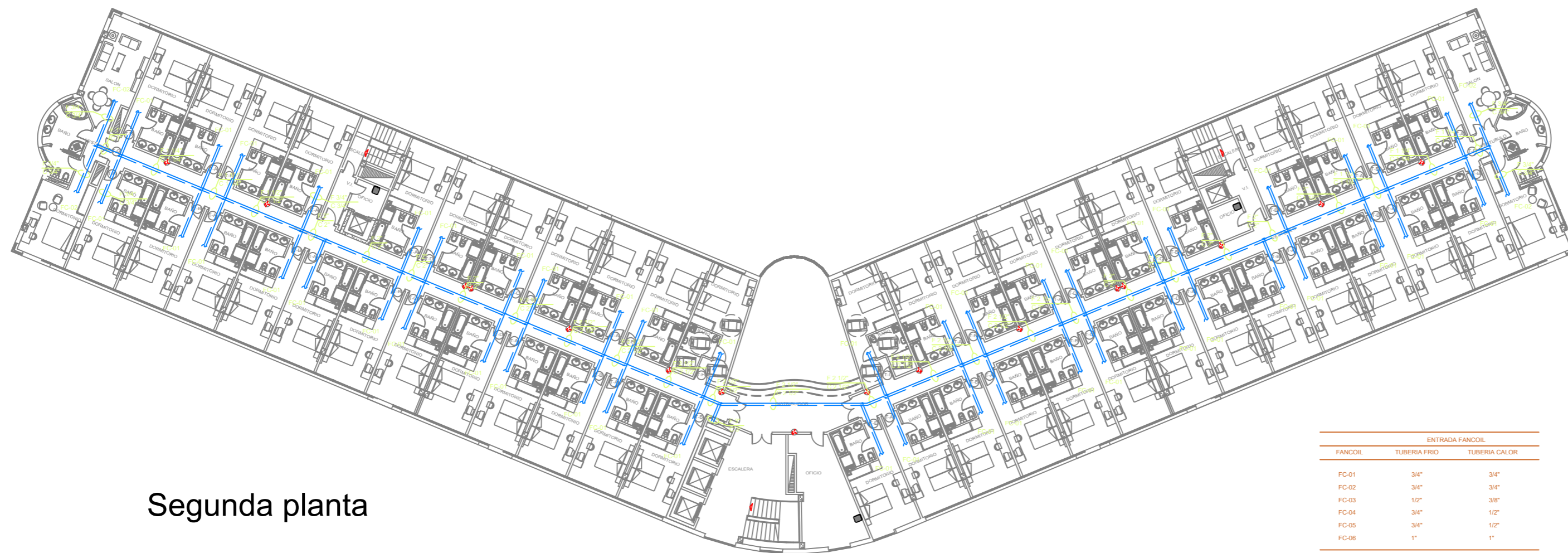


Cubierta

Planta bajo cubierta

Escala	Climatización de un hotel en Oviedo	
<b>1:150</b>		
Nº de Plano	Tuberías de la planta bajo cubierta y cubierta	
<b>1.1</b>		
Dibujado	Comprobado	-
RLE	JMS	-

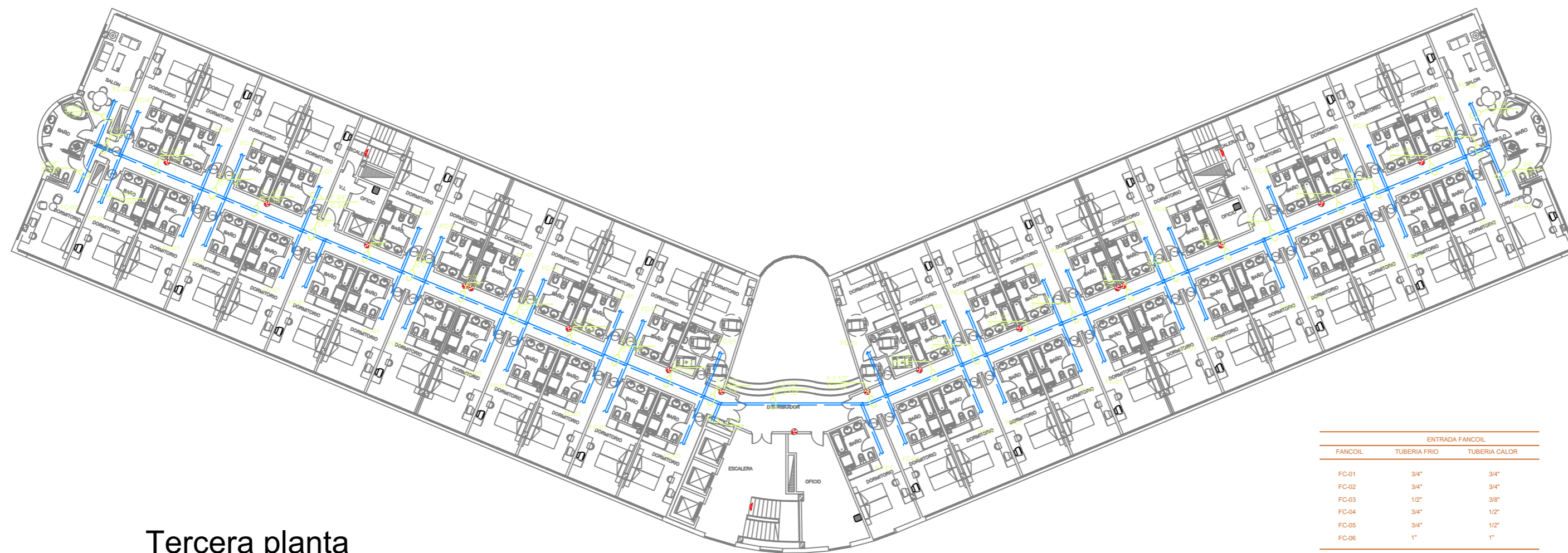
8 7 6 5 4 3 2 1



Segunda planta

FANCOIL	ENTRADA FANCOIL	
	TUBERIA FRIO	TUBERIA CALOR
FC-01	3/4"	3/4"
FC-02	3/4"	3/4"
FC-03	1/2"	3/8"
FC-04	3/4"	1/2"
FC-05	3/4"	1/2"
FC-06	1"	1"

NOTA: EN LAS SALIDAS DE MONTANTE, CADA RAMAL (DOS POR PLANTA), SE COLOCARAN VALVULAS DE CORTE Y VALVULA DE EQUILIBRADO.



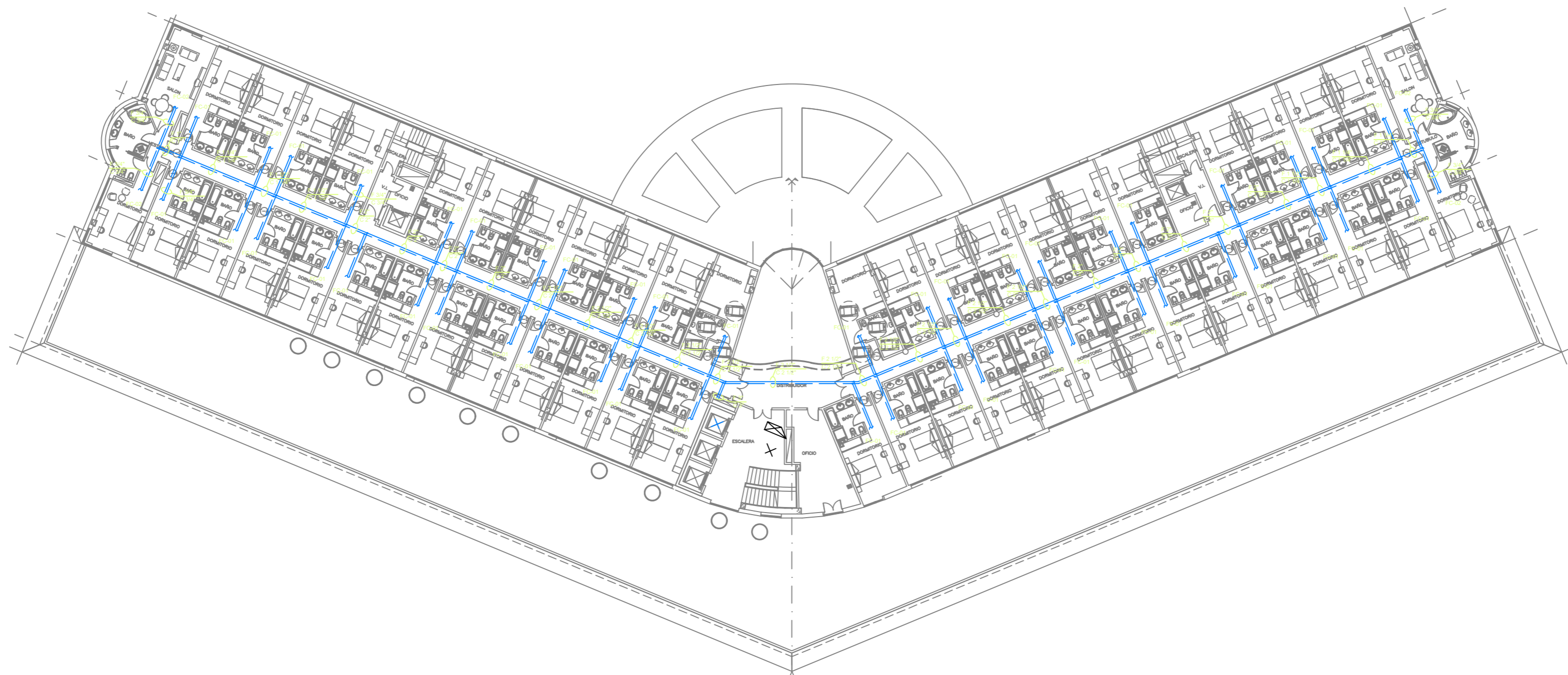
Tercera planta

FANCOIL	ENTRADA FANCOIL	
	TUBERIA FRIO	TUBERIA CALOR
FC-01	3/4"	3/4"
FC-02	3/4"	3/4"
FC-03	1/2"	3/8"
FC-04	3/4"	1/2"
FC-05	3/4"	1/2"
FC-06	1"	1"

NOTA: EN LAS SALIDAS DE MONTANTE, CADA RAMAL (DOS POR PLANTA), SE COLOCARAN VALVULAS DE CORTE Y VALVULA DE EQUILIBRADO.

Escala <b>1:150</b>	Climatización de un hotel en Oviedo	
Nº de Plano <b>1.2</b>	Tuberías de la segunda y tercera planta	
Dibujado RLE	Comprobado JMS	-
		-

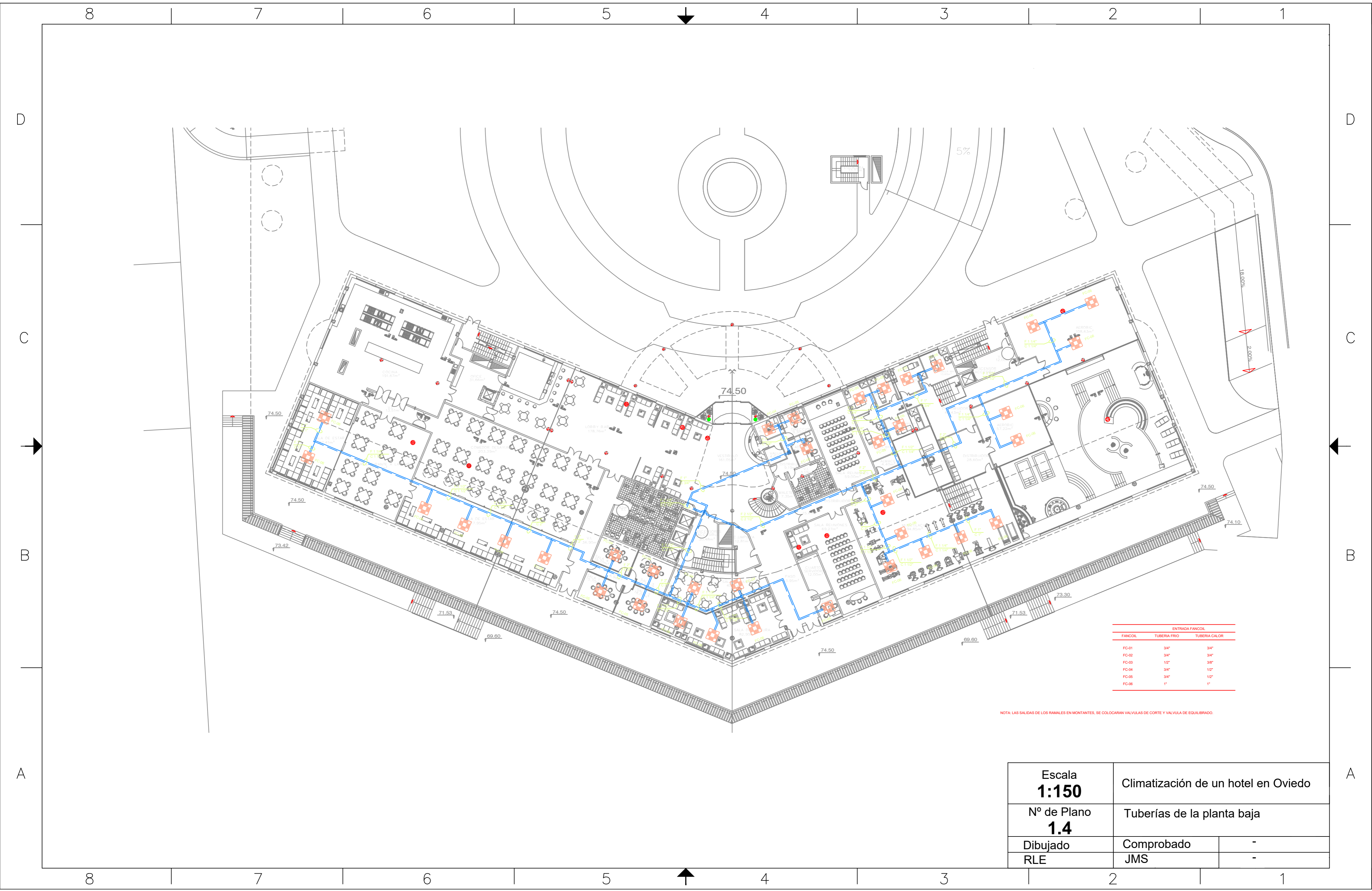
8 7 6 5 4 3 2 1



ENTRADA FANCOIL		
FANCOIL	TUBERIA FRIO	TUBERIA CALOR
FC-01	3/4"	3/4"
FC-02	3/4"	3/4"
FC-03	1/2"	3/8"
FC-04	3/4"	1/2"
FC-05	3/4"	1/2"
FC-06	1"	1"

NOTA: EN LAS SALIDAS DE MONTANTE, CADA RAMAL (DOS POR PLANTA), SE COLOCARAN VALVULAS DE CORTE Y VALVULA DE EQUILIBRADO.

Escala <b>1:150</b>	Climatización de un hotel en Oviedo	
Nº de Plano <b>1.3</b>	Tuberías de la primera planta	
Dibujado RLE	Comprobado JMS	-
		-



FANCOIL	ENTRADA FANCOIL	
	TUBERIA FRIO	TUBERIA CALOR
FC-01	3/4"	3/4"
FC-02	3/4"	3/4"
FC-03	1/2"	3/8"
FC-04	3/4"	1/2"
FC-05	3/4"	1/2"
FC-06	1"	1"

NOTA: LAS SALIDAS DE LOS RAMALES EN MONTANTES, SE COLOCARÁN VALVULAS DE CORTE Y VALVULA DE EQUILIBRADO.

Escala <b>1:150</b>	Climatización de un hotel en Oviedo	
Nº de Plano <b>1.4</b>	Tuberías de la planta baja	
Dibujado RLE	Comprobado JMS	-
		-

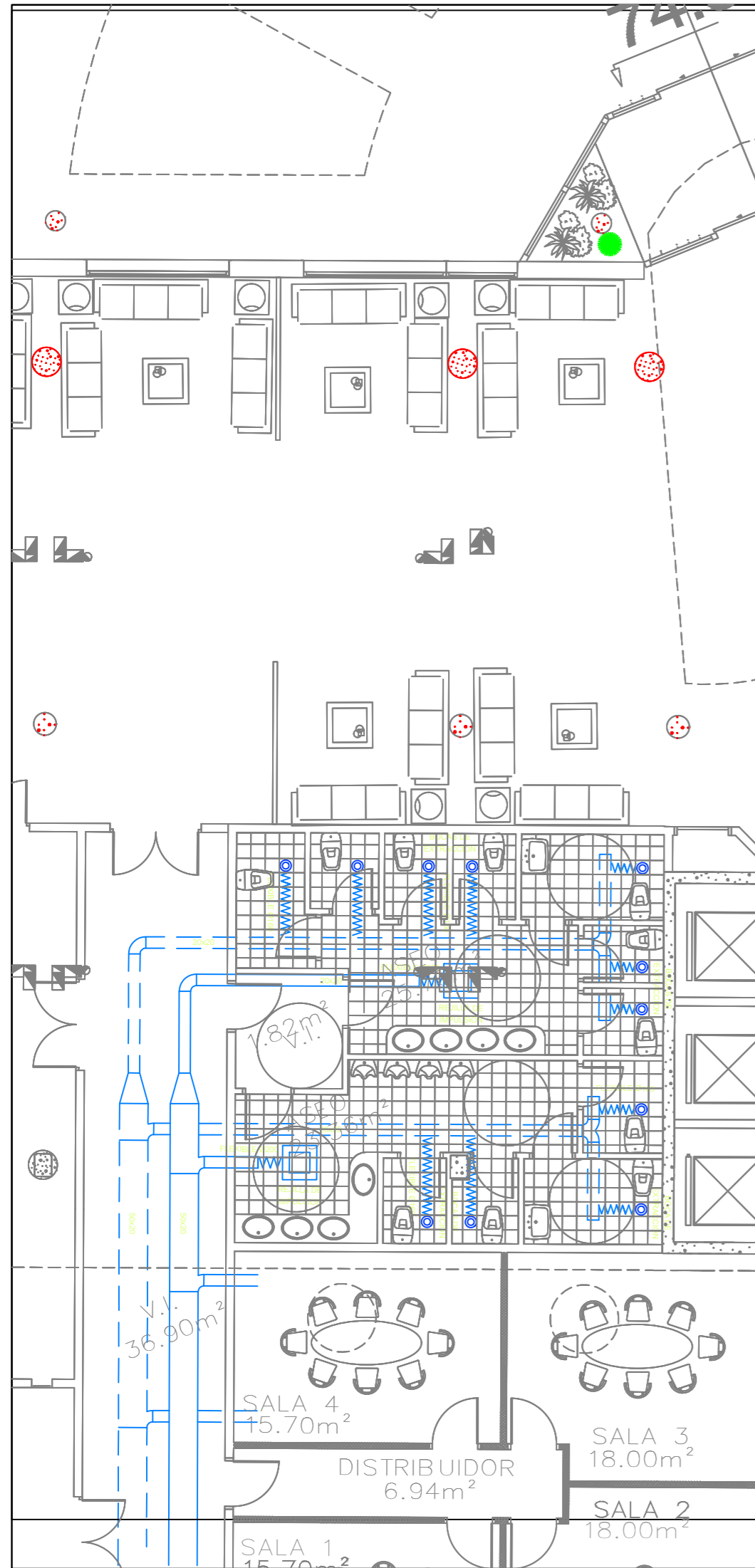


CLIMATIZADORA	TUBERIA FRIO	TUBERIA CALOR
CL-01	3"	2 1/2"
CL-02	2"	2 1/2"
CL-03	2 1/2"	1 1/2"
CL-04	2"	1 1/4"
CL-05	1 1/2"	1 1/4"
CL-06	2"	1 1/4"
CL-07	2 1/2"	1 1/2"
CL-08	2"	1 1/4"
CL-09	1 1/2"	1"
CL-10	1 1/2"	1"
CL-11	1 1/2"	1 1/4"
CL-12	1 1/2"	2"

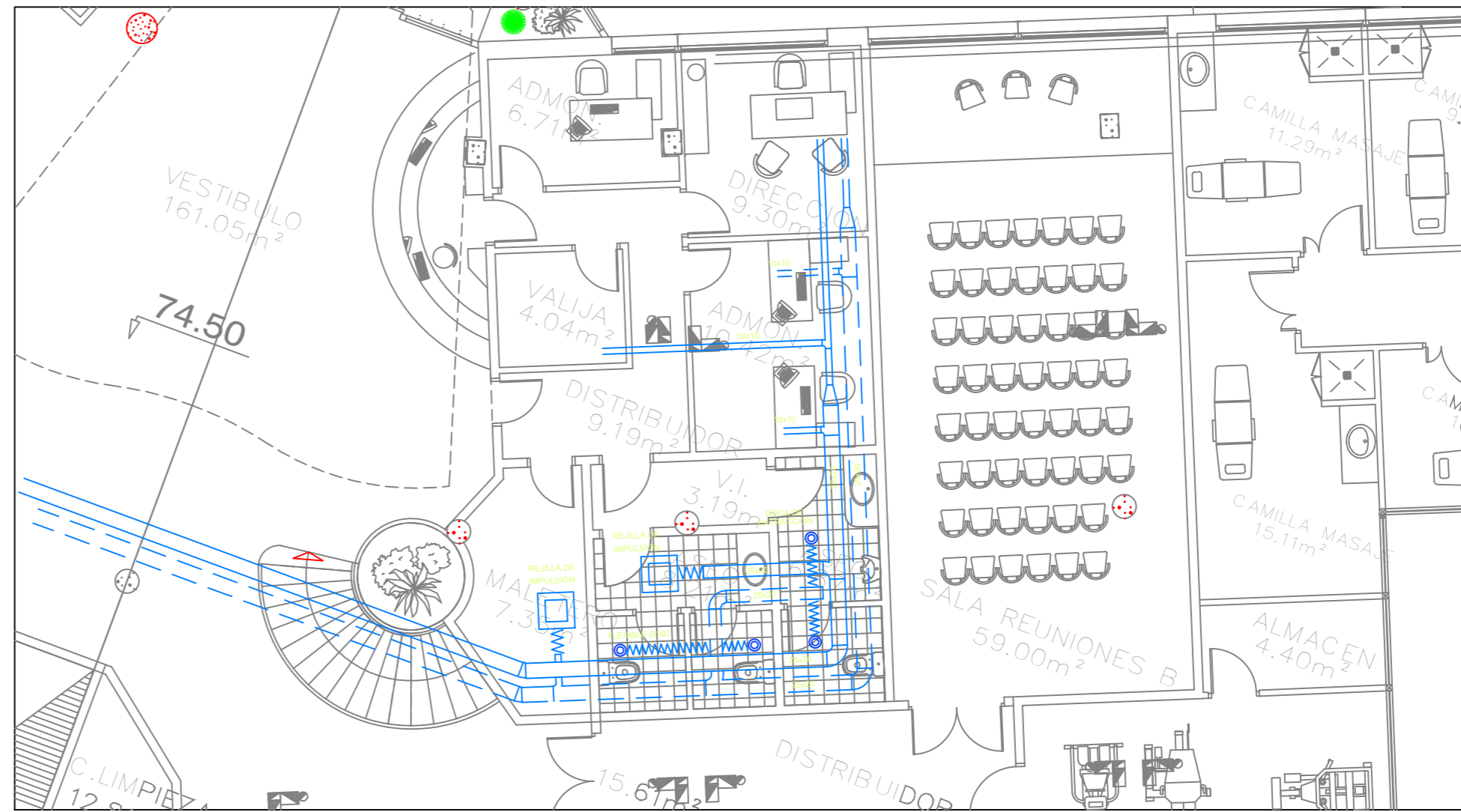
FANCOIL	TUBERIA FRIO	TUBERIA CALOR
FC-01	3/4"	3/4"
FC-02	3/4"	3/4"
FC-03	1/2"	3/8"
FC-04	3/4"	1/2"
FC-05	3/4"	1/2"
FC-06	1"	1"

NOTA: LAS SALIDAS DE LOS RAMALES EN MONTANTES, SE COLOCARAN VALVULAS DE CORTE Y VALVULA DE EQUILIBRADO.

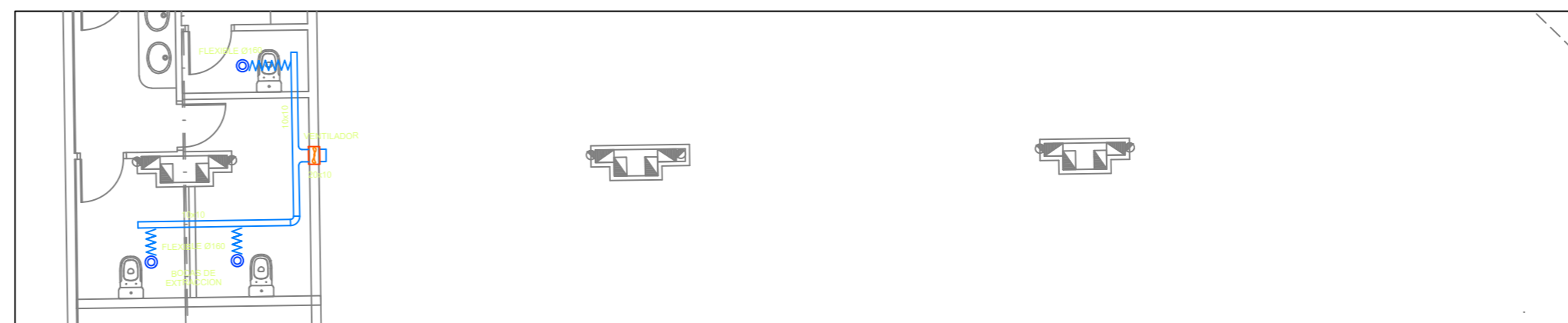
Escala <b>1:150</b>	Climatización de un hotel en Oviedo	
Nº de Plano <b>1.5</b>	Tuberías del sótano	
Dibujado RLE	Comprobado JMS	-
		-



1. Planta baja

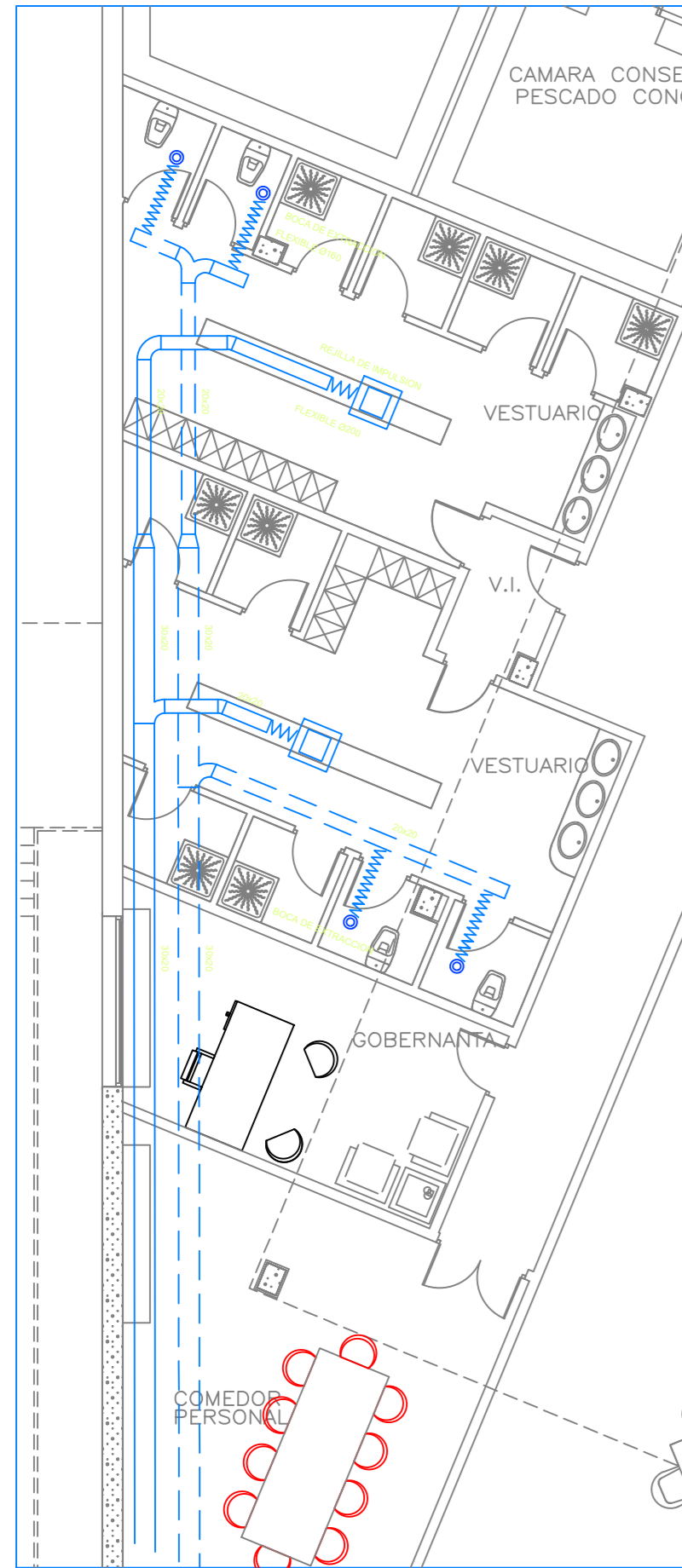


2. Planta baja

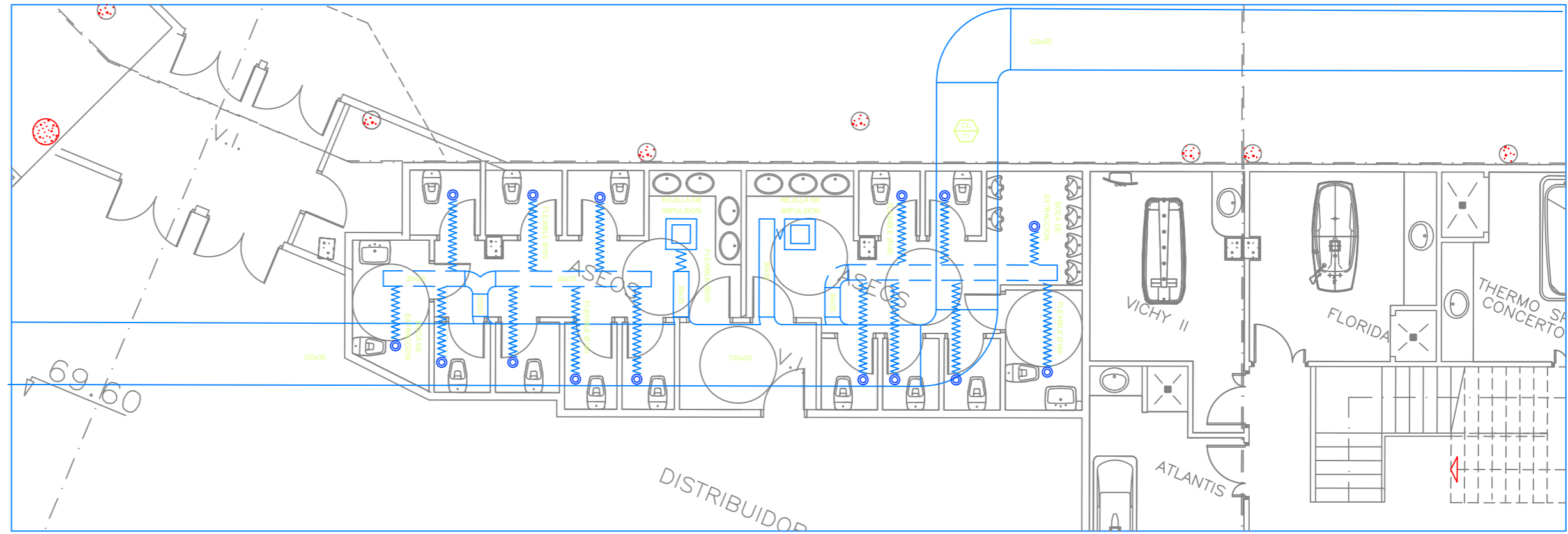


3. Planta baja cubierta

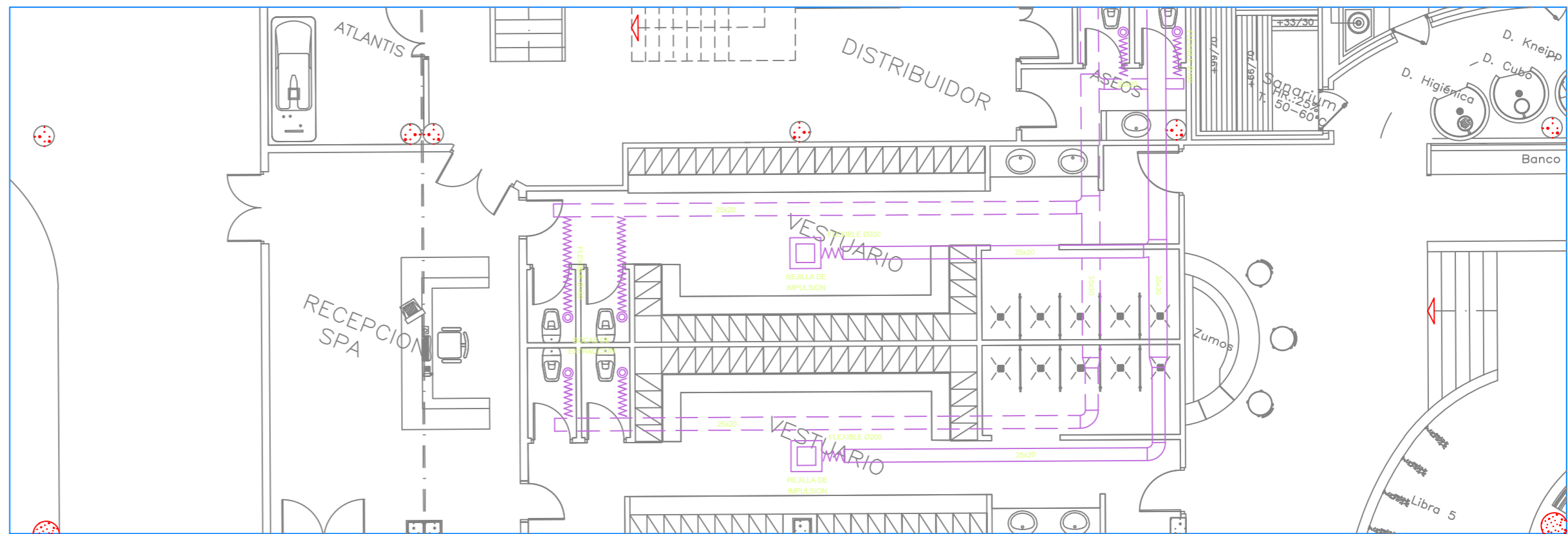
Escala <b>1:50</b>	Climatización de un hotel en Oviedo	
Nº de Plano <b>2.1</b>	Núcleos húmedos de la ventilación de la planta baja y la planta baja cubierta	
Dibujado RLE	Comprobado JMS	-



1. Planta sótano

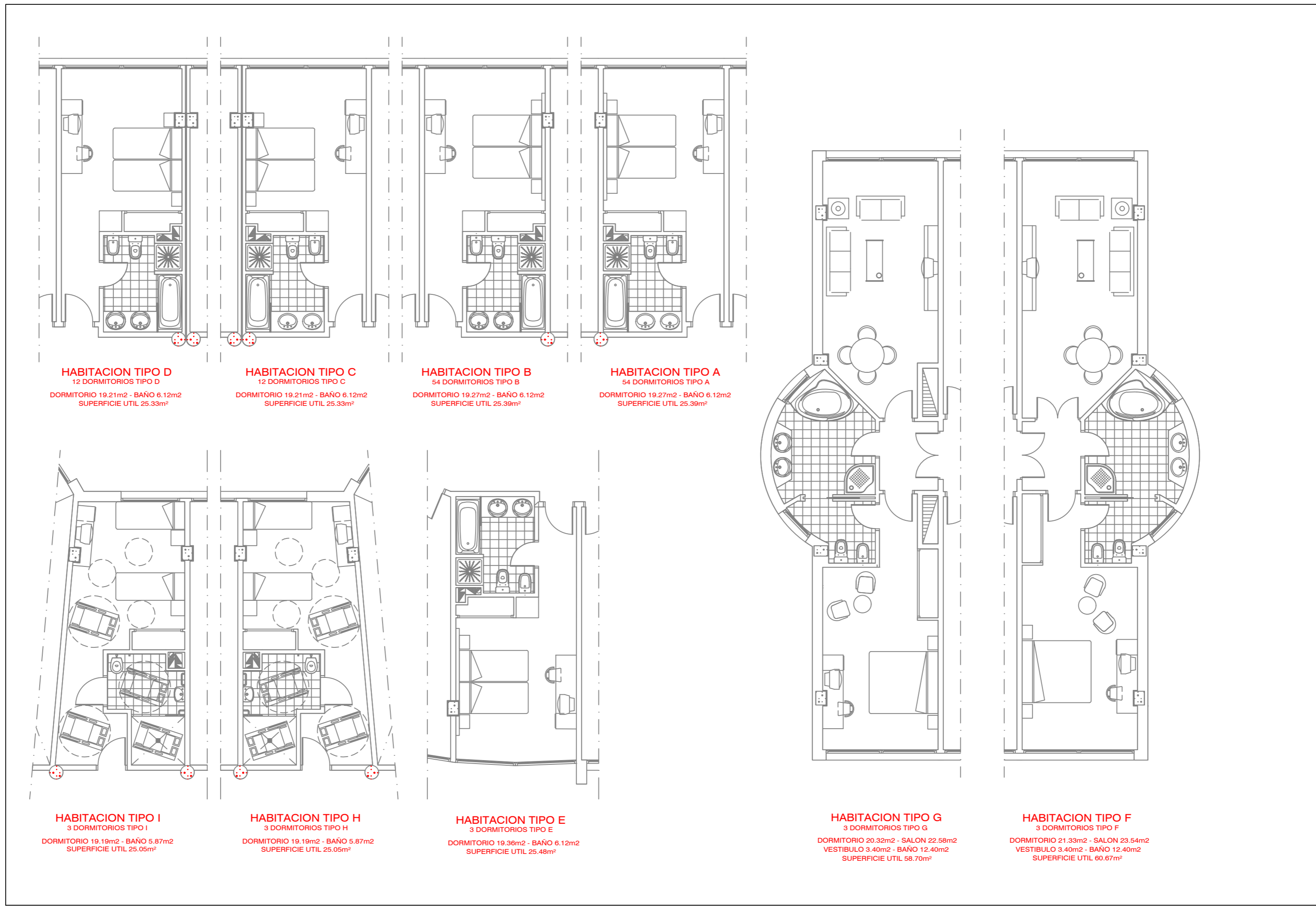


2. Planta sótano



3. Planta sótano

<p>Escala <b>1:50</b></p>	<p>Climatización de un hotel en Oviedo</p>	
<p>Nº de Plano <b>2.2</b></p>	<p>Núcleos húmedos de la ventilación de la planta sótano</p>	
<p>Dibujado RLE</p>	<p>Comprobado JMS</p>	<p>-</p>
		<p>-</p>



**HABITACION TIPO D**  
12 DORMITORIOS TIPO D  
DORMITORIO 19.21m<sup>2</sup> - BAÑO 6.12m<sup>2</sup>  
SUPERFICIE UTIL 25.33m<sup>2</sup>

**HABITACION TIPO C**  
12 DORMITORIOS TIPO C  
DORMITORIO 19.21m<sup>2</sup> - BAÑO 6.12m<sup>2</sup>  
SUPERFICIE UTIL 25.33m<sup>2</sup>

**HABITACION TIPO B**  
54 DORMITORIOS TIPO B  
DORMITORIO 19.27m<sup>2</sup> - BAÑO 6.12m<sup>2</sup>  
SUPERFICIE UTIL 25.39m<sup>2</sup>

**HABITACION TIPO A**  
54 DORMITORIOS TIPO A  
DORMITORIO 19.27m<sup>2</sup> - BAÑO 6.12m<sup>2</sup>  
SUPERFICIE UTIL 25.39m<sup>2</sup>

**HABITACION TIPO I**  
3 DORMITORIOS TIPO I  
DORMITORIO 19.19m<sup>2</sup> - BAÑO 5.87m<sup>2</sup>  
SUPERFICIE UTIL 25.05m<sup>2</sup>

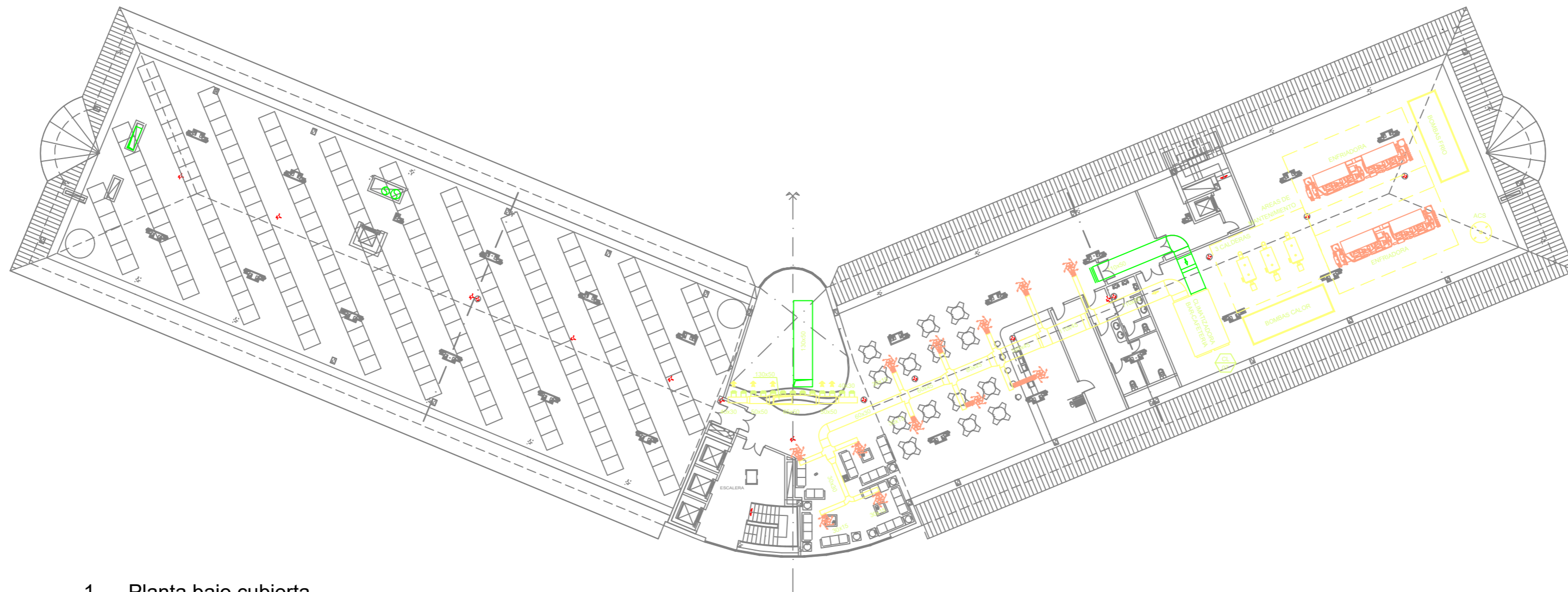
**HABITACION TIPO H**  
3 DORMITORIOS TIPO H  
DORMITORIO 19.19m<sup>2</sup> - BAÑO 5.87m<sup>2</sup>  
SUPERFICIE UTIL 25.05m<sup>2</sup>

**HABITACION TIPO E**  
3 DORMITORIOS TIPO E  
DORMITORIO 19.36m<sup>2</sup> - BAÑO 6.12m<sup>2</sup>  
SUPERFICIE UTIL 25.48m<sup>2</sup>

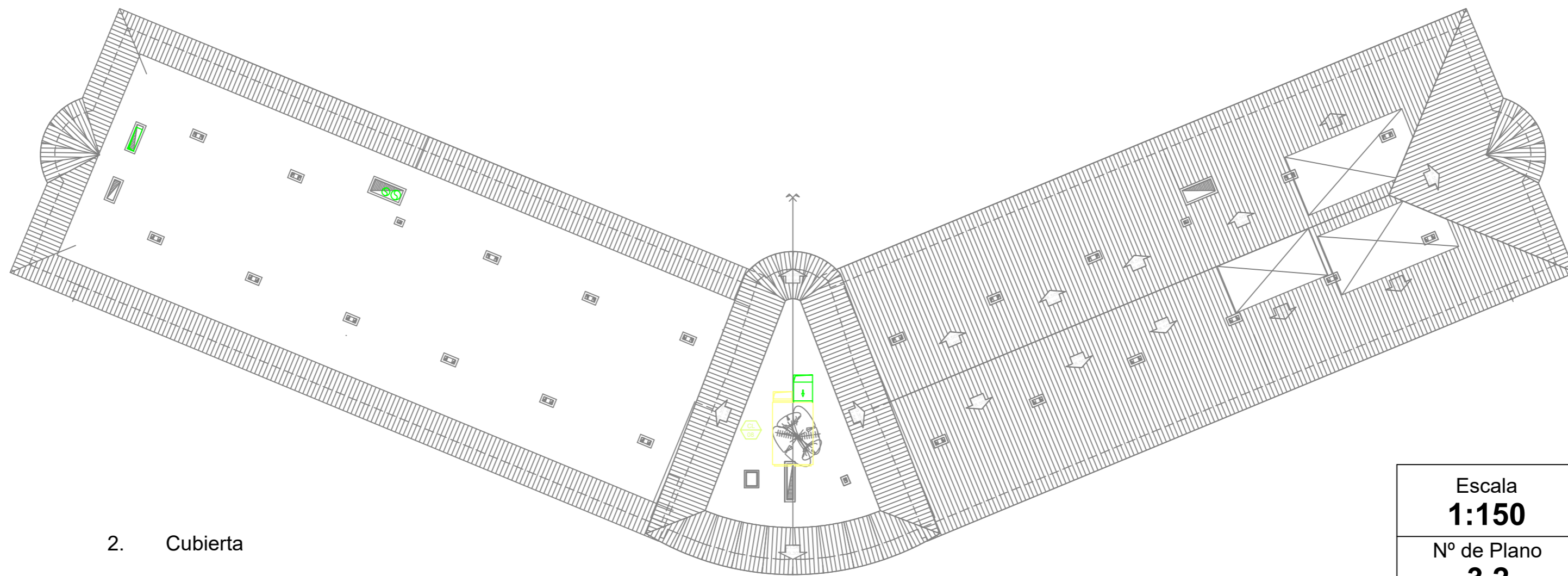
**HABITACION TIPO G**  
3 DORMITORIOS TIPO G  
DORMITORIO 20.32m<sup>2</sup> - SALON 22.58m<sup>2</sup>  
VESTIBULO 3.40m<sup>2</sup> - BAÑO 12.40m<sup>2</sup>  
SUPERFICIE UTIL 58.70m<sup>2</sup>

**HABITACION TIPO F**  
3 DORMITORIOS TIPO F  
DORMITORIO 21.33m<sup>2</sup> - SALON 23.54m<sup>2</sup>  
VESTIBULO 3.40m<sup>2</sup> - BAÑO 12.40m<sup>2</sup>  
SUPERFICIE UTIL 60.67m<sup>2</sup>

<b>Escala</b> <b>1:50</b>	Climatización de un hotel en Oviedo	
<b>Nº de Plano</b> <b>3.1</b>	Climatización de las habitaciones del hotel	
Dibujado RLE	Comprobado JMS	-
		-

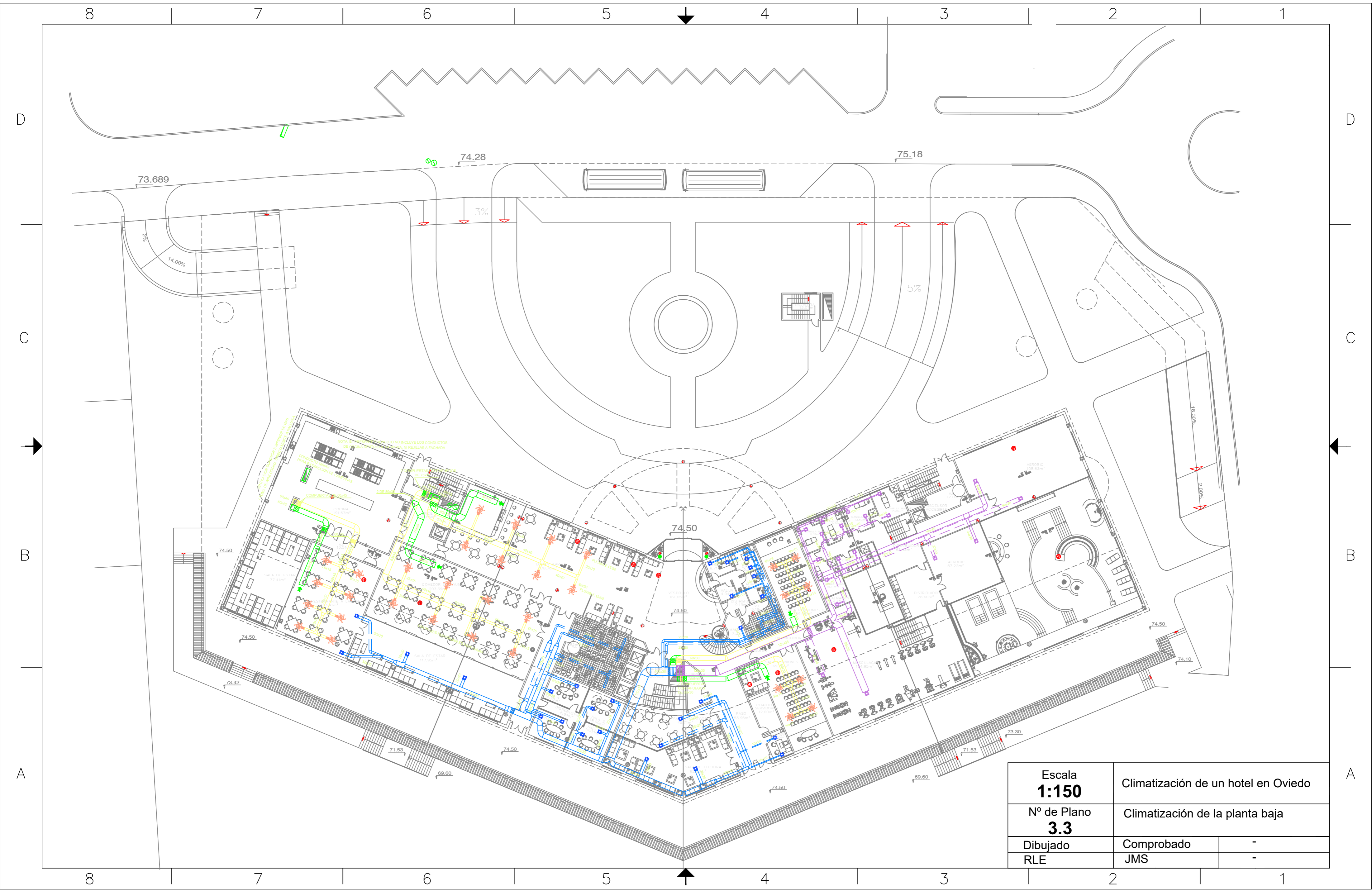


1. Planta bajo cubierta



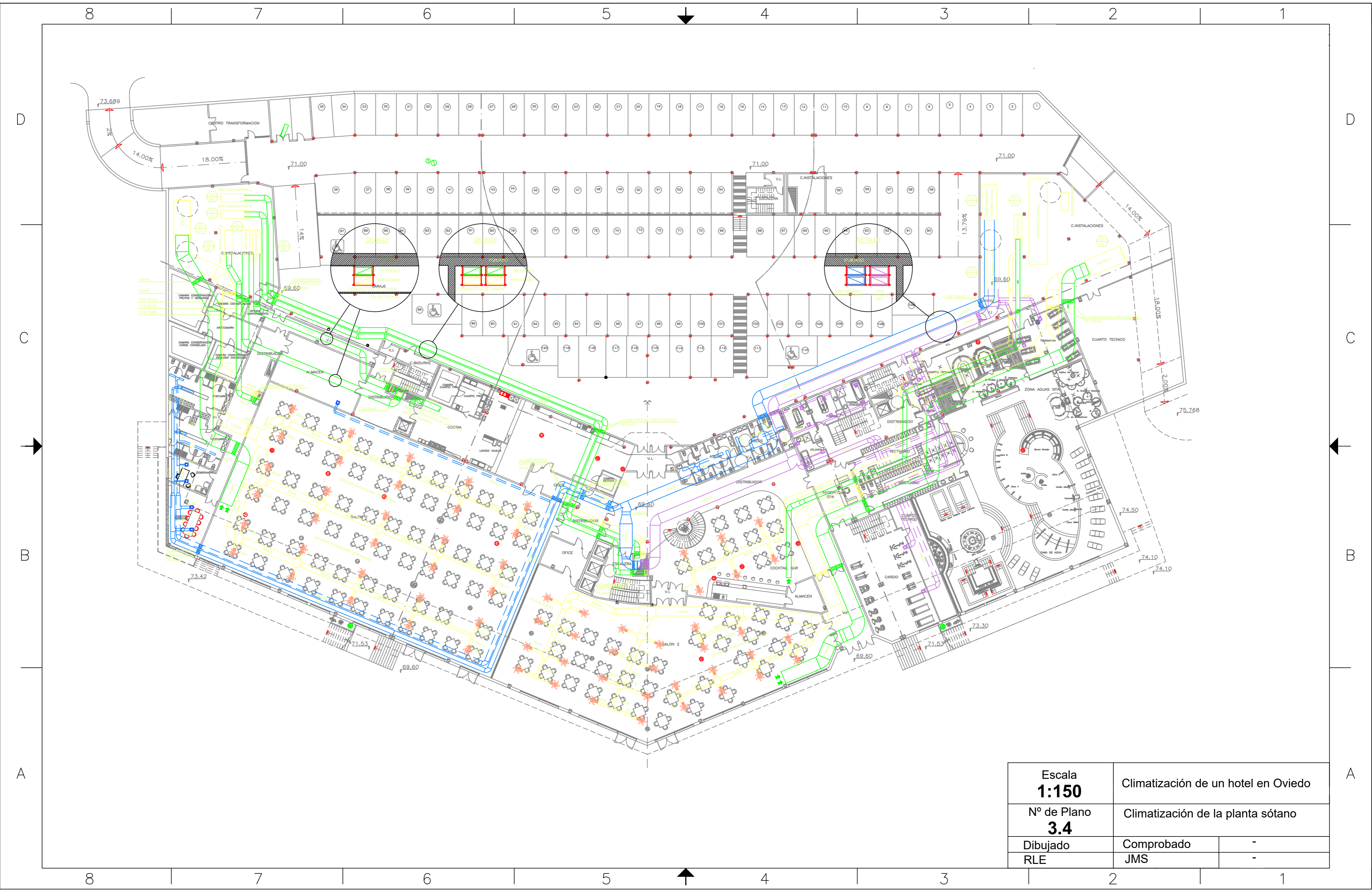
2. Cubierta

Escala <b>1:150</b>	Climatización de un hotel en Oviedo	
Nº de Plano <b>3.2</b>	Climatización de la planta bajo cubierta y de la cubierta	
Dibujado RLE	Comprobado JMS	-
		-

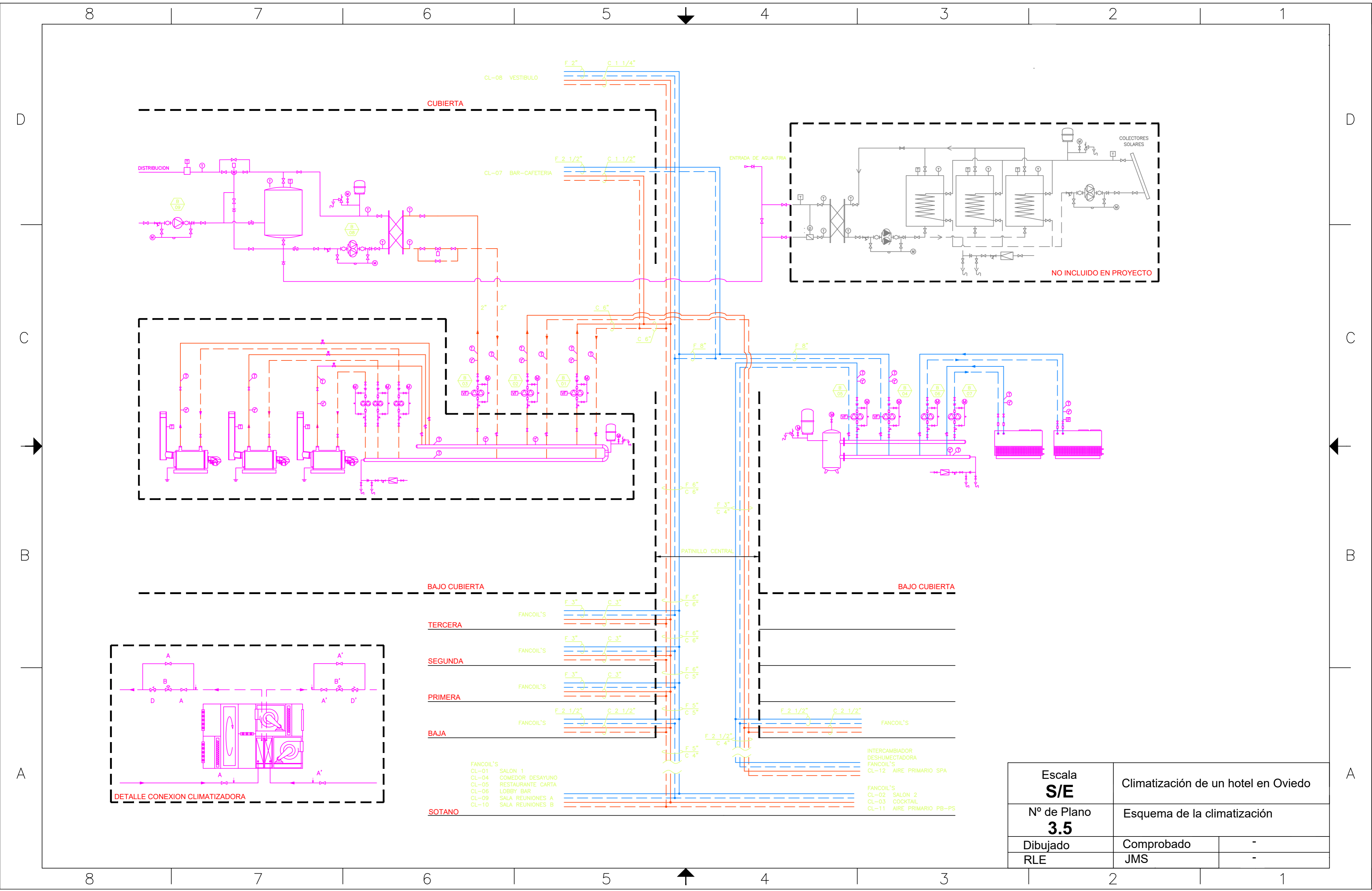


NOTA: EL SQUELTERO PROPUESTO NO INCLUYE LOS CONDUCTOS DE REFRIGERACIÓN, SINO QUE SE REALIZA A FACHADA.

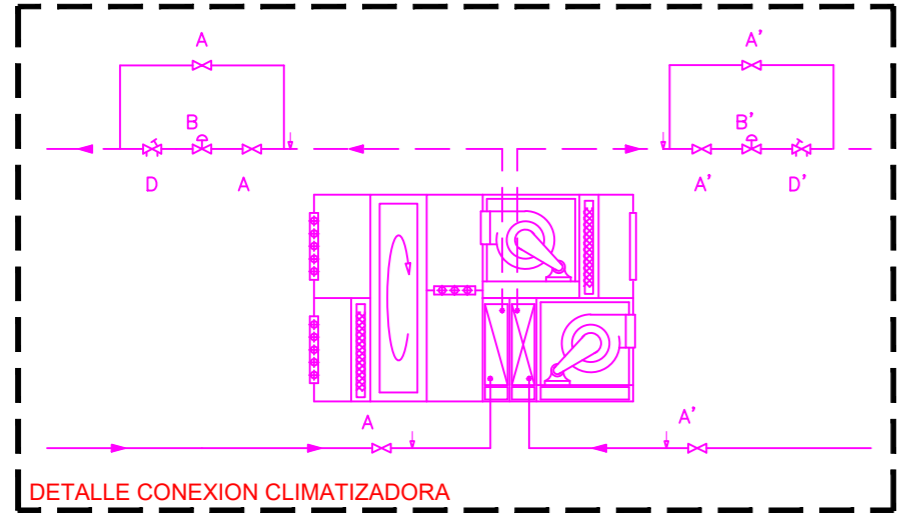
Escala <b>1:150</b>		Climatización de un hotel en Oviedo	
Nº de Plano <b>3.3</b>		Climatización de la planta baja	
Dibujado RLE	Comprobado JMS	-	-



Escala <b>1:150</b>	Climatización de un hotel en Oviedo	
Nº de Plano <b>3.4</b>	Climatización de la planta sótano	
Dibujado RLE	Comprobado JMS	-
		-



- BAJO CUBIERTA**
- TERCERA** FANCOIL'S F 3" C 3"
- SEGUNDA** FANCOIL'S F 3" C 3"
- PRIMERA** FANCOIL'S F 3" C 3"
- BAJA** FANCOIL'S F 2 1/2" C 2 1/2"
- SOTANO** FANCOIL'S F 2 1/2" C 2 1/2"
- FANCOIL'S CL-01 SALON 1  
 CL-04 COMEDOR DESAYUNO  
 CL-05 RESTAURANTE CARTA  
 CL-06 LOBBY BAR  
 CL-09 SALA REUNIONES A  
 CL-10 SALA REUNIONES B
- INTERCAMBIADOR DESHUMECTADORA FANCOIL'S CL-12 AIRE PRIMARIO SPA
- FANCOIL'S CL-02 SALON 2  
 CL-03 COCKTAIL  
 CL-11 AIRE PRIMARIO PB-PS



Escala <b>S/E</b>	Climatización de un hotel en Oviedo	
Nº de Plano <b>3.5</b>	Esquema de la climatización	
Dibujado RLE	Comprobado JMS	-
		-





### **III. PRESUPUESTO**



## ÍNDICE DE PRESUPUESTO

1. Fan-coils.....	3
2. Climatizadoras .....	5
3. Equipos frigoríficos .....	8
4. Calderas .....	9
5. Tuberías .....	10
6. Bombas .....	12
7. Conductos.....	13
8. Rejillas.....	14



## 1. Fan-coils

En total, se instalarán 203 fan-coils. Como ya hemos comentado anteriormente, serán de tipo apartamento o de tipo cassette. Serán de la marca Carrier o equivalente.

Modelos elegidos y características:

- FC-01
  - Modelo: 42NF50HC
  - Potencia frigorífica: 3.78 KW
  - Potencia calorífica: 6.4 KW
  - Caudal de aire: 965 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 584,24 €
  - Número de unidades: 141
  
- FC-02
  - Modelo: 42NF75HC
  - Potencia frigorífica: 5.73 KW
  - Potencia calorífica: 9.5 KW
  - Caudal de aire: 1519 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 637,20 €
  - Número de unidades: 12
  
- FC-03
  - Modelo: 42GW004
  - Potencia frigorífica: 2.4 KW
  - Potencia calorífica: 3.8 KW
  - Caudal de aire: 749 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 878,92 €
  - Número de unidades: 1

- FC-04
  - Modelo: 42GW008
  - Potencia frigorífica: 3.3 KW
  - Potencia calorífica: 5.5 KW
  - Caudal de aire: 850 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 883,35 €
  - Número de unidades: 10
  
- FC-05
  - Modelo: 42GW010
  - Potencia frigorífica: 3.9 KW
  - Potencia calorífica: 6.6 KW
  - Caudal de aire: 1102 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 889,99 €
  - Número de unidades: 11
  
- FC-06
  - Modelo: 42GW020
  - Potencia frigorífica: 8.5 KW
  - Potencia calorífica: 14.4 KW
  - Caudal de aire: 2189 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 1.382,18 €
  - Número de unidades: 28

## 2. Climatizadoras

Las climatizadoras que se diseñarán serán de la marca Tecnivel o de una marca similar en cuanto a precio y calidad. En los planos vienen reflejados donde están situadas cada climatizadora.

### **Modelos elegidos y características:**

- CL-01 Salón 1
  - Potencia frigorífica: 98.000 Kcal/h
  - Potencia calorífica: 156.000 Kcal/h
  - Caudal de aire: 25.000 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 22.096,07 €
  - Número de unidades: 1
- CL-02 Salón 2
  - Potencia frigorífica: 84.000 Kcal/h
  - Potencia calorífica: 100.000 Kcal/h
  - Caudal de aire: 22.000 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 20.301,54 €
  - Número de unidades: 1
- CL-03 Cocktail
  - Potencia frigorífica: 15.000 Kcal/h
  - Potencia calorífica: 35.000 Kcal/h
  - Caudal de aire: 5.000 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 9.210,01 €
  - Número de unidades: 1
- CL-04 Desayuno
  - Potencia frigorífica: 21.000 Kcal/h
  - Potencia calorífica: 39.000 Kcal/h
  - Caudal de aire: 6.000 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 9.693,99 €
  - Número de unidades: 1

- CL-05 Carta
  - Potencia frigorífica: 16.000 Kcal/h
  - Potencia calorífica: 23.000 Kcal/h
  - Caudal de aire: 6.000 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 9.096,21 €
  - Número de unidades: 1
- CL-06 Lobby
  - Potencia frigorífica: 28.000 Kcal/h
  - Potencia calorífica: 39.000 Kcal/h
  - Caudal de aire: 6.500 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 9.620,79 €
  - Número de unidades: 1
- CL-07 Bar
  - Potencia frigorífica: 41.000 Kcal/h
  - Potencia calorífica: 55.000 Kcal/h
  - Caudal de aire: 10.000 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 11.262,14 €
  - Número de unidades: 1
- CL-08 Vestíbulo
  - Potencia frigorífica: 37.000 Kcal/h
  - Potencia calorífica: 31.000 Kcal/h
  - Caudal de aire: 15.000 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 13.302,12 €
  - Número de unidades: 1
- CL-09/10 Reuniones A/B
  - Potencia frigorífica: 14.000 Kcal/h
  - Potencia calorífica: 17.000 Kcal/h
  - Caudal de aire: 3.500 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 12.789,99 €
  - Número de unidades: 2
- CL-11 Ventilación hotel
  - Potencia frigorífica: 12.000 Kcal/h

- Potencia calorífica: 50.000 Kcal/h
  - Caudal de aire: 9.000 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 9.784,94 €
  - Número de unidades: 1
- CL-12 Ventilación spa
  - Potencia frigorífica: 17.000 Kcal/h
  - Potencia calorífica: 70.000 Kcal/h
  - Caudal de aire: 13.000 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 15.271,77 €
  - Número de unidades: 1
- Deshumectadora
  - Precio por unidad: 36.577,83 €
  - Número de unidades: 1

### 3. Equipos frigoríficos

Se elegirán equipos frigoríficos del fabricante Carrier. Su localización está indicada en los planos.

#### **Modelos elegidos y característicos:**

- Enfriadora
  - Potencia frigorífica: 502 Kw
  - Precio por unidad: 75.943,40 €
  - Número de unidades: 1

## 4. Calderas

La sala de calderas será de la marca Adisa. Su localización se encuentra reflejada en los planos.

Modelos elegidos y características:

- Sala de calderas:
  - Potencia calorífica: 1.500 KW
  - Precio por unidad: 65.461,36 €
  - Número de unidades: 1

## 5. Tuberías

Se instalarán tuberías como se puede observar en los planos.

### Modelos elegidos y características:

- Tuberías 3/8"
  - Tipo de acero: DIN 2440
  - Precio por metro: 21,67 €
  - Longitud total (m): 8
- Tuberías 1/2"
  - Tipo de acero: DIN 2440
  - Precio por metro: 21,88 €
  - Longitud total (m): 100
- Tuberías 3/4"
  - Tipo de acero: DIN 2440
  - Precio por metro: 23,59 €
  - Longitud total (m): 975
- Tuberías 1"
  - Tipo de acero: DIN 2440
  - Precio por metro: 26,68 €
  - Longitud total (m): 458
- Tuberías 1" 1/4
  - Tipo de acero: DIN 2440
  - Precio por metro: 33,33 €
  - Longitud total (m): 400
- Tuberías 1" 1/2
  - Tipo de acero: DIN 2440
  - Precio por metro: 36,12 €
  - Longitud total (m): 330

- Tuberías 2"
  - Tipo de acero: DIN 2440
  - Precio por metro: 41,47 €
  - Longitud total (m): 535
- Tuberías 2" 1/2
  - Tipo de acero: DIN 2448
  - Precio por metro: 53,66 €
  - Longitud total (m): 658
- Tuberías 3"
  - Tipo de acero: DIN 2448
  - Precio por metro: 66,98 €
  - Longitud total (m): 478
- Tuberías 4"
  - Tipo de acero: DIN 2448
  - Precio por metro: 89,58 €
  - Longitud total (m): 296
- Tuberías 5"
  - Tipo de acero: DIN 2448
  - Precio por metro: 110,95 €
  - Longitud total (m): 37
- Tuberías 6"
  - Tipo de acero: DIN 2448
  - Precio por metro: 147,02 €
  - Longitud total (m): 150
- Tuberías 8"
  - Tipo de acero: DIN 2448
  - Precio por metro: 250,26 €
  - Longitud total (m): 118

## 6. Bombas

Las Bombas que se diseñarán, serán de la marca Sedical o de una marca similar en cuanto a precio y calidad.

### Modelos elegidos y características:

- B-01
  - Altura de trabajo: 14 mca
  - Volumen: 126.8 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 6.035,56 €
  - Número de unidades: 1
- B-02
  - Altura de trabajo: 14 mca
  - Volumen: 45.5 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 2.625,85 €
  - Número de unidades: 1
- B-04
  - Altura de trabajo: 14 mca
  - Volumen: 150.6 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 5.514,17 €
  - Número de unidades: 1
- B-05
  - Altura de trabajo: 14 mca
  - Volumen: 23.0 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 2.242,96 €
  - Número de unidades: 1
- B-06/07
  - Altura de trabajo: 8 mca
  - Volumen: 76.54 m<sup>3</sup>/h
  - Precio por unidad: 2.247,38 €
  - Número de unidades: 2

## 7. Conductos

Para el cálculo de los conductos se establecerá un precio para todos los conductos.

### **Modelos elegidos y características:**

- Conductos
  - Precio por metro: 26,84 €
  - Longitud total: 4.750 m

## 8. Rejillas

Para las rejillas y difusores, se necesitará el fabricante Trox o uno parecido en cuanto a calidad y precio.

### **Modelos elegidos y características:**

- Difusor rotacional 600x48
  - Precio por unidad: 180,02 €
  - Número de unidades: 90
- Toberas 315
  - Precio por unidad: 266,50 €
  - Número de unidades: 13
- Rejilla 525x525
  - Precio por unidad: 114,13 €
  - Número de unidades: 100
- Rejilla 1225x525
  - Precio por unidad: 187,15 €
  - Número de unidades: 154
- Rejilla 1185x1185
  - Precio por unidad: 311,59 €
  - Número de unidades: 3
- Rejilla 1985x1980
  - Precio por unidad: 996,50 €
  - Número de unidades: 1
- Microtoberas 160
  - Precio por unidad: 137,68 €
  - Número de unidades: 98

<b>CÁLCULO DE PRESUPUESTO</b>			
<b>MODELO</b>	<b>PRECIO POR UNIDAD (€)</b>	<b>UNIDADES</b>	<b>PRECIO TOTAL (€)</b>
FC-01	584,24	121	70.693,04
FC-02	637,20	12	7.646,40
FC-03	878,92	1	878,92
FC-04	883,35	10	8.833,50
FC-05	889,99	11	9.789,89
FC-06	1.382,18	28	38.701,04
<b>Total Fancoils</b>			<b>136.542,79</b>
CL-01	22.096,07	1	22.096,07
CL-02	20.301,54	1	20.301,54
CL-03	9.210,01	1	9.210,01
CL-04	9.693,99	1	9.693,99
CL-05	9.096,21	1	9.096,21
CL-06	9.620,79	1	9.620,79
CL-07	11.262,14	1	11.262,14
CL-08	1.330,12	1	1.330,12
CL-09/10	12.789,99	2	25.579,98
CL-11	9.784,94	1	9.784,94
CL-12	15.271,77	1	15.271,77
Deshumectadora	36.577,83	1	36.577,83
<b>Total Climatizadoras</b>			<b>179.825,39</b>
Enfriadora	75.943,40	1	75.943,40
<b>Total Equipos Frigoríficos</b>			<b>75.943,40</b>
Sala de calderas	6.5461,36	1	65.461,36
<b>Total Calderas</b>			<b>65.461,36</b>
Tuberia 3/8"	21,67	8	173,36
Tuberia 1/2"	21,88	100	2.188,00
Tuberia 3/4"	23,59	975	23.000,25
Tuberia 1"	26,68	458	12.219,44
Tuberia 1" 1/4	33,33	400	13.332,00
Tuberia 1" 1/2	36,12	330	11.919,60
Tuberia 2"	41,47	535	22.186,45
Tuberia 2" 1/2	53,66	658	35.308,28
Tuberia 3"	66,98	478	32.016,44
Tuberia 4"	89,58	296	26.515,68
Tuberia 5"	110,95	37	4.105,15
Tuberia 6"	147,02	150	22.053,00
Tuberia 8"	250,26	118	29.530,68
<b>Total Tuberías</b>			<b>234.548,33</b>
B-01	6.035,56	1	6.035,56
B-02	2.625,85	1	2.625,85
B-04	5.514,17	1	5.514,17
B-05	2.242,96	1	2.242,96
B-06/07	2.247,38	2	4.494,76

<b>Total Bombas</b>			<b>20.913,30</b>
<b>Conductos</b>	26,84	4750	127.490,00
<b>Total Conductos</b>			<b>127.490,00</b>
<b>Difusor rotacional 600x48</b>	180,02	90	16.201,80
<b>Toberas 315</b>	266,50	13	3.464,50
<b>Rejilla 525x525</b>	114,13	100	11.413,00
<b>Rejilla1225x525</b>	187,15	154	28.821,10
<b>Rejilla 1185x1185</b>	311,59	3	934,77
<b>Rejilla 1985x1980</b>	996,50	1	996,50
<b>Microtoberas 160</b>	137,68	98	13.492,64
<b>Total Rejillas</b>			<b>75.324,31</b>
<b>PRESUPUESTO TOTAL (€)</b>			<b>916.048,88</b>

## **IV. ANEXOS**



## ÍNDICE DE ANEXOS

1. Cálculo de cargas.....	1
1.1. Ejemplo de cálculo de cargas en verano .....	1
<b>1.1.1. Habitación individual .</b> .....	<b>1</b>
1.2. Ejemplo de cálculo de cargas en invierno .....	2
<b>1.2.1. Gimnasio de la planta baja</b> .....	<b>2</b>
2. Cálculo de tuberías .....	3
<b>2.1. Circuito principal</b> .....	<b>3</b>
3. Cálculo de conductos .....	4
3.1. Ejemplo del cálculo del conducto de impulsión.....	4
<b>3.1.1. Salón-01</b> .....	<b>4</b>



# 1. Cálculo de cargas

## 1.1. Ejemplo de cálculo de cargas en verano

### 1.1.1. Habitación individual

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS																									
Proyecto:		Climatización de un Hotel en Oviedo										23 de Ene de 2010													
Planta:		P1, P2 y P3			Zona:		Habitaciones individuales																		
DIMENSIONES:		X		=		m <sup>2</sup>		HORA SOLAR:		15		OVIEDO													
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES:		JULIO													
GANANCIA SOLAR-CRISTAL								TOTALES		CONDICIONES		BS		BH		%HR		TR		Gr/Kgr					
NORTE	Cristal	m2 x		41 x		0.48				Exteriores		20.7		20.5		01				12.5					
NE	Cristal	m2 x		41 x		0.48				Interiores		24.0		17.0		50				9.3					
ESTE	Cristal	m2 x		41 x		0.48				DIFERENCIA		2.7								2.0					
SE	Cristal	m2 x		41 x		0.48				CALOR LATENTE															
SUR	Cristal	m2 x		82 x		0.48				Infiltración		4.00		m3/h x		2.0		x		0.72		0			
SO	Cristal	m2 x		399 x		0.48				Personas		2		Personas		x				55		110			
OESTE	Cristal	4.38 m2 x		489 x		0.48		904		Aplicaciones															
NO	Cristal	m2 x		211 x		0.48				SUBTOTAL												116			
	Claraboya	m2 x		546 x		0.48				COEFICIENTE DE SEGURIDAD				10		%						12			
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL												128			
NORTE	Pared	m2 x				x		0.65		Aire Ext.		72.00		m3/h x		2.0 x		0.15		BF x 0.72		10			
NE	Pared	m2 x		0.9 x		0.65				CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL												143			
ESTE	Pared	m2 x		2.0 x		0.65				CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL												1,523			
SE	Pared	m2 x		6.5 x		0.65				CALOR AIRE EXTERIOR															
SUR	Pared	m2 x		8.7 x		0.65				Sensible		72.00		m3/h x		2.7 x (1- 0.15 BF)		) x 0.3				50			
SO	Pared	m2 x		8.1 x		0.65				Latente		72.00		m3/h x		2.0 x (1- 0.15 BF)		) x 0.72				88			
OESTE	Pared	12.64 m2 x		5.4 x		0.65		44		SUBTOTAL												138			
NO	Pared	m2 x		0.3 x		0.65				GRAN CALOR TOTAL												1,661			
	Tejado-Sol	m2 x		12.0 x		0.46				A. D. P.															
	Tejado-Sombra	m2 x				0.46				FACTOR CALOR SENSIBLE		1,380		Efec. Sens. Local		=						0.91			
	Total Cristal	4.38 m2 x		2.7 x		2.80		31		1,523		Efec. Total Local													
	Tablques LNC	29.16 m2 x		1.4 x		1.20		49		ADP Indicado=												°C			
	Techo LNC	m2 x		1.4 x		2.02				ADP Seleccionado=		12										°C			
	Suelo	m2 x		1.4 x		1.10				CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO															
	Suelo exterior	m2 x		2.7 x		1.10				Δ T=(1-0,15 BF)x(°C Loc		24.0		-		12		ADP)=				10.20			
	Puertas	2.00 m2 x		2.7 x		2.00		11		CALOR DE AIRE MOH		1,380		Sensible Local		=						451			
	Infiltración	m3/h x		2.7 x		0.30				Observaciones:															
CALOR INTERNO								TOTALES		Nº DE O.T.:															
Personas	2		Personas		x		60		120		CALCULADO POR:														
Alumbrado	25		Wattios x 0,86		x		1.25		27																
Aplicaciones, etc.					x		0.86																		
Potencia					x																				
Ganancias Adicionales					x																				
SUBTOTAL								1,246																	
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10 %																123	
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL								1,371																	
Aire Exterior	72.00		m3/h x		2.7 x		0.15		BF x 0,3														9		
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL								1,380																	

## 1.2. Ejemplo de cálculo de cargas en invierno

### 1.2.1. Gimnasio de la planta baja

#### CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO

Temp. Exterior	-0.5 °C
Temp. Interior	25 °C
Temp. TERRENO	8.8 °C

MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m2)	Descuento (m2)	Sup.Neta (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T*int - T*ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
001											
CRISTAL	N		1.20	0.0		0.0	2.90	25.5	1.35	1.15	0
CRISTAL	NE		1.20	0.0		0.0	2.90	25.5	1.35	1.15	0
CRISTAL	E	12.5	1.50	18.8		18.8	2.90	25.5	1.25	1.10	1907
CRISTAL	SE		1.20	0.0		0.0	2.90	25.5	1.15	1.10	0
CRISTAL	S		1.20	0.0		0.0	2.90	25.5	1.00	1.10	0
CRISTAL	SO		1.20	0.0		0.0	2.90	25.5	1.10	1.10	0
CRISTAL	O		1.50	0.0		0.0	2.90	25.5	1.20	1.15	0
CRISTAL	NO		1.20	0.0		0.0	2.90	25.5	1.25	1.15	0
MURO EXT.	N		3.60	0.0	0.0	0.0	0.49	25.5	1.20	1.15	0
MURO EXT.	NE		3.60	0.0	0.0	0.0	0.49	25.5	1.20	1.15	0
MURO EXT.	E	18.4	3.60	66.1	18.8	47.4	0.49	25.5	1.15	1.10	749
MURO EXT.	SE		3.60	0.0	0.0	0.0	0.49	25.5	1.10	1.10	0
MURO EXT.	S		3.60	0.0	0.0	0.0	0.49	25.5	1.00	1.10	0
MURO EXT.	SO		3.60	0.0	0.0	0.0	0.49	25.5	1.05	1.10	0
MURO EXT.	O		3.60	0.0	0.0	0.0	0.49	25.5	1.10	1.15	0
MURO EXT.	NO		3.60	0.0	0.0	0.0	0.49	25.5	1.15	1.15	0
CUBIERTA	H					0.0	0.91	25.5	1.00	1.15	0
SUELO						0.0	1.00	18.2	1.00	1.15	0
LNC		9.3	3.60	33.3		33.3	1.00	12.8	1.00	1.00	425
VOLUMEN	0										
										TOTAL	3080

CAUDAL  
m3/h

Kcal/h  
0

AIRE EXTERIOR





## **V. PLIEGO DE CONDICIONES**



1.	OBJETO.....	5
2.	CONDICIONES GENERALES.....	6
2.1.	CONCEPTOS GENERALES.....	6
2.1.1.	Propiedad, Dirección de Obra, Contratista e Instalador .....	6
2.1.2.	Subcontratos y traspasos.....	6
2.1.3.	Abono de las unidades de obra .....	7
2.1.4.	Significado de los términos: Suministro, Montaje y Prueba.....	7
2.1.5.	Conceptos comprendidos .....	8
2.1.6.	Conceptos comprendidos suplementarios.....	9
2.1.7.	Prioridad de los documentos del proyecto.....	10
2.1.8.	Coordinación .....	10
2.1.9.	Inspecciones.....	11
2.1.10.	Representación del contratista.....	11
2.1.11.	Libro de control.....	11
2.1.12.	Reuniones de obra.....	12
2.1.13.	Oficina de obra .....	12
2.1.14.	Modificaciones.....	13
2.1.15.	Precios contradictorios .....	14
2.1.16.	Instalaciones no autorizadas y trabajos defectuosos .....	14
2.1.17.	Reservas de la Propiedad.....	15
2.1.18.	Certificaciones parciales y certificación final.....	15
2.1.19.	Calidades.....	15
2.1.20.	Planos de montaje y documentación.....	16
2.1.21.	Garantía.....	17
2.1.22.	Mantenimiento.....	18
2.1.23.	Ajuste, limpieza y protección.....	20
2.1.24.	Ejecución.....	21
2.1.25.	Identificación de equipos .....	22
2.1.26.	Otros trabajos .....	22
2.1.27.	Interpretación del proyecto.....	24
2.2.	NORMATIVA GENERAL APLICABLE.....	25
2.3.	PLANIFICACIÓN DE LA OBRA.....	26
2.4.	TRAMITACIONES OFICIALES.....	26
2.5.	RECEPCIONES DE OBRA .....	26
2.5.1.	Recepción provisional.....	26
2.5.2.	Recepción definitiva.....	27
3.	NORMATIVA ESPECÍFICA DE LAS INSTALACIONES.....	28
4.	CONDICIONES TÉCNICAS DE LAS INSTALACIONES .....	29
4.1.	TUBERÍAS Y ACCESORIOS .....	29
4.1.1.	General.....	29
4.1.2.	Soportes de tuberías.....	32
4.1.3.	Manguitos pasamuros y discos-tapa .....	34
4.1.4.	Tuberías de acero.....	35
4.1.5.	Tuberías de cobre.....	35
4.1.6.	Tuberías de cobre frigorífico .....	36
4.1.7.	Tuberías de PVC.....	36
4.1.8.	Tuberías de polietileno reticulado .....	38

4.1.9.	<i>Pintura e identificación</i> .....	40
4.1.10.	Accesorios .....	41
4.2.	<b>VALVULERÍA EN REDES DE AGUA</b> .....	44
4.2.1.	General.....	44
4.2.2.	Válvulas de acero al carbono: .....	46
4.2.3.	Válvulas de bola .....	46
4.2.4.	Válvulas de mariposa .....	47
4.2.5.	Válvulas de globo o de equilibrado.....	48
4.2.6.	Válvulas de retención de resorte .....	48
4.2.7.	Válvulas de compuerta.....	49
4.2.8.	Filtros.....	49
4.3.	<b>COLECTORES</b> .....	49
4.4.	<b>DISTRIBUCIÓN DE AIRE</b> .....	50
4.4.1.	General.....	50
4.4.2.	Conductos de aire en baja velocidad en chapa de acero galvanizado.....	54
4.4.3.	Conductos de fibra de vidrio .....	56
4.4.4.	Conductos flexibles .....	56
4.4.5.	Difusión de aire .....	57
4.4.6.	Difusores.....	57
4.4.7.	Toberas.....	59
4.4.8.	Rejilla.....	60
4.4.9.	Bocas circulares de ventilación .....	60
4.4.10.	Compuertas de regulación de caudal .....	61
4.4.11.	Compuertas cortafuegos y cortahumos.....	62
4.4.12.	Conexiones flexibles.....	64
4.4.13.	Registros de acceso en conductos .....	64
4.4.14.	Compuertas de sobrepresión.....	65
4.5.	<b>AISLAMIENTO</b> .....	65
4.5.1.	General.....	65
4.5.2.	Aislamiento de redes de tuberías. ....	68
4.5.3.	Aislamiento de válvulas.....	68
4.5.4.	Aislamiento de colectores.....	69
4.5.5.	Aislamiento de conductos.....	70
4.5.6.	Aislamiento para equipos. Cajas de humos y extracción de cocinas.....	71
4.5.7.	Aislamiento de lana de vidrio.....	71
4.5.8.	Aislamiento de lana de roca.....	74
4.5.9.	Aislamientos conformados flexibles .....	76
4.5.10.	Forros de aluminio .....	77
4.6.	<b>CALDERAS</b> .....	78
4.6.1.	General.....	78
4.6.2.	Características .....	79
4.7.	<b>QUEMADORES</b> .....	79
4.7.1.	General.....	79
4.7.2.	Características .....	80
4.8.	<b>CONDUCTOS DE EVACUACIÓN DE HUMOS</b> .....	80
4.8.1.	General.....	80
4.8.2.	Características de los materiales.....	81
4.9.	<b>DEPÓSITOS DE EXPANSIÓN - CONTRACCIÓN</b> .....	81
4.9.1.	General.....	81
4.9.2.	Características .....	81
4.10.	<b>GRUPOS ELECTROBOMBAS</b> .....	82
4.10.1.	General.....	82

4.10.2.	Características .....	83
4.10.3.	Instalación .....	84
4.11.	INTERCAMBIADORES DE CALOR DE PLACAS .....	85
4.12.	ACUMULADORES DE AGUA.....	85
4.13.	UNIDADES ENFRIADORAS - BOMBAS DE CALOR .....	87
4.13.1.	<i>General</i> .....	87
4.13.2.	<i>Componentes</i> .....	87
4.14.	TORRES DE REFRIGERACIÓN .....	92
4.15.	VENTILADORES Y EQUIPOS DE TRATAMIENTO DE AIRE .....	94
4.15.1.	<i>General</i> .....	94
4.15.2.	<i>Ventiladores</i> .....	95
4.15.3.	<i>Cajas de volumen variable con actuador eléctrico</i> .....	98
4.15.4.	<i>Unidades de tratamiento de aire (climatizadoras)</i> .....	99
4.16.	UNIDADES ENFRIADORAS - BOMBAS DE CALOR AIRE-AIRE PARA INSTALACIÓN EN CUBIERTA (ROOF-TOP) .....	102
4.17.	RADIADORES .....	104
4.18.	AEROTERMOS.....	105
4.18.1.	<i>Aerotermos de agua caliente</i> .....	105
4.18.2.	<i>Aerotermos con batería eléctrica</i> .....	105
4.19.	FAN-COILS .....	105
4.20.	ACONDICIONADORES AUTÓNOMOS .....	106
4.20.1.	<i>General</i> .....	106
4.20.2.	<i>Acondicionadores autónomos compactos</i> .....	106
4.21.	RECUPERADORES DE CALOR .....	108
4.21.1.	<i>Recuperadores de calor estáticos</i> .....	108
4.21.2.	<i>Recuperadores de calor rotativos</i> .....	108
4.22.	TRATAMIENTO DE AGUAS.....	109
4.22.1.	<i>General</i> .....	109
4.22.2.	<i>Tratamiento en torres de refrigeración</i> .....	109
4.22.3.	<i>Tratamiento de redes de tuberías</i> .....	110
4.23.	MOTORES ELÉCTRICOS .....	110
4.24.	VARIADORES DE FRECUENCIA.....	112
4.25.	CONTROL ELÉCTRICO O ELECTRÓNICO .....	112
4.26.	CONTROL DE LOS MOTORES .....	113
4.26.1.	<i>Arrancadores de motores</i> .....	113
4.26.2.	<i>Centros de control de motores (Cuadros de protección y maniobra)</i> .....	115
4.26.3.	<i>Requisitos de interconexión de los arrancadores de motores</i> .....	116
4.27.	APARATOS DE MEDIDA .....	118
4.28.	SISTEMA DE DETECCIÓN DE MONOXIDO DE CARBONO .....	119
4.29.	CONTROL DE RUIDO.....	120
4.29.1.	<i>Silenciadores</i> .....	120
4.29.2.	<i>Climatizadoras y ventiladores</i> .....	120
4.29.3.	<i>Aislamiento interior</i> .....	121
4.30.	CONTROL DE VIBRACIONES.....	122
4.30.1.	<i>General</i> .....	122
4.30.2.	<i>Materiales de aislamiento antivibratorio</i> .....	128
5.	<b>PRUEBAS DE LAS INSTALACIONES Y RECEPCIÓN DE LAS MISMAS</b> .....	136
5.1.	GENERAL .....	136
5.2.	ENSAYOS E INSPECCIÓN DE MATERIALES Y EQUIPOS.....	137
5.3.	ENSAYOS DE FUNCIONAMIENTO Y EQUILIBRADOS .....	137
5.4.	PRUEBAS FINALES DE RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	141
5.4.1.	<i>Generalidades</i> .....	141
5.4.2.	<i>Redes de tuberías</i> .....	141
5.4.3.	<i>Redes de conductos</i> .....	142
5.4.4.	<i>Mediciones a realizar</i> .....	142

5.4.5. *Resultados obtenidos*..... 144

# 1. Objeto

Tiene por finalidad el presente pliego de condiciones, la determinación y definición de los siguientes conceptos:

1. Extensión de los trabajos a realizar por el contratista, y que, por lo tanto, deberán estar plenamente incluidos en su oferta.
2. Documentación de obra.
3. Materiales complementarios para el perfecto acabado de la instalación, no relacionados explícitamente en el presupuesto pero que por su lógica aplicación quedan incluidos en el suministro del Contratista.
4. Calidad y forma de instalación de los diferentes equipos y elementos primarios y auxiliares.
5. Pruebas y ensayos parciales a realizar durante el transcurso de los montajes o finales provisionales y definitivos de las correspondientes recepciones.
6. Las garantías exigidas tanto en los materiales, como en su montaje o en su funcionamiento conjunto.
7. Normativa aplicable a las instalaciones.
8. Mediciones, certificaciones, abonos y contradictorios.

Todos los trabajos que se indican tanto en planos, memoria, mediciones o cualquier otra especificación están incluidos, excepto que se especifique su exclusión.

## **2. Condiciones generales**

### **2.1. Conceptos generales**

#### **2.1.1. Propiedad, Dirección de Obra, Contratista e Instalador**

Se entiende por propiedad la persona, empresa o entidad que contratará la obra y que, por tanto, ha encargado su ejecución, y la financiará.

Se entiende por Dirección de Obra o Dirección Facultativa la persona o empresa que Dirigirá la ejecución de la misma, por encargo de la Propiedad, contando inherentemente con la Autoridad para resolver las cuestiones técnicas. La Dirección de Obra trasladará a la Propiedad los acontecimientos relevantes que en la misma sucedan, y será la encargada de comunicar al Contratista las decisiones adoptadas.

Se considerará Contratista a la persona o empresa adjudicataria de la ejecución de la obra o en una parte de la misma, y que, por lo tanto, se responsabilizará de todo lo que se realice en esa materia. Incluso en el caso de que el Contratista delegue o contrate la ejecución de la obra o una parte de la misma a un tercero (otro Contratista, o instalador), de cara a la Propiedad y a la Dirección de Obra, seguirá siendo suya la responsabilidad de la misma. El Contratista se dirigirá exclusivamente a la Dirección de Obra para plantear todas las cuestiones técnicas y económicas que considere oportuno en la obra, siendo responsabilidad de esta Dirección de Obra comunicar aquellos aspectos que considere oportuno a la Propiedad.

El término Instalador hace referencia a aquella persona o empresa que ejecuta, efectivamente, alguna instalación concreta. Las empresas Instaladoras, salvo cuando coinciden con la figura de Contratista, tendrán únicamente relación con aquel, de forma que, legalmente y de cara a la propiedad, se entenderá que la responsabilidad sobre los trabajos ejecutados es del Contratista.

#### **2.1.2. Subcontratos y traspasos**

La adjudicación de las obras se hace al Contratista, que es quien asume ante la Propiedad la responsabilidad completa sobre los trabajos, incluidos los de los subcontratistas.

El contratista no podrá subcontratar, subarrendar, transmitir, ceder o traspasar ninguna parte de la misma sin autorización escrita de la Propiedad. Dicha solicitud incorporará los datos precisos para garantizar que el subcontratista posee la capacidad suficiente para hacerse cargo de los trabajos. Aun existiendo este subcontrato, y de cara a la propiedad, seguirá siendo el Contratista el responsable contractual.

Si durante los trabajos, la Dirección de Obra creyera demostrado que un subcontratista no reúne las condiciones requeridas para la ejecución de un trabajo, podrá excluirlo. El incumplimiento de este apartado será causa suficiente para la rescisión del contrato, con pérdida de la fianza por parte de la Contrata.

### **2.1.3. Abono de las unidades de obra**

El abono de las distintas unidades de obra se realizará por aplicación de los precios unitarios a las unidades, metros lineales, metros cuadrados, metros cúbicos o lo citado en su caso, realmente ejecutadas en obra, medidas en obra en el caso de unidades, y sobre plano si se trata de medidas de longitud, superficie o volumen. Se excluyen específicamente los desperdicios o sobrantes en cada tipo de material.

Los abonos se realizarán en correspondencia con las certificaciones realizadas, y según la forma pactada entre Propiedad y Contratista.

### **2.1.4. Significado de los términos: Suministro, Montaje y Prueba**

#### ***Suministro***

Cada vez que se emplee el término "Suministro", tanto en este Pliego como en las Mediciones y Presupuesto, se entenderá incluido la definición del material, el dimensionamiento, la disposición, el control de calidad, pruebas en fábrica, costo de embalaje, desembalaje, transporte y almacenamiento en obra, procedimientos, especificaciones, descripciones, planos, cálculos, manuales y programas para todo lo anterior, para la Propiedad y las Administraciones competentes, necesario para construir y fabricar el material, así como los costes derivados de visados, tasas, etc. para legalizar la instalación.

#### ***Montaje. Instalación***

Cada vez que se emplee los términos "Montaje" o "Instalación", tanto en este Pliego como en las Mediciones y Presupuesto, se entenderá incluido el costo de la medición, replanteo en obra, elevación, manipulación, ejecución y recibo de rozas, fijación de cuadros, cajas, bases de columnas, etc. y cualquier otra ayuda de albañilería, colocación, fijación, conexionado eléctrico o mecánico, mantenimiento durante la obra, limpieza, medición final, asistencia a la Propiedad en inspecciones, entrega, adopción de medidas de seguridad contra robo, incendio, sabotaje, daños naturales y accidentes a las personas o cosas.

Todos estos conceptos se entienden adecuados al material en cuestión.

#### ***Prueba***

El término "Prueba", tanto en este Pliego como en las Mediciones y Presupuesto, incluye la comprobación de la instalación, puesta a punto de aparatos para que realicen sus funciones específicas, tarado de relés y protecciones, energización, adopción de medidas de seguridad contra deterioros del material en cuestión o de otros como consecuencia de la primera y contra

accidentes a las personas o a las cosas, comprobación de resultados, análisis de los mismos y entrega.

### **2.1.5. Conceptos comprendidos**

Es de total competencia del Contratista y, por tanto, queda incluido en el precio ofertado el suministro de todos los elementos y materiales, mano de obra, medios auxiliares y en general aquellos conceptos necesarios para el perfecto acabado y puesta a punto de las instalaciones tal y como se describen en la memoria, son representadas en planos, quedan relacionadas de forma básica en el presupuesto y cuya calidad y montaje se indican en los distintos apartados pliego de condiciones.

Queda entendido que los cuatro documentos de proyecto, memoria, presupuesto, planos y pliego de condiciones, forman todo un conjunto. Si fuese advertida o existiese una posible discrepancia entre los cuatro documentos anteriores, su interpretación será la que determine la Dirección de Obra, por encima de lo indicado en el punto correspondiente de este pliego.

Cualquier exclusión incluida por el Contratista en su oferta y que difiera de los conceptos expuestos en los párrafos anteriores, no tendrá ninguna validez, salvo que, en el contrato de una forma particular y explícita, se manifieste la correspondiente exclusión.

Es de responsabilidad del Contratista el cumplimiento de la normativa oficial vigente al respecto del proyecto. Si en el mismo existiesen conceptos ocultos que se desviasen o no cumplieren las mismas, es obligación del Contratista comunicarlo a la Dirección Técnica y Propiedad en la forma que se describirá más adelante y en ningún caso efectuar un montaje o un suministro, que contravenga la normativa. Son extensivos también a los trabajos del Contratista la gestión y confección de toda la documentación técnica necesaria para su tramitación ante los diferentes Organismos Oficiales con el objeto de obtener todos los permisos requeridos de acuerdo a la legislación, no pudiéndose proceder a una recepción provisional si todo lo anterior no estuviese debidamente cumplimentado.

Es por tanto responsabilidad del Contratista la presentación en tiempo, modo y forma de la documentación mencionada, así como la consecución de los permisos.

### **2.1.6. Conceptos comprendidos suplementarios.**

Se deberá incluir la realización por parte del Contratista los conceptos que responden a actividades de albañilería resumidos en los siguientes puntos:

- 1) Bancadas de obra civil para maquinaria.
- 2) Andamiajes o elementos de soportería para zonas altas o fachadas necesarios para el montaje de las instalaciones.
- 3) Protección de canalizaciones cuyo montaje sea realizado por el suelo. Esta protección se refiere al mortero de cemento y arena u hormigón para proteger las mencionadas canalizaciones del tránsito de la obra.
- 4) Apertura de rozas y posterior recibido de las instalaciones con el mortero correspondiente.
- 5) Apertura de huecos en suelos, paredes, forjados u otros elementos de obra civil o albañilería para la distribución de las diferentes canalizaciones, así como el correspondiente elemento a recibir en la obra civil, bien sea marco, bastidor, etc., de los huecos existentes previstos en la obra.
- 6) Recibido de soportería de instalaciones, tanto en el caso de utilizar en los mismos materiales de construcción, como cuando pueda efectuarse por un elemento mecánico como disparos, taladros, etc. La soportería será también a costa del Contratista.
- 7) En general cualquier tipo de albañilería necesaria para el montaje de las instalaciones.
- 8) Almacenes, aseos, etc., necesarios para los instaladores durante el desarrollo de los montajes.
- 9) Suministro de agua y electricidad necesarios para el montaje.

Al igual que en anteriores capítulos, todo lo anterior se entiende incluido salvo que en el contrato de forma concreta o explícita se excluyera cualquiera de los puntos anteriores.

Dentro de los conceptos generales comprendidos indicados en las condiciones generales, a continuación, se indican algunos puntos particulares concretos, exclusivamente como ejemplo o aclaración para el Contratista, no significando por ello que los mismos excluyan la extensión o el alcance de otros:

- Soporterías, perfiles, estribos, tornillería y en general elementos de sustentación necesarios, debidamente protegidos por pinturas o tratamientos electroquímicos.
- Antivibradores coaxiales de tuberías, bases antivibratorias de maquinaria y equipos, neoprenos o elementos elásticos de soporterías, lonas de conductos y en general todos aquellos elementos necesarios para la eliminación de vibraciones.
- Bancadas metálicas, dilatadores de resorte, liras, uniones extensibles y en general todos los elementos necesarios de absorción de movimientos térmicos de la instalación por causa propia o por dilatadores de obra civil.

- Acoplamiento elástico en juntas de dilatación o acometidas a maquinaria, equipos o elementos dinámicos.
- Protecciones de redes, equipos y accesorios con pinturas antioxidantes o anticorrosivas, tanto en intemperie como en interiores, enfundados plásticos termoadaptable para canalizaciones empotradas y en general todos aquellos elementos de prevención y protección de agresiones externas.
- Acabados exteriores de aislamientos para protección del mismo por lluvia o acción solar.
- Gases de soldadura, pastas, mastics, siliconas y cualquier elemento necesario para el correcto montaje, acabado y sellado.
- Manguitos pasamuros, marcos de madera, bastidores y bancadas metálicas, y en general todos aquellos elementos necesarios de paso o recepción de los correspondientes de la instalación.
- Canalizaciones y accesorios de desaire a colectores abiertos y canalizaciones de desagüe debidamente sifonadas, necesarios para el desarrollo funcional de la instalación.

#### **2.1.7. Prioridad de los documentos del proyecto**

En caso de contradicción entre los documentos que forman el proyecto, y en caso de no fuera posible solicitar aclaración a la Dirección de Obra, se establece la siguiente jerarquía de mayor a menor prioridad:

- 1- Pliego de Condiciones.
- 2- Presupuesto.
- 3- Planos.
- 4- Memoria y anexos.
- 5- Cálculos justificativos.

#### **2.1.8. Coordinación**

El Contratista coordinará y pondrá los medios necesarios para que esta coordinación tenga la efectividad consecuente tanto con la empresa constructora, como los diferentes oficios o instaladores de otras especialidades que concurren en los montajes del edificio.

En aquellos puntos concurrentes entre dos Contratistas y que por lo tanto pueda ser conflictiva la delimitación de la frontera de los trabajos y responsabilidades correspondientes a cada uno, los Contratistas se atenderán al dictamen que sobre el particular indique la Dirección de Obra.

Todas las terminaciones de los trabajos deberán ser limpias, estéticas y dentro del acabado arquitectónico del edificio, esmerando principalmente los trazados de las redes y soporteras de

forma que respeten las líneas geométricas y planimétricas de suelos, techos, falsos techos, paredes y otros elementos de construcción e instalaciones conjuntas.

Todos los materiales acopiados o montados deberán estar suficientemente protegidos al objeto de que sean evitados los daños que les puedan ocasionar agua, basura, sustancias químicas, mecánicas y en general afectaciones de construcción u otros oficios reservándose la Dirección el derecho a eliminar cualquier material que por inadecuado acopio bien en almacén o montaje juzgase defectuoso.

A la terminación de los trabajos el Contratista debe proceder a una limpieza y eliminación del material sobrante, recortes, desperdicios, etc., así como de todos los elementos montados o de cualquier otro concepto relacionado con su trabajo, no siendo causa justificativa para la omisión de lo anterior la afectación del trabajo de otros oficios o empresa constructora.

### **2.1.9. Inspecciones**

Tanto la Dirección de Obra como la Propiedad podrá realizar todas las revisiones o inspecciones tanto en el edificio como en los talleres, fábricas, laboratorios, etc., donde el Contratista se encuentre realizando los trabajos correspondientes con esta instalación, pudiendo ser las mencionadas inspecciones totales o parciales, según los criterios que la Dirección dictamine al respecto.

### **2.1.10. Representación del contratista**

Con objeto de evitar la descoordinación entre la Dirección de Obra y el Contratista, este último nombrará una persona que actuará como su interlocutor técnico y económico en materia de instalaciones, desde el momento de la adjudicación hasta la recepción final de las instalaciones.

### **2.1.11. Libro de control**

Existirá un libro de control facilitado por la Dirección de Obra, que en todo momento estará a disposición de la misma, de la Propiedad y del Contratista. Este libro se utilizará para dar por escrito las órdenes que se estime oportunas impartir en el momento, así como para el control de la obra.

Este libro contará con juegos triplicados de hojas numeradas, quedando el original siempre en el propio libro, y siendo las otras dos copias para la Dirección de Obra y para el Contratista, respectivamente.

La utilización de este libro para las anotaciones urgentes se complementará con las actas de visita de obra y reuniones de trabajo que se consideren oportunas. Tanto el libro, como las actas, habrán de estar firmadas por la Propiedad, el Contratista y la Dirección de Obra, y adecuadamente identificadas y datadas.

Cualquier intento de manipulación fraudulenta de estos documentos de control podrá ser considerado por la Propiedad como causa suficiente de rescisión de contrato.

#### **2.1.12. Reuniones de obra**

Con la frecuencia que se determine, o a petición de la Dirección de Obra, se podrán realizar visitas y reuniones de control, a las que será obligatoria la asistencia del representante autorizado del Contratista. En cada caso se elaborará un acta manuscrita que será firmada por los asistentes. Cada asistente podrá redactar, también de forma manuscrita y en el momento, la alegaciones o disconformidades respecto de lo expuesto en el acta. El contenido de las actas será vinculante para los asistentes.

La inasistencia voluntaria o reiterada a las reuniones o la negativa a firmar las actas manuscritas podrán ser causa suficiente para la retención de las certificaciones de obra, e incluso para la rescisión del contrato, si así lo decide la Propiedad.

#### **2.1.13. Oficina de obra**

El contratista dispondrá, al margen de las casetas de obra para su personal, de una oficina de obra para las reuniones de la Propiedad, Dirección de Obra y Contratista.

El local tendrá la siguiente configuración y dotación:

a) Local para reuniones generales de obra:

- Dimensiones mínimas: 6x3 m
- Dotación mínima: mesa de 3x1,2 m, 12 sillas, 10 cascos de obra, teléfono, fax, fotocopidora, climatizador, frigorífico, pizarra magnética de 3x1,2 con imanes y tiras metálicas para colgar planos con imanes, estanterías y armarios

b) Local para la Dirección de obra

- Dimensiones mínimas: 4x3 m
- Dotación mínima: mesa de diámetro 3x1,2 m, 4 sillas, teléfono, estanterías y armarios.

Todos los costes relativos a la oficina y mantenimiento, incluyendo los consumos energéticos y telefónicos, así como la limpieza diaria antes de las 8 de la mañana o después de las 8 de la tarde, se consideran incluidos en los gastos generales de la obra, por lo que no se habilitarán partidas especiales para su abono.

#### **2.1.14. Modificaciones**

La Dirección de Obra podrá introducir en el Proyecto ,antes de comenzar las obras o durante la ejecución de éstas, las modificaciones o cambios que considere oportuno para la normal ejecución de las instalaciones, o bien por necesidades técnicas como consecuencia de las informaciones recibidas del Contratista, o por conveniencia de la Propiedad, produzcan o no variación en las mediciones o unidades de obra y por tanto en el presupuesto, quedando el Contratista obligado a ejecutarles, aunque previamente se fijarán por escrito las condiciones económicas y técnicas a las que estarán sujetas estas modificaciones.

Cuando la variación en las mediciones o en las unidades no afecten en más de un 30% del total de la obra, tanto al alza como a la baja, el Contratista no tendrá derecho a variación alguna de los precios unitarios ni a la indemnización de cualquier clase por supuestos perjuicios.

El Contratista no podrá realizar por sí alteración alguna del Proyecto sin autorización escrita por parte de la Dirección de Obra. Cualquier variación que se proponga por parte del contratista, será presentada a la Dirección de Obra, advirtiendo de todas las consecuencias que pudiera tener este cambio en las otras partes del proyecto. De no ser así, la repercusión de estos cambios correría a cuenta del Contratista.

Sólo serán admitidas a estudio modificaciones a lo indicado en el proyecto por alguna de las siguientes causas:

- a) Mejoras en la calidad, cantidad o montaje de los diferentes componentes de la instalación, siempre y cuando no quede afectado el presupuesto o en todo caso sea disminuido, no repercutiendo en ningún caso este cambio con compensación de otros materiales.

- b) Modificaciones en la arquitectura del edificio y consecuentemente variación de su instalación correspondiente. En este caso la variación de instalaciones será exclusivamente la que apruebe la Dirección de Obra o en su caso el Contratista con la aprobación de aquélla. Al objeto de matizar este apartado, se indica que se entienden modificaciones importantes en la función o conformación de una zona amplia del edificio. Las pequeñas variaciones debidas a los normales movimientos de obra, quedan incluidos en el precio del Contratista.

Es responsabilidad del contratista confirmar todas las dimensiones, cantidades y la coordinación de materiales y productos suministrados por él con otros gremios. En los casos de aparición de problemas debidos a interferencias, modificación de la arquitectura del edificio, etc., será responsabilidad del contratista la realización de propuestas para la resolución de los mismos, que presentará a la Dirección de Obra para su aprobación.

#### **2.1.15. Precios contradictorios**

Previo a su ejecución, las unidades de obra no previstas en el proyecto serán valoradas por el Contratista, y presentados sus importes para aprobación por la Dirección de Obra. Las valoraciones de estos trabajos deberán ser coherentes con las previstas en el proyecto.

En caso de no existir acuerdo entre la Dirección de Obra y el Contratista, prevalecerá el criterio del primero, que deberá justificar técnicamente su valoración.

#### **2.1.16. Instalaciones no autorizadas y trabajos defectuosos**

Si un trabajo ha sido ejecutado sin la correspondiente autorización de la Dirección de Obra, o el mismo, aún autorizado, no reúne los requisitos de calidad exigidos, la Dirección de Obra se lo comunicará al Contratista, que dispondrá de 15 días para rectificar lo ejecutado o demoler la instalación.

En caso de no hacerlo en este periodo, la Propiedad podrá encargar dicho trabajo a un tercero, cuyos gastos correrán a cuenta del Contratista.

### **2.1.17. Reservas de la Propiedad**

La propiedad se reserva el derecho a conceder trabajos relacionados con la misma obra a terceros, facilitando el Contratista principal el acceso de personas, equipos y materiales precisos para la ejecución de esos trabajos.

La propiedad se reserva el derecho a subsanar las desviaciones en calidad y plazo. En caso de detectar estas desviaciones, la Dirección de Obra notificará al Contratista la existencia de dichas desviaciones. En caso de que la Contrata no hubiera empezado a subsanar las deficiencias dentro de los diez días siguientes al requerimiento, la Propiedad podrá ejecutar o hacer ejecutar a terceros los trabajos requeridos para la subsanación de las deficiencias, sin perjuicio de cualquier otra acción o recurso que tuviera a su disposición. Los gastos correspondientes serán deducidos de los importes que la Propiedad adeude a la Contrata, o del monto de las garantías o fianzas, si a juicio de la Dirección de Obra fuese procedente.

### **2.1.18. Certificaciones parciales y certificación final**

Durante la ejecución de las obras, se procederá a realizar las certificaciones parciales pactadas entre Propiedad y Contratista, en cantidad y modo.

En caso de no existir un acuerdo específico, las certificaciones serán mensuales, todas ellas a origen, considerándose en cualquier caso que la aceptación de una certificación no supone en modo alguna la aceptación tácita de lo incluido en ella, y, por lo tanto, podrán ser rechazados posteriormente trabajos o materiales incluidos en las mismas.

En las certificaciones parciales, y salvo indicación en contra de la Dirección de Obra, se incluirán exclusivamente materiales colocados y trabajos ejecutados, dejando, en el caso de los materiales, una reserva del 25% de su valor en concepto de reserva hasta realización de puesta en marcha y superación de las pruebas.

Será misión de la Dirección de Obra trasladar las certificaciones a la Propiedad para su aprobación, incluyendo sus observaciones al respecto.

La certificación final se aprobará simultáneamente con la recepción final de las instalaciones, quedando cumplimentados simultáneamente los aspectos técnicos y económicos de la obra. Esta certificación final incluirá el abono de las garantías efectuadas en concepto de puesta en marcha y pruebas de las instalaciones.

### **2.1.19. Calidades**

Cualquier elemento, máquina, material y en general cualquier concepto en el que pueda ser definida una calidad, será el indicado en el proyecto bien determinado por una marca comercial, o por una especificación concreta. Si no estuviese definida una calidad, la Dirección podrá elegir la que corresponda en el mercado a niveles de primera calidad.

Por esta razón, todo aquello que no sea lo específicamente indicado en el presupuesto o proyecto, deberá haber sido aprobado por escrito por la Dirección de obra para su instalación pudiendo ser eliminado, por tanto, sin ningún perjuicio para la Propiedad si no fuese cumplido este requisito.

Antes del suministro de equipos o materiales el Contratista entregará una lista de los mismos, señalando los cambios de marcas propuestos, para aprobación por parte de la Dirección Facultativa.

### **2.1.20. Planos de montaje y documentación**

El Contratista debe preparar todos los planos tanto de taller como de montaje necesarios, mostrando en detalle las características de construcción precisas para el correcto montaje de los equipos y redes por sus montadores para pleno conocimiento de la Dirección y de los diferentes oficios y empresas constructoras que concurren en la edificación. Entre otros puntos, los mencionados planos deben determinar la situación exacta de bancadas, anclajes, huecos, soportes, etc., y todo ello dentro de los plazos de tiempo exigidos para no entorpecer el programa general de construcción y acabado bien sea por zonas o bien sea general. Independiente de lo anterior, el Contratista debe marcar en obra los huecos, pasos, trazados y en general todas aquellas señalizaciones necesarias tanto para sus montadores, como de otros oficios o empresas constructoras.

Según se ha indicado en puntos anteriores, es así mismo competencia del Contratista, la presentación de los escritos y planos correspondientes para la legalización de su instalación ante los diferentes entes u organismos.

No se iniciará ningún trabajo que requiera plano de montaje, documentación o muestra si no ha sido revisado por la Dirección Facultativa.

Antes de la instalación de equipos o materiales se entregará la siguiente información y la que se indique en cada capítulo correspondiente:

- Planos a escala con localización de pasamuros y aberturas a realizar.
- Planos a escala de conductos, tuberías, canalizaciones eléctricas, de voz y datos, con dimensiones, cotas e indicación apropiada de coordinación con otros contratistas o gremios. Ubicación de equipos.
- Planos con detalles constructivos típicos afectados.
- Esquemas de principio de aire, hidráulicos, eléctricos y de control, incluyendo todos los terminales de los elementos de control o controlados por la instalación.
- Lista de soportes, antivibratorios, materiales aislantes térmicos o acústicos y silenciadores, incluyendo sus características técnicas y, específicamente, su comportamiento al fuego.
- Relación de válvulas, compuertas, protecciones, interruptores, paneles de control, etc., indicando localización, función, tipo e identificación.
- Catálogos e información técnica de todo el equipamiento a instalar.

Los documentos no se aceptarán para revisión si no:

- Están correctamente identificados en el proyecto.
- Reflejan las características completas del equipo, incluso, elementos auxiliares si es necesario.

En la revisión de los planos de montaje:

1. No se considerará aceptado ningún documento en el que existan diferencias relevantes respecto a lo especificado, a no ser que, en la documentación presentada por el contratista, dichas diferencias estén claramente señaladas.
2. Es la responsabilidad del contratista confirmar todas las dimensiones, cantidades y la coordinación de materiales y productos suministrados por él con otros gremios. La aprobación de planos de montaje que contengan errores, no eximirá al contratista de realizar correcciones a su coste.
3. Las sustituciones de equipos, materiales, etc. respecto a lo previsto en proyecto deben ser coordinados por el contratista con otros posibles contratistas afectados. No se admitirán sobrecostos generados por trabajos que deban realizar estos otros contratistas, a no ser que exista un acuerdo previo por escrito con la propiedad.

Asimismo, al final de la obra el Contratista deberá entregar unos planos de construcción y diferentes esquemas de funcionamiento o conexionado necesarios para que en el futuro conocimiento haya una determinación precisa de cómo es su instalación, tanto en sus elementos vistos como ocultos. Estos planos ("as-built") tendrán las siguientes características:

- Mostrarán todo el trabajo sujeto al contrato e información dimensional para exacta localización de conductos y tuberías ocultas.
- Los planos incluirán la actualización de las listas de equipos.
- Los planos serán de tipo reproducible, según instrucciones.
- El contratista dispondrá de los planos de petición de oferta que sean adecuados para su uso en la elaboración de los planos de montaje y/o "as-built". En cualquier caso, no se debe interpretar que el número de planos "as-built" y/o montaje a realizar esté condicionado por los planos realizados para petición de oferta.

Cualquier documentación gráfica generada por el Contratista sólo tendrá validez si está visada por la Dirección de Obra, entendiéndose que esta aprobación es general y no releva de ningún modo al Contratista, de la responsabilidad de errores y de la correspondiente necesidad de comprobación y reparación de planos por su parte.

### **2.1.21. Garantía**

Tanto los componentes de la instalación como su montaje y funcionamiento, debe quedar garantizada por un año como mínimo, a partir de la recepción provisional y en ningún caso esta garantía cesará hasta que sea realizada la recepción definitiva.

## 2.1.22. Mantenimiento

A) Instrucciones:

Una vez finalizados todos los ensayos y ajustes, se darán instrucciones completas al Representante de la Propiedad respecto a todos los detalles de operación y mantenimiento de los equipos instalados. El contratista aportará personal cualificado para manejar dichos equipos durante un período suficiente de tiempo para garantizar que el Representante de la Propiedad esté suficientemente cualificado para asumir el manejo y procedimientos de mantenimiento. Asimismo, el Contratista aportará el personal cualificado para hacer funcionar los equipos durante un período suficiente de tiempo, para cumplir con todos los ensayos de funcionamiento y rendimiento requeridos por la administración competente en estas materias.

B) El contratista suministrará todas las herramientas especiales necesarias para el mantenimiento de todos los sistemas.

C) Manuales de operación y mantenimiento:

1. El Contratista aportará copias encuadernadas de todos los manuales de operación y de mantenimiento, incluyendo datos sobre las capacidades y el mantenimiento de todos los equipos y aparatos.
2. Manual de operación. En esta sección se incluirán datos completos sobre el diseño y gestión de los sistemas. El documento señalará claramente las características esenciales de cada sistema y explicará los pasos y actividades precisos para manejar cada sistema instalado.

Los siguientes puntos indican el alcance del manual.

- a. Descripción narrativa de los principios de operación.
  - b. Diagramas de sistemas indicando conexiones, secuencia de funcionamiento y diagramas de flujos.
  - c. Esquemas de cableado suficientemente detallados para definir el sistema y el funcionamiento de los elementos relacionados.
  - d. Curvas de Rendimiento: para bombas, ventiladores y equipos similares bajo las condiciones de funcionamiento.
  - e. Mandos automáticos: Esquemas y descripción de funciones.
  - f. Procedimientos de pruebas.
  - g. Validaciones de pruebas.
  - h. Los libros de instrucciones podrán ser los estándares, pero estarán señalizados claramente los equipos a los que se aplican.
  - i. Los procedimientos de funcionamiento incluirán como mínimo, arranque, funcionamiento normal, funcionamiento en emergencias y parada.
  - j. Cuando sea aplicable, se colocará un (1) juego de instrucciones de manejo y mantenimiento en un marco con cristal y se colgará al lado del equipo en cuestión.
3. Manual de mantenimiento: En esta sección se incluirá información con referencia específica a instrucciones sobre procedimientos, procesos y actividades a ser realizados por el personal responsable del mantenimiento. Se describirán las prácticas recomendadas y la periodicidad de los trabajos de mantenimiento, pruebas e informes y se definirá cualquier acuerdo contractual formalizado con contratistas/proveedores de artículos requeridos para llevar a cabo los programas permanentes de mantenimiento o sus responsabilidades.

El alcance del manual de mantenimiento se define en los siguientes puntos:

- a. Una descripción completa de todos los equipos, incluyendo una relación desglosada de todos los componentes de los mismos.
- b. Instrucciones completas de funcionamiento y mantenimiento para todos los equipos, incluidos los trabajos periódicos de mantenimiento y operaciones secuenciales.
- c. Los planos del fabricante de todos los equipos señalando componentes de vital importancia y el método de montaje y desmontaje.
- d. Esquemas de cableado de paneles de control y arrancadores.
- e. Diagramas de control y secuencia de operaciones.
- f. Instrucciones de instalación.

- g. Ajustes y alineamiento.
  - h. Programa de lubricación: indicando el tipo y la frecuencia de la lubricación requerida para cada elemento del equipo.
  - i. Lista de piezas de recambio recomendables.
  - j. Despiece: Identificando las distintas piezas de los equipos a efectos de su reparación y sustitución, identificando herramientas especiales y suministros necesarios.
  - k. Lista de Herramientas y Equipos de Ensayos Especiales: Presentar copias de la lista recomendada de herramientas y equipos de ensayo especiales requeridos para el funcionamiento y mantenimientos satisfactorios a lo largo de la vida útil del equipo.
4. Procedimientos de Mantenimiento Preventivo: Se suministrará un procedimiento para cada elemento del equipo y del sistema, cuando sea aplicable. Dicho procedimiento incluirá, pero no se limitará a, las comprobaciones periódicas, ajustes, inspecciones y limpieza. Se suministrará un programa para cada equipo, con una relación de la secuencia recomendada por el fabricante respecto a los trabajos específicos de mantenimiento a realizar a intervalos específicos, p. ej. semanalmente, mensualmente, trimestralmente según el número de horas de funcionamiento. Se colocarán advertencias cuando ciertas acciones puedan dañar o perjudicar el funcionamiento del equipo.

D) Servicio de mantenimiento:

- 1. Generalidades: Hasta la Recepción Provisional, además de los requisitos incluidos en otras secciones de las Especificaciones, el Contratista será responsable de la realización de inspecciones regulares y el mantenimiento total de todo el sistema mecánico instalado de acuerdo con estas Especificaciones.

### **2.1.23. Ajuste, limpieza y protección**

- A) Se mantendrán tapados todos los equipos hasta que no se terminen los trabajos de interiores con generación de polvo o suciedad y estos estén preparados para operar.
- B) Durante el proceso de montaje, proteger todas las canalizaciones, tuberías y equipos contra daños y suciedad. Se tapaná la parte superior de todas las canalizaciones y tuberías instaladas verticalmente.
- C) Limpieza química: Todos los sistemas de tuberías serán lavados a fondo con los productos químicos adecuados para quitar las lacas, aceites de corte y otros materiales extraños.

En caso de que se deban probar hidrostáticamente secciones del sistema antes de su limpieza, se deberá añadir al agua de ensayo un inhibidor a un nivel suficiente para pasiva el metal y cubrir las superficies de la tubería de una película protectora con el fin de evitar la corrosión antes de su limpieza y tratamiento.

- D) Se entregará un certificado de limpieza de los sistemas a la propiedad.

- E) Se ajustará y limpiará la instalación para lograr su funcionamiento específico y de acuerdo con las indicaciones del fabricante. Se repararán y/o reemplazarán los componentes que no alcancen las prestaciones especificadas.
- F) Se protegerá la obra frente a daños durante la construcción, de tal modo que no tenga señal alguna de deterioro o desperfecto cuando el propietario la reciba.

#### **2.1.24. Ejecución**

##### **A) Examen**

Se examinarán las condiciones bajo los que se deberá ejecutar la obra. No se comenzará la instalación hasta que las condiciones sean adecuadas.

##### **B) Instalación**

1. Generalidades: Se hará la instalación de acuerdo con las verificaciones finales y las indicaciones de los fabricantes. Se verifican las medidas y dimensiones en el lugar donde se ejecute el proyecto y se coordinará el trabajo con las otras partes. Se instalará en los emplazamientos señalados, en alineación y elevación perfectas, en vertical, horizontal, y a nivel. Se utilizarán métodos que eviten que se dañe o ensucie la obra durante su instalación.
2. Dilatación y contracción:
  - a. Dilatación: La Dilatación de tuberías y canalizaciones, por regla general, se absorberá en curvas y liras. Las tuberías principales, bifurcaciones y ramales de acometida se instalarán de tal forma que permitan la dilatación y contracción libre sin que dé lugar a fugas o tensiones indebidas.
  - b. Juntas de dilatación del edificio: En los equipos, tuberías, conductos, canalizaciones, etc. que crucen las juntas de dilatación del edificio se preverán las medidas necesarias para permitir la dilatación y contracción adicionales que puedan ocurrir.

### **2.1.25. Identificación de equipos**

- A) Una vez aplicada la pintura final los equipos serán debidamente identificados.
- B) Válvulas e interruptores.
  - 1. Se dotará a todas las válvulas e interruptores de identificación (preferentemente etiqueta), señalando su código de identificación y función que atiende.
- C) Identificación de tuberías, canalizaciones eléctricas y de voz/datos y codificación.
  - 1. Se señalarán los contenidos de las canalizaciones de cable mediante etiquetas, y la de tuberías mediante etiquetas o códigos de color, incluyendo la dirección del flujo.
  - 2. En canalizaciones y tuberías vistas se colocarán bandas en los tramos rectos, junto a las cajas de registro y derivación y válvulas, en los puntos donde entren y salgan de un tabique, muro, suelo o techo, etc. de tal modo que se pueda identificar sin confusión.
  - 3. En canalizaciones y tuberías ocultas pero accesibles se colocarán bandas en la forma descrita para las vistas.
  - 4. Se señalarán los puntos de entrada y salida a equipos o tanques.
  - 5. Los colores se ajustarán al sistema de la normativa local (UNE). Se suministrarán 24 bandas adicionales de cada tipo para un futuro uso por parte de la propiedad.

### **2.1.26. Otros trabajos**

#### Huecos y aberturas

- A) Se proveerá la información necesaria para que las aberturas en suelos o muros se puedan dejar a tiempo y evitar roturas posteriores.
- B) Se dejarán huecos según los planos de montaje aprobados. Asimismo, se suministrarán y colocarán en su lugar todas los pasamuros necesarios, antes de que se vierta hormigón.

#### Puertas de acceso en acabados interiores

- A) El contratista se hará responsable de la instalación adecuada de las puertas de acceso y registros necesarios.
- B) Coordinará y preparará una lista de localización, tamaño y función de las puertas de acceso solicitadas y se la entregará a un representante del gremio correspondiente.
- C) Las puertas de acceso serán de dimensiones mínimas: 300 x 300 mm.

#### Protección contra incendios

Además de los medios de protección contra incendios especificados en otros apartados se rellenarán todos los espacios entre canalizaciones, conductos o tuberías y sus respectivos pasamuros con lana mineral u otro material similar resistente al fuego, comprimidos sólidamente. No se utilizará ni fibra de vidrio ni amianto. Los espacios libres entre tuberías (o conductos) y los pasamuros serán inferiores a 15 mm. Se utilizarán pasamuros individuales para cada canalización, tubería o conducto. Se dispondrán discos-tapa a ambos lados de los pasamuros, lo que incluye los espacios entre canalizaciones, conductos o tuberías y los respectivos huecos o pasamuros.

#### Pintura

- A) Ningún equipo se suministrará sin ser pintado, y cualquier desperfecto en la pintura será reparado.
- B) A todos los elementos metálicos no galvanizados, ya sean tuberías, soportes, o bien accesorios, o que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por su fabricante, se les aplicará dos capas de pintura antioxidante. Las dos manos se darán: la primera fuera de obra y la otra con el tubo instalado.

En las tuberías que lleven aislamiento térmico, antes de la aplicación de éste último, deberá procederse a su pintado según lo indicado anteriormente.

- C) Pintura final: No se pintarán las placas de identificación, etiquetas, rótulos o artículos de acero inoxidable o cromados, como vástagos de válvula, ejes de motor, palancas, manivelas, cintas de adorno, etc.

#### Prueba de otros sistemas

- A) Se suministrará la asistencia necesaria para que se puedan realizar las pruebas de otros sistemas que no estén incluidos en el contrato y que requieran participación.
- B) Esta parte se coordinará con las otras partes y se probarán conjuntamente todos los sistemas. Cuando todos los sistemas funcionen perfectamente, se informará al propietario por escrito.

### Indicación de alarma

Se suministrarán e instalarán todos los dispositivos (niveles, termostatos, presostatos, etc.) que se requieran para indicación de alarma.

### Pruebas y ensayos de materiales

La Dirección de Obra podrá someter todos los materiales a las pruebas y análisis que considere oportuno para cercionarse de sus buenas condiciones, además de solicitar los correspondientes certificados acreditativos. Se podrán solicitar estas pruebas en cualquier momento de las obras, y en la forma en que se considere más adecuado.

Estas pruebas se realizarán conforme a lo especificado en el apartado oportuno de este pliego, o en su defecto, según lo indicado en las normas UNE vigentes aplicables al ensayo en cuestión.

Además de los equipos y materiales, también se ensayarán las instalaciones completas, a fin de comprobar el correcto funcionamiento conjunto.

El coste de los materiales que han de ensayarse, así como el de los instrumentos y herramientas, mano de obra, así como el de subcontratación de personal experto, empresas especializadas o laboratorios, correrán por cuenta del Contratista.

La comprobación incluirá la adecuación a lo proyectado, el correcto funcionamiento de cada equipo o parte y el adecuado funcionamiento del conjunto.

Se procederá a la recepción provisional únicamente si los resultados de las pruebas son satisfactorios

### **2.1.27. Interpretación del proyecto.**

La interpretación del proyecto corresponde en primer lugar al Ingeniero autor del mismo o en su defecto a la persona que ostente la Dirección de Obra. Se entiende el proyecto en su ámbito total de todos los documentos, memoria, planos, presupuesto y pliego de condiciones técnicas, quedando por tanto el Contratista enterado por este pliego de condiciones técnicas, que cualquier interpretación del proyecto para cualquier fin y entre otros para una aplicación de contrato, debe atenerse a las dos figuras (Autor o Director) indicadas anteriormente.

## **2.2. Normativa general aplicable**

Con total independencia de las prescripciones indicadas en los documentos del proyecto, es prioritario para el Contratista el cumplimiento de cualquier reglamentación de obligado cumplimiento, en su edición más reciente, que afecte a su instalación, bien sea de índole nacional, autonómico, foral, municipal, de compañías suministradoras, o en general de cualquier ente que pueda afectar a la puesta en marcha legal y necesaria para la consecución de las funciones del edificio, siendo por tanto competencia y responsabilidad del Contratista la previa revisión del proyecto antes de que realice ningún pedido ni que ejecute ningún montaje y su denuncia a la Dirección y Propiedad de cualquier concepto no compatible con la reglamentación exigida. Esta comunicación deberá ser realizada por escrito y entregada en mano a la Dirección de Obra.

En particular se atenderá a lo dispuesto en el capítulo específico de este pliego, y en la siguiente lista de normas y reglamentos genéricos, que en ningún caso deberá entenderse como limitante o excluyente:

- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Instrucciones complementarias para la aplicación del RMINP.
- Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo (R.D. 486/1997).
- Prevención de Riesgos Laborales.
- Normas UNE o sus equivalentes CE.
- Normas Tecnológicas de la Edificación.
- Ordenanza general de Protección del Medio Ambiente Urbano.
- Condicionados que puedan ser emitidos por los organismos afectados por estas instalaciones.

### **2.3. Planificación de la obra**

En un plazo de 15 días desde la fecha de la adjudicación de la instalación, el Contratista de la instalación, deberá presentar un planning de ejecución, desglosado por partidas, con indicación de los tiempos mínimos y máximos para su ejecución, y con indicación del personal aplicado a cada trabajo.

Asimismo, presentará otro planning relativo a fechas de suministro de los equipos y materiales en la obra.

Una vez revisados los planning de ejecución y de suministro, la Dirección Técnica de la Obra facilitará al Contratista el planning definitivo de trabajos y suministros que será incluido como documento contractual en el Contrato de Ejecución de la Instalación.

### **2.4. Tramitaciones oficiales**

El contratista de la instalación es responsable de la tramitación de cuantos permisos oficiales sean necesarios para la puesta en funcionamiento de la instalación.

De esta manera tramitará los permisos de la Delegación de Industria, y los permisos de acometidas necesarios ante los organismos o empresas correspondientes.

Sin estos permisos, no se procederá a realizar la Recepción de la Instalación, ni siquiera de forma provisional.

### **2.5. Recepciones de obra**

#### **2.5.1. Recepción provisional**

Una vez realizado el protocolo de pruebas por el Contratista según indicaciones de la Dirección de Obra y acordes a la normativa vigente, aquel deberá presentar la siguiente documentación, y cualquier otra que contemple la reglamentación vigente:

- Copia del certificado de la instalación presentado ante la Delegación del Ministerio de Industria y Energía, firmado, si precisa este trámite.
- Protocolo de pruebas (original y copia).
- Manuales de instrucciones (original y copia).
- Libro oficial de mantenimiento.

- Proyecto actualizado (original y copia), incluyendo planos de la instalación realmente ejecutada.
- Esquemas de principio, coloreados y enmarcados para su ubicación en salas de máquinas.
- Relación de materiales y equipos empleados.

Ante la documentación indicada, la Dirección de Obra emitirá el acta de recepción correspondiente con las firmas de conformidad correspondientes de contratista y propiedad. Es facultad de la Dirección adjuntar con el acta relación de puntos pendientes, cuya menor incidencia permitan la recepción de la obra, quedando claro el compromiso por parte del Contratista de su corrección en el menor plazo.

Desde el momento en que la Dirección acepte la recepción provisional se contabilizarán los periodos de garantía establecidos, tanto de los elementos como de su montaje. Durante este periodo es obligación del Contratista, la reparación, o modificación de cualquier defecto o anomalía, (salvo los originados por uso o mantenimiento) advertido y programado para que no afecte al uso y explotación del edificio.

### **2.5.2. Recepción definitiva**

Transcurrido el plazo contractual de garantía y subsanados todos los defectos advertidos en el mismo, el Contratista notificará a la propiedad el cumplimiento del periodo. Caso de que la propiedad no objetará ningún punto pendiente, la Dirección emitirá el acta de recepción definitiva, quedando claro que la misma no estará realizada y, por lo tanto, la instalación seguirá en garantía hasta la emisión del mencionado documento.

### 3. Normativa específica de las instalaciones.

El Contratista deberá realizar la instalación atendiendo a las diferentes normativas vigentes de tipo genérico, ya reflejadas en un punto anterior de este documento, y las específicas de las instalaciones de climatización/calefacción/ventilación:

- Norma básica de la edificación sobre Condiciones Térmicas en los Edificios NBE-CT-79.
- Norma básica de la edificación sobre Condiciones Acústicas en los Edificios NBE-CA-88.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios RITE e Instrucciones Técnicas Complementarias ITE. Aprobado por RD 1751/1998 de 31 de Julio.
- Modificación al RITE e Instrucciones Técnicas Complementarias. Aprobada por RD 1218/2002 de 22 de noviembre.
- Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas RSF. Aprobado por RD 3099/1977 de 8 de septiembre, e Instrucciones Técnicas Complementarias MI-IF aprobadas por Orden de 24 de enero de 1978.
- Modificaciones al RSF e MI-IF aprobadas por Ordenes 4-4-79 (B.O.E. 10-5-79). - Orden 30-9-80 (B.O.E. 18-10-80). - Real Decreto 754/1981 (B.O.E. 28-4-81). - Orden 21-7-83 (B.O.E. 29-7-83). - Orden 19-11-87 (B.O.E. 5 -12-87). - Orden 4-11-92 (B.O.E 17-11-92). - Orden 23-11-94 (B.O.E. 2-12-94). - Orden 24-4-96 (B.O.E. 10-5-96). - Orden 26-2-97 (B.O.E. 11-3-97). - Orden 23-12-98 (B.O.E. 12-1-99).
- Artículos y Anexos vigentes del Reglamento de Recipientes a Presión, aprobado por Decreto 2443/1969, de 16 de agosto, y modificado por Decreto 516/1972, de 17 de febrero.
- Reglamento de Aparatos a Presión RAP. Aprobado por RD 1244/1979 de 4 de abril e Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-ITC-AP.
- RD 473/1988 de 30 de marzo, 1491/1995 de 11 de octubre (modificado por RD 2486/1994 de 23 de diciembre) y 769/1999 de 7 de mayo, por los que se aprueban las Directivas del Consejo de las Comunidades Europeas, 76/767/CEE, 87/404/CEE y 97/23/CEE.
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE-ICR, NTE-ICC y NTE-ISH.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 2 de agosto, B.O.E. de 18-09-2002.
- EN 746-2. Equipos térmicos industriales, parte 2. Prescripciones de seguridad concernientes a la combustión y la manipulación de combustibles.
- Norma UNE 60-601. Instalaciones de calderas a gas para calefacción y/o ACS de potencia superior a 70 kW
- MIE-APQ-001. Instrucción técnica complementaria sobre almacenamiento de líquidos inflamables y combustibles.

Además, serán de aplicación todas las normas o códigos oficiales obligatorios, tanto Nacionales, como de las Administraciones local y Autonómica. De igual manera, se respetarán cualesquiera otras normativas o reglamentos mencionados en el presente pliego.

## **4. Condiciones Técnicas de las instalaciones**

### **4.1. Tuberías y accesorios**

#### **4.1.1. General**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de las redes de agua de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Se ejecutará el replanteo de cada ramal de tubería con arreglo a los planos del Proyecto levantándose una planta y un perfil longitudinal de replanteo, procediéndose a su presentación para la confrontación y aprobación de la Dirección de Obra, requisito sin el cual no podrán comenzar los trabajos. En todo caso se dispondrá siempre de manera que la instalación quede protegida en todo momento contra heladas o calentamientos excesivos.

Se suministrarán todas las tuberías, accesorios y soportería que se muestren en los planos, o se requieran para el perfecto funcionamiento de las instalaciones y de acuerdo con las especificaciones y normas aplicables.

Todas las tuberías se instalarán de forma que presenten un aspecto rectilíneo, limpio y ordenado, usándose accesorios para los cambios de dirección y dejando las máximas alturas libres en todos los locales con objeto de no interferir con las instalaciones de otro tipo particularmente las eléctricas y de iluminación.

Las rozas y encuentros con la construcción se efectuarán atendiendo rigurosamente a los tendidos indicados en los planos y si se produjeran daños en el edificio, equipos, otras conducciones, etc., los mismos se repararán por expertos del ramo correspondiente corriendo el gasto derivado de las mismas a cuenta del contratista.

No se aceptarán suspensores de cadena, fleje, barra perforadora o de alambre. El Contratista, quien suministrará el equipo y aparatos necesarios para los ensayos y pruebas de las diversas redes, comprobará todos los sistemas de tuberías de fecales y ventilación, mediante ensayos que serán aprobados por escrito por la Dirección de la Obra antes de su aceptación.

El montaje deberá ser de primera calidad y completo. Siempre que sea posible, las tuberías deberán instalarse paralelas a las líneas de edificio, a menos que se indique de otra forma. En la alineación de las tuberías no se admitirán desviaciones superiores al 2 por mil. Toda la tubería, válvulas, etc., deberán ser instaladas suficientemente separadas de otros materiales y obras. Serán instaladas para asegurar una circulación del fluido sin obstrucciones, eliminando bolsas de aire y permitiendo el fácil drenaje de los distintos circuitos. Para ello se mantendrán pendientes mínimas de 5 mm/m. en sentido ascendente para la evacuación de aire o descendente para desagüe de punto bajo. Cuando limitaciones de altura no permitan la indicada pendiente, se realizará escalón en tubería con purga normal en el punto alto y desagüe en el bajo, estando ambos conducidos a sumidero o red general de desagües. Se instalarán purgadores de aire en los puntos más altos y drenajes en los puntos más bajos, quedando incluido en el suministro las válvulas de bola, tubería de purga, desagüe, colector abierto de desagües de purgas, botellones y en general todos los elementos necesarios hasta

el injerto en bajantes, red de desagües o sumidero. El diámetro mínimo de la tubería de desaire será de 3/8" en general y 3/4" en verticales.

La tubería será instalada de forma que permita su libre expansión, sin causar desperfectos a otras obras o al equipo, al cual se encuentre conectada equipándola con suficientes dilatadores o liras de dilatación y anclajes deslizantes. Los recorridos horizontales de las tuberías de agua deberán tener una inclinación ascendente, realizada por medio de reducciones excéntricas en las uniones en las que se efectúa un cambio de diámetro.

Las tuberías de drenaje deberán tener una pendiente descendente en la dirección del agua de 10 mm. por metro lineal y en ningún caso esta pendiente será inferior a 6 mm. por metro lineal en cuyo caso deberá comunicarlo a la Dirección para la determinación oportuna.

Las tuberías deberán ser cortadas exactamente y en las uniones, tanto roscadas como soldadas, presentarán un corte limpio sin rebabas.

En estas últimas los extremos de las tuberías se limarán en chaflán para facilitar y dar robustez al cordón de soldadura. En las uniones embridadas se montará una junta flexible de goma, Klingerit o el elemento adecuado al fluido trasegado.

Una vez recibidas en obra, y antes de su correcto acopiado, las tuberías de acero negro (forjado o estirado) serán pintadas con una primera capa de pintura antioxidante. Si se acopiasen en exteriores, las pilas deberán estar cubiertas con lonas o plásticos. Durante el montaje, los extremos abiertos de las tuberías deberán estar protegidos.

Las secciones serán circulares con espesores uniformes. Los defectos superficiales tales como huecos o rayas, serán examinados para apreciar su importancia. Caso de rectificación, el espesor deberá mantenerse dentro de una tolerancia de -12,5% del espesor nominal.

No se admitirán en los tubos, grietas o apliques de laminado, abolladuras, rayas, depresiones o corrosión que puedan afectar a la resistencia mecánica del tubo, asperezas o escamas internas visibles, huellas de grasa, productos de revestimiento, pintura o retoques de cualquier clase en su interior, etc.

La unión de tubos, codos, " T ", etc. se realizará por soldadura adecuada admitiéndose la unión roscada o embridada para válvulas y otros accesorios. Las uniones de tramos de tubería galvanizada serán roscadas, no permitiéndose la soldadura.

Las separaciones, en masillados o recargas para soldadura están prohibidos. No se admitirá en los extremos, en una longitud de 100 mm ningún defecto que pueda dañar el ensamblado correcto de los tubos.

Como norma general se procurará siempre que sea posible, el curvado en frío de la tubería, en vez de la instalación de codos.

Las roscas se pintarán con pintura antioxidante y en la unión (roscada o embridada) se emplearán juntas de estanqueidad.

En todos los puntos deberán poderse apretar o soltar los tornillos de bridas, juntas, etc., con facilidad.

El adjudicatario tendrá entera responsabilidad respecto de las consecuencias directas o indirectas de la presencia de materiales de origen mineral u orgánico eventualmente abandonados en la

canalización. Cuando el personal interrumpa la obra, las extremidades libres de la conducción serán cerradas por tapones de plástico herméticos.

Todos los cortes por soplete serán ejecutados mediante dispositivo de guía; se terminarán con muela o lima si presentan irregularidades incompatibles con la ejecución de la pasada de fondo.

No se admitirá el calentamiento de la tubería para remediar defectos de alineación en obra.

No se realizará ningún doblado con temperaturas de metal inferiores a 16°C.

En los lugares en que se coloquen codos o " T ", se sujetarán éstos a ambos lados, de forma que no puedan ser expulsados. No se considerará suficiente la sujeción de las juntas.

No se permitirá la soldadura al soplete.

En la ejecución de soldaduras se cumplirán las siguientes condiciones:

- Las soldaduras serán ejecutadas por soldadores de primera categoría, con certificado oficial y supervisión efectiva.
- Si es preciso se exigirá la limpieza interior del tubo metálico por paso de una escobilla, sus extremidades calibradas serán verificadas con la ayuda de un tapón calibrado. El tubo será alineado de forma que su eje se confunda con el precedente y las extremidades a soldar serán mantenidas en sitio durante el punteo. No será tolerado ningún desnivel de los bordes, superior a 1,2 mm.
- El juego entre los dos tubos deberá ser tal que, en la ejecución de la soldadura, la fusión del metal de base interese todo el espesor de su pared. Los accesos de la soldadura serán librados de toda traza de cuerpos de origen mineral u orgánico. Ninguna gota de soldadura será tolerada en el interior del tubo.

Al finalizar el montaje de toda la red de tuberías, estando cerrados los circuitos con las máquinas primarias y terminales, se procederá a la siguiente forma:

- Llenado de la instalación y prueba estática conjunta a vez y media la presión de trabajo (mínimo 600 KPa).
- Llenado de la instalación con disolución química para eliminar grasas y aceites.
- Llenado de la instalación con agua dosificada anticorrosiva, verificación de niveles y puesta en marcha de bombas.
- Vaciado por todos los puntos bajos.
- Limpieza de puntos bajos y filtros de malla.

En las acometidas a bombas, la identificación al diámetro de acometida se realizará con reducción troncocónica concéntrica de 30°. En la curva de aspiración se dispondrá un punto de desagüe salvo que exista en la parte inferior de la carcasa de la bomba.

- Las conducciones, salvo indicación expresa en planos, presupuesto o especificaciones técnicas, serán en tubería de acero negro sin soldadura, llevando impresa la contraseña DIN 2440 o UNE-19040.

- Los accesorios serán de fundición maleable para diámetros inferiores a 2" y de acero forjado para diámetros de 2" y superiores. La tubería irá pintada con 2 manos de imprimación.
- Todas las tuberías se suministrarán habiendo recibido la debida imprimación y con las superficies interiores limpias y sin óxidos. Cada uno de los extremos se cerrará para evitar el deterioro de la superficie interior. Las tuberías que no cumplan con esta especificación se podrán retirar del emplazamiento del trabajo hayan sido o no instaladas.
- Los codos soldados serán de radio largo. Los accesorios soldados a tope tendrán las mismas presiones de rotura que las tuberías.

#### 4.1.2. Soportes de tuberías

La tubería será soportada de forma limpia y precisa. Los soportes se construirán con perfiles normalizados y su sujeción se realizará con varillas roscadas de acero cadmiado, fuertemente fijadas a la estructura del edificio cuando se trate de tuberías fijadas al techo.

Cuando las tuberías han de ser fijadas en paredes verticales, la soportería se realizará mediante la fijación de pies de perfiles normalizados fijados a la pared por medio de soldaduras a placas de anclaje ya previstas en la estructura y en su defecto por tiros. Los dos perfiles se unirán por medio de un tercero transversal que soporte la tubería mediante un asiento deslizante aprobado por la Dirección Técnica.

En ningún caso se permitirá el uso de flejes, alambres o cadenas como colgadores de tuberías.

Los puntos fijos y deslizantes de la tubería serán realizados de forma adecuada y llevarán la aprobación de la Dirección Técnica.

Las varillas serán fijadas a encastres recibidos en los techos. Los elementos de guiado y anclaje de tubería serán incombustibles y robustos.

Los soportes serán de abrazadera. Los soportes estarán distanciados, por norma general, 2 m. para tuberías hasta 1½" y 3 m. para tuberías mayores de 1½". El soporte de las tuberías se realizará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tramos a tuberías, dejando libres las zonas de posible movimiento, tales como curvas, etc. La unión entre soporte y tubería se realizará por medio de elemento elástico. Las varillas de suspensión de los soportes serán, por norma general, de los diámetros siguientes:

<b><u>TUBERIA</u></b>	<b><u>VARILLA</u></b>
Hasta 2"	3/8"
De 2 2/1 a 3"	½"
De 4 a 5"	5/8"
De 6"	¾"
De 7" en adelante	7/8"

Las máximas luces permitidas, en caso de que las anteriores condiciones no fueran posibles, para tubería de acero serán, como se muestra en la siguiente tabla, según norma UNE 100-152, referida en la ITE 05.2.7 del RITE.

DIAMETRO NOMINAL TUBO		LUZ MAXIMA M.		DIAMETRO MINIMO DE VARILLA
MM	PULGADAS	VERTICAL	HORIZONTAL	
10	3/8"	2,5	1,5	M8
15	1/2"	2,5	1,7	M8
20	3/4"	2,5	1,9	M8
25	1"	2,5	2,1	M8
32	1¼"	2,5	2,4	M8
40	1½"	2,5	2,5	M8
50	2"	2,5	2,8	M8
65	2½"	2,5	3,1	M8
80	3"	2,5	3,4	M10
100	4"	2,5	3,8	M12
125	5"	2,5	4,1	M12
150	6"	5,0	4,4	M16
200	8"	5,0	4,9	M20
250	10"	5,0	5,3	M24
300	12"	5,0	5,8	M30
350	14"	5,0	6,0	M30
400	16"	5,0	6,4	M36
450	18"	5,0	6,6	M52
500	20"	5,0	6,8	M52
550	22'	5,0	7,2	M52
600	24"	5,0	7,6	M52

En caso de que un grupo de tuberías se soporte de forma común, la máxima luz permitida está determinada por el tubo más pequeño.

Cuando dos o más tuberías tengan recorrido paralelos y estén situadas a la misma altura, podrán tener un soporte común suficientemente rígido, seleccionando las varillas de suspensión, teniendo en cuenta los pesos adicionales y la aplicación como mínimo, de lo indicado en la tabla que se refleja a continuación. Los extremos de las varillas serán roscados de 500 mm. como mínimo, para permitir regulación en altura de las tuberías. Irán pintados con dos manos de imprimación.

<b>ROSCA METRICA ISO</b>	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30
<b>CARGA MAXIMA (KG)</b>	110	210	340	500	950	1450	2100	3300

La soportería de la instalación deberá coordinarse con el contratista de obra civil.

Las tuberías de circulación de agua a baja temperatura serán provistas de soportes que permitan la continuidad del aislamiento. Para tal fin, el aislamiento será abrazado por un manguito de chapa al cual se fijará el soporte.

Los planos de montaje incluirán:

1. Sistemas de soporte.
2. Puntos de soporte de los equipos de peso importante. Se indicará el peso que se va a soportar desde cada punto.
3. Puntos de soporte de tuberías de 125 mm de diámetro o superiores. Se indicará el peso que se va a soportar desde cada punto.
4. Cuando se instale soportería para múltiples tuberías (bajo este u otro contrato) se indicará el peso total.
5. Téngase en cuenta que los equipos soportados no se limitan a los conectados a las tuberías, sino que también se incluyen ventiladores u otros.
6. La indicación de los pesos, se podrá evitar únicamente si se emite un método general y es aprobado por escrito por la Dirección Facultativa
7. La Dirección Facultativa debe aprobar el método de soporte antes de comenzar el trabajo.

#### **4.1.3. Manguitos pasamuros y discos-tapa**

Siempre que la tubería atraviese obras de albañilería o de hormigón, será provista de manguitos pasamuros para permitir el paso de la tubería sin estar en contacto con la obra de fábrica. Estos manguitos serán de un diámetro suficientemente amplio para permitir el paso de la tubería aislada sin dificultad y quedarán enrasados en los pisos o tabiques en los que queden empotrados. En paredes exteriores y pisos serán de acero negro y en el resto serán galvanizados.

El espacio entre el manguito y el tubo se rellenará del material apropiado y en función del tipo de partición atravesada: sector de incendio, partición estanca al agua, sometiéndose a la aprobación de la Dirección Facultativa.

Los pasamuros serán de acero galvanizado, disponiéndose un disco central en caso de particiones estancas al agua. El espacio máximo entre el pasamuros y la tubería será de 15 mm. en caso de forjados, separaciones entre sectores de incendios, muros y 40 mm. en los demás casos. Su longitud, será siempre igual o mayor que la pared atravesada, incluido acabados y aislamientos. Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm. de la parte superior de los pavimentos. En el caso de suelos impermeabilizados se extenderá 50 mm. sobre el nivel del suelo acabado.

El propósito de los discos-tapa es mejorar el aspecto de la instalación. Se incluirán discos-tapa en todos los pasamuros vistos, siendo de aluminio y cromados en espacios acabados.

#### **4.1.4. Tuberías de acero**

Todas las tuberías cumplirán los requisitos que a continuación se indican:

- Las designaciones, espesores, tolerancias, etc., se ajustarán a las normas siguientes:
  - Tuberías hasta 6". Según norma DIN 2440
  - Tuberías de 6" y superiores. Según norma DIN 2448.
  - Curvas y accesorios según normas de su tubería correspondiente.
- El hierro presentará una estructura fibrosa, con una carga de rotura a la tracción superior a 40 Kg/cm<sup>2</sup> y un alargamiento mínimo del 15%. En los ensayos de curvado de tubo a 180° con un radio interior de cuatro veces su diámetro, no se apreciarán fisuras ni pelos aparentes.
- La tubería deberá haber sido probada en fábrica a una presión de 50 Kg/cm<sup>2</sup>. En obra serán probadas a una presión doble de la prevista como trabajo, con un mínimo de 6 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Cumplirán en cualquier caso los mínimos exigidos por la normativa UNE (19040 ó 19041).

Los materiales de las tuberías y su montaje se realizarán de la siguiente forma:

##### ***Tubería de agua caliente o fría en circuito cerrado***

Acero forjado para diámetros inferiores a 6" con accesorios y uniones roscadas para tubería de 2" e inferiores. Acero estirado para diámetros de 6" y superiores, con uniones soldadas o embridadas según determine la Dirección de Obra. Las tuberías comprendidas entre el diámetro 2" y el diámetro 6", tendrán las uniones soldadas, quedando el uso de la rosca, la soldadura o la brida para curvas y accesorios al juicio de la Dirección de Obra.

##### ***Tuberías de circuito de condensación, desagüe o circuitos abiertos***

En acero galvanizado, con todas las uniones y accesorios con rosca para diámetros de 2" e inferiores y soldados, embridados o roscados según determine la Dirección de obra para diámetros superiores a 2". En caso de soldadura, inmediata a la aplicación de la misma, deberá limpiarse y pintarse con doble capa de pintura antioxidante. Las piezas o figuras especiales, una vez conformadas deberá galvanizarse de nuevo.

#### **4.1.5. Tuberías de cobre**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de las tuberías de cobre para circuitos de calefacción de acuerdo con las características técnicas, implantaciones y calidades previstas en documentos de proyecto.

La tubería de cobre estará de acuerdo con las mínimas calidades exigibles en las normas UNE 37107, 37116, 37117 y 37141.

Se utilizará tubo rígido para la distribución de A.C.S. Se podrá usar tubo de cobre recocido para diámetros inferiores a 18 mm cuando se requiera curvarlo o empotrarlo y sólo dentro de los locales húmedos.

Se utilizará como mínimo un espesor de pared de 1 mm, siendo la tubería y accesorios estancos a una presión mínima de 20 atm.

La unión de los tubos de cobre a piezas especiales se realizará mediante manguitos o juntas a enchufe, soldados por capilaridad.

Cuando la tubería de cobre deba ser empotrada se la protegerá con tubo flexible corrugado plástico y cuando discurra por falsos techos, falsos suelos o vista se deberá aislar mediante coquilla de polietileno expandido de espesor mínimo 10 mm.

#### **4.1.6. Tuberías de cobre frigorífico**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de las tuberías de cobre para circuitos de refrigerante en equipos partidos (split) de acuerdo con las características técnicas, implantaciones y calidades previstas en documentos de proyecto.

Las tuberías de cobre frigorífico darán servicio a la conducción de refrigerante tanto en estado líquido como en estado gaseoso. La tubería deberá ser capaz de resistir una presión de 24 kg/cm<sup>2</sup> y se probará a estanqueidad con una presión equivalente a 1,5 veces la presión de diseño.

Los accesorios utilizados serán para soldadura por capilaridad mediante varilla de aleación con un 30% de plata.

En todos los casos la tubería se aislará mediante aislamiento conformado flexible que funcione a su vez como barrera de vapor, con las características y espesores fijados en el apéndice 03.1 del RITE.

Cuando la tubería deba ser empotrada se la protegerá con tubo flexible corrugado de PVC, previendo las holguras para la dilatación y/o contracción según variaciones de temperatura.

Cuando la conducción vaya recibida a los paramentos o forjados, ésta se sujetará mediante grapas de latón con anillo de goma entre éstas y la tubería y separación entre ellas no mayor de 400 mm.

Cuando la tubería atraviese muros, tabiques o forjados, se recibirá con mortero de cal un manguito pasamuros de fibrocemento, con holgura mínima de 10 mm y se rellenará el espacio libre con masilla plástica.

En todo caso se ejecutará según NTE-IFF y según instrucción MI-IF 005 del Reglamento de seguridad de plantas e instalaciones frigoríficas.

#### **4.1.7. Tuberías de PVC**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de las tuberías de PVC de acuerdo con las características técnicas, implantaciones y calidades previstas en documentos de proyecto.

Las tuberías de evacuación de aguas residuales y fecales colgadas del techo o colocadas verticalmente serán constituidas por tubos lisos y accesorios de cloruro de vinilo no plastificado, inyectado siendo de material termoplástico constituido por resina de policloruro de vinilo técnicamente pura (menos del 1% de impurezas) en una proporción no inferior al 96% y sin plastificantes. Deberá reunir todos los condicionantes exigidos en la norma UNE 53.114 (parte I y II), debiéndose presentar documentación acreditativa de haber superado, satisfactoriamente, todos los ensayos solicitados en dicha normativa, y de forma especial los funcionales y de estanqueidad.

Las tuberías se cortarán empleando únicamente herramientas adecuadas (cortatubos o sierra para metales). Después de cada corte, deberán eliminarse cuidadosamente, mediante lijado, las rebabas que hayan podido quedar tanto interior como exteriormente. Todos los cortes se realizarán perpendiculares al eje de la tubería.

En ningún caso se podrán montar tuberías con contrapendiente u horizontales (pendiente cero).

Bajo ningún concepto se manipulará ni curvará el tubo. Todos los desvíos o cambios direccionales se realizarán utilizando accesorios estándar inyectados. Todos los accesorios así elaborados, irán provistos, exteriormente, de cartelas soldadas que refuercen su conformación.

Las tuberías tendrán un espesor de pared mínimo de 3,2 mm. siendo la presión de trabajo de 4 Kg/cm<sup>2</sup> en el caso de desagüe gravitacional y de 10 Kg/cm<sup>2</sup> en el caso de tubería a presión. En cualquier caso, cumplirán las normas UNE 53 110, 53 112 y 53 114.

Todos los accesorios serán fabricados por inyección y deberán ser de bocas hembras, disponiéndose externamente de una garganta que permita el alojamiento de una abrazadera que, sin apretar el accesorio, pueda determinar los puntos fijos, la configuración de sus bocas permitirá el montaje, en cualquiera de ellas y donde fuese necesario, del accesorio encargado de absorber las dilataciones. Para tuberías verticales las uniones se podrán hacer por encolado o junta tórica. Para tuberías horizontales las uniones se harán siempre por encolado, debiendo colocarse juntas de expansión en número adecuado para absorber las dilataciones.

Será imprescindible que todos los accesorios, de cambio direccional, inyectados (codos y tes), dispongan de un radio de curvatura no inferior a 1,5 veces su diámetro.

La unión entre accesorio y tubería se hará preferiblemente por soldadura en frío, aunque la dirección de obra podrá aceptar en casos particulares la unión por junta deslizante. Las primeras se realizarán desengrasando y limpiando previamente las superficies a soldar, mediante líquido limpiador, aplicándose a continuación el correspondiente líquido soldador en tubo y pieza. Para el segundo tipo de unión en las juntas deslizantes deberá utilizarse el lubricante específico que permite el montaje y garantiza la autolubricación.

Bajo ningún concepto se manipularán los accesorios estándar.

Todos los elementos metálicos, excepto abrazaderas, serán de acero inoxidable, (tapa de bote sifónico, sumideros, tornillería, etc.) e irán protegidos, con una película plástica, hasta su puesta en servicio.

Para compensar dilataciones, se utilizarán juntas de dilatación, dispuestas de tal forma que en la longitud de tubo prevista exista sólo un punto fijo, constituido por una abrazadera cerrada por el tubo o empotramiento. Las otras abrazaderas deben permitir el libre movimiento de los tubos. la separación entre juntas de dilatación se ajustará al criterio del fabricante. Se podrá igualmente

conectar juntas de dilatación en injertos y accesorios. En largos tramos rectos, donde se estimen variaciones de temperatura, se instalará como mínimo una junta elástica cada 4 m.

Para soportar las tuberías suspendidas, se utilizarán abrazaderas de acero galvanizado con manguito de caucho sintético o goma, situadas a la distancia recomendada por el fabricante. En el caso de no disponer de esta información, la distancia máxima entre soportes para tuberías horizontales será de 700 mm. para tubos de 50 mm. o menores y de 500 mm. para tubos mayores, y para tuberías verticales de 1.500 mm.

Las tuberías deben ser colocadas sobre los camiones de forma que no se produzcan deformaciones por contacto con aristas vivas, cadenas, etc.

Estas se apilarán convenientemente sobre una superficie plana, evitando flechas importantes y con una altura no superior a 1,5 m.

La tubería de PVC, en caso de tener que estar a la intemperie por largo tiempo, deberán protegerse de los rayos solares.

La tubería deberá ser capaz de trabajar sin sufrir ningún tipo de cambio de color, estrechamiento o alargamiento y en general cualquier otro tipo de alternación hasta una temperatura de 60°C.

Tendrán una elasticidad tal que permita un buen comportamiento a golpes, admita desviaciones de alineación en el montaje y siga sin rotura los movimientos de asiento de los edificios.

En el paso de tubos a través de forjados, mampostería, paredes, etc., se utilizarán pasamuros de dimensiones adecuadas.

El espacio entre el tubo y el pasamuros será rellanado con masilla apropiada. Esta debe sellar completamente el espacio, y al mismo tiempo, permitir el movimiento de la tubería.

Los pasamuros deberán instalarse antes de que los pisos y paredes y el contratista será responsable del costo de albañilería cuando haya que instalarlos posteriormente a la terminación.

Las pruebas de estanqueidad se realizarán durante un período mínimo de 15 min. a una presión igual a 1,5 veces la presión de trabajo, siendo ésta como mínimo de 3 mm. de columna de agua.

Para su realización será necesario evacuar el aire contenido en la instalación mediante el empleo de ventosas y válvulas de purga.

En general se utilizará este tipo de tubería para los sistemas de desagüe de condensado, en cuyo caso todos los equipos conectados (fancoils, climatizadoras, equipos autónomos, ...) deberán disponer de sifón individual adecuado. Cuando la Dirección Facultativa autorice expresamente la instalación de sifones colectivos por grupos de equipos dichos sifones serán registrables.

#### **4.1.8. Tuberías de polietileno reticulado**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de las tuberías de polietileno de alta densidad reticulado de acuerdo con las características técnicas, implantaciones y calidades previstas en documentos de proyecto.

La tubería de polietileno reticulado se utilizará para la instalación de placas radiantes de suelo. Se instalará embebido en el hormigón sobre placas de aislamiento. No se admitirán uniones entre tramos de tubería, debiendo cada circuito constituir un tramo continuo de tubo. Los circuitos se unirán a la distribución de agua mediante colectores de distribución, a los cuales se unen por medio de rácores, detentores y válvulas.

La tubería tendrá las siguientes características físicas:

- Masa volumétrica: 0,944 g/cm<sup>3</sup>según NFT 54002
- Conductividad térmica:0,35 W/Ksegún DIN 56612
- Coeficiente de dilatación:0,19 mm/m Ksegún DIN53752
- Clasificación al fuego:M4según CSTB
- Alargamiento a la rotura:375%según ISOR527
- Contracción al calor:1,3%según ISO 2506
- Temperatura máxima:90°C
- Radio mínimo de curvatura:6,5 x diámetro exterior
- Resistencia 20°C:9,87 MPasegún ATEC de CSTB
  - a 40°C: 7,05 MPasegún ATEC de CSTB
  - a 60°C: 6,45 MPasegún ATEC de CSTB
  - a 90°C: 3,90 MPasegún ATEC de CSTB

Las características dimensionales de la tubería de polietileno reticulado serán:

<b>DN Diám. Ext. (mm)</b>	<b>Designación comercial (mmxmm)</b>	<b>Espesor pared (mm)</b>	<b>Masa métrica media (g/m)</b>	<b>Contenido en agua (dm<sup>3</sup>/km)</b>
8	6 x 8	1,0 (-0,+0,3)	25	28,2
10	8 x 10	1,0 (-0,+0,3)	30	50,2
12	10 x 12	1,1 (-0,+0,4)	42	75,4
16	13 x 16	1,5 (-0,+0,4)	72	132,6
20	16 x 20	1,9 (-0,+0,4)	111	205,9
25	20 x 25	2,3 (-0,+0,4)	175	326,8

La losa de hormigón que constituirá el solado será flotante con respecto al resto de la estructura y tabiquería del edificio. Para ello se colocarán las mencionadas placas de aislamiento inferior y tiras de aislamiento periférico.

Las características de este aislamiento serán las siguientes:

- Material: poliestireno expandido
- Densidad: 25 kg/m<sup>3</sup>
- Conductividad térmica: 0,041 w/m°C

Las placas de aislamiento inferior serán de 35 mm de espesor con tacos moldeados en la propia placa para hacer posible la colocación de los tubos con pasos de 10, 20, 30 y 40 cm. El tubo se fijará a la placa mediante sistemas de amarre tipo grapa o similar. Las placas se colocan a matajunta para la eliminación de puentes térmicos.

El aislamiento periférico se realizará mediante tiras de 100mm de altura y 5 mm de espesor, colocadas en todo el perímetro del solado.

La placa de hormigón tendrá un espesor nunca inferior a 55 mm. Cuando por exigencia de resistencia sea necesario colocar armadura, ésta se colocará en la parte superior de la placa. El hormigón que la constituye deberá poseer condiciones de fluidez y plasticidad para aumentar sus características mecánicas frente a cambios de temperatura. Para ello se utilizarán aditivos fluidificantes y plastificantes reductores de agua con efecto retardador de fraguado, con una dosificación del 1% en peso de cemento.

La composición del mortero de la placa deberá ser similar al siguiente:

<b>Componentes</b>	<b>Dosificación por m<sup>3</sup></b>
<i>Cemento CPJ 45</i>	400 kg
<i>Áridos</i>	
Gravillón de 3/8 ó 5/10	800kg
Arena 0/5	950kg
<i>Agua</i>	Para un cono de 5-7 cm
<i>Aditivo</i>	4 litros

#### **4.1.9. Pintura e identificación**

Todos los elementos metálicos no galvanizados, ya sean tuberías, soportes, o bien accesorios, o que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por su fabricante, se les aplicará dos capas de pintura antioxidante. Las dos manos se darán: la primera fuera de obra y la otra con el tubo instalado.

En las tuberías que lleven aislamiento térmico, antes de la aplicación de este último, deberá procederse a su pintado según lo indicado anteriormente.

El adjudicatario identificará todas las tuberías a través de toda la instalación, excepto cuando estén escondidas y en lugares no accesibles, por medio de flechas direccionales y bandas.

Las bandas y las flechas serán pintadas o en su lugar colocadas cintas de plástico adhesivas. Las cintas de plástico se colocan cuando el tubo esté revestido de aluminio y otro forro.

La identificación de la dirección del flujo en la tubería se realizará por medio de flechas del mismo color que las bandas. Las flechas se instalarán cada 5 m y serán legibles desde el suelo. Las flechas tendrán las siguientes dimensiones:

- Para tuberías con diámetro exterior hasta 5" (incluyendo aislamiento si se usa), 25 mm de anchura por 300 mm de longitud de larga.
- Para tuberías de 6" y superiores (incluyendo aislamiento si se usa), 50 mm de ancho por 300 mm de longitud.

La marca de pintura elegida será normalizada y de solvencia reconocida. Sólo se admitirán los envases de origen debidamente precintados. No se permitirá el uso de disolventes.

Antes de la aplicación de la pintura deberá procederse a una cuidada limpieza y saneado de los elementos metálicos a proteger.

#### **4.1.10. Accesorios**

##### ***Compensadores de dilatación.***

Se utilizarán en los circuitos de agua caliente y refrigerada. Los compensadores de dilatación han de ser instalados allí donde indique el plano y, en su defecto, donde se requiera según la experiencia del Contratista, adaptándose a las recomendaciones del Reglamento e Instrucciones Técnicas correspondientes.

La situación será siempre entre dos puntos fijos garantizados como tales, capaces de soportar los esfuerzos de dilatación y de presión que se originan.

Los extremos del compensador serán de acero al carbono preparados para soldar a la tubería con un chaflán de 37° 30' y un talón de 1,6 mm cuando el diámetro nominal de la tubería sea de hasta 2" inclusive. Para tuberías de diámetro superior, las conexiones serán por medio de bridas en acero al carbono s/normas DIN 2502 ó 2503, según las presiones sean de 6 y 10 ó 16 kg/cm<sup>2</sup>. Estas bridas irán soldadas a los cuellos del compensador por los procedimientos recomendados para la soldadura de piezas en acero al carbono de espesores medios.

##### ***Juntas.***

No se utilizará amianto. La presión nominal mínima será PN-10, y soportará temperaturas de hasta 200°C.

##### ***Lubricante de roscas.***

General: no endurecedor, no venenoso.

##### ***Acoplamiento dieléctricos o latiguillos.***

Se incluirán acoplamiento dieléctricos o latiguillos en las uniones entre cobre y acero o fundición, tanto en la conducción de impulsión, como en el retorno.

**Derivaciones.**

Para las derivaciones se pueden usar empalmes soldados. Todas las aberturas realizadas a las tuberías se harán con precisión para lograr intersecciones perfectamente acabadas.

**Codos en bombas.**

Se suministrarán codos de radio largo en la succión y descarga de las bombas.

**Sombreretes.**

Se incluirá la protección adecuada para cada una de las tuberías que pasen a través del tejado de acuerdo a las instrucciones de la Dirección Facultativa.

**Guías.**

Se suministrarán guías, donde se indique y donde sea necesario como en liras, juntas de expansión, instaladas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

**Termómetros.**

Los termómetros serán de mercurio en vidrio, con una escala adecuada para el servicio (divisiones de 1/2 grado) dentro de una caja metálica protectora con ventana de vidrio instalados de modo que su lectura sea sencilla. Otros tipos de termómetros podrán ser utilizados previa aprobación de la Dirección Facultativa.

Puntos de toma de temperatura (dedos de guante): Se incluirán los puntos para toma de temperatura necesarios y/o indicados en planos o especificaciones.

Se instalarán donde se indique y según sigue:

- En la impulsión y en el retorno de cada unidad de condensación por agua.
- En la impulsión y en el retorno de calderas y enfriadoras.
- En la entrada y salida de cada torre de refrigeración.

**Manómetros.**

Los manómetros serán con válvula de aguja de aislamiento en acero inoxidable e inmersos en glicerina. Los rangos de los manómetros serán tales que la aguja durante el funcionamiento normal esté en el medio del dial. La precisión será de al menos el 1%.

Puntos de toma de presión: Se incluirán los puntos de toma con válvula necesarios y/o indicados en planos o especificaciones.

Se instalarán donde se indique y según sigue:

- En la descarga y aspiración de cada bomba de circulación de agua.
- En el lado de baja y en el lado de alta de las válvulas reductoras de presión.

- En calderas y enfriadoras.
- En los tanques de expansión cerrados.
- En el suministro y en el retorno de cada unidad de condensación por agua.

#### ***Válvulas de seguridad.***

Se incluirán todas las válvulas de seguridad indicadas o necesarias (de tarado adecuado) para un funcionamiento completamente seguro y correcto de los sistemas. Durante el periodo de pruebas de la instalación se procederá al timbrado de las mismas.

Las válvulas de seguridad de alivio serán de paso angular y carga por resorte. Serán adecuadas para condiciones de trabajo de 0 a 120°C y hasta 25 kg/cm<sup>2</sup>.

Los materiales de fabricación serán bronce RG-5 para el cuerpo, vástago, tornillo de fijación, tuerca deflectora y la tobera, latón para el cabezal y obturador, acero cadmiado para el resorte y PTFE para la junta.

#### ***Purgadores de aire.***

Cuando sea necesario, y con el fin de disponer de una instalación silenciosa y evitar formación de cámaras de aire se dispondrá la tubería con pendiente ascendiente hacia la dirección de flujo. Las derivaciones se harán de tal modo que se eviten retenciones de aire y se permita el paso libre del mismo. Se incluirán purgadores de aire manuales o automáticos en todos los puntos altos, particularmente en los puntos más elevados de los montantes principales, así como en todos los puntos necesarios, teniéndose especial cuidado en los retornos (ascensos, codos ascendentes). Se evitarán codos ascendentes de 90 grados sustituyéndose por codos de 45 grados.

En el caso de que, una vez que las redes estén en funcionamiento, se den anomalías por presencia de aire en la instalación, se instalarán nuevos empalmes, purgadores, válvulas según se considere necesario y sin costes extra. Si se deben realizar trabajos que requieran rotura, y reposición de acabados, el contratista se hará cargo de los gastos generados.

Se incluirán, además de los eliminadores especificados, en la parte superior de los colectores de impulsión, en todas las baterías de agua, en todos los tanques de expansión cerrados y en todos los puntos de las redes de tuberías necesarios para evitar las bolsas de aire.

Se preferirán por norma general los purgadores manuales, salvo en puntos ocultos o de difícil acceso, que hagan recomendable la instalación de purgadores automáticos.

#### ***Vaciados.***

Los vaciados, purgadores, válvulas de seguridad, reboses, se dirigirán al sumidero o desagüe más cercano. En cualquier caso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar que una descarga accidental produzca daños o desperfectos. Se suministrarán las válvulas de vaciado que sean necesarias para el vaciado completo de todas las tuberías y equipos.

### ***Conexiones a equipos.***

Se dispondrán elementos de unión que permitan una fácil conexión y desconexión de los diferentes equipos y elementos de la red de tuberías, tales como latiguillos, bridas, etc., dispuestas de tal modo que los equipos puedan ser mantenidos o que puedan retirarse sin tener que desmontar la tubería.

La instalación se realizará de tal modo que no se transmitan esfuerzos de las redes de tuberías a los equipos.

## **4.2. Valvulería en redes de agua**

### **4.2.1. General**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de la valvulería de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que, por conveniencia de equilibrio, mantenimiento, regulación o seguridad según el trazado, juzgue necesario para los circuitos hidráulicos la Dirección de Obra.

El acopio de la valvulería en obra será realizado con especial cuidado, evitando apilamientos desordenados que puedan afectar a las partes débiles de las válvulas (vástagos, volantes, palancas, prensas, etc.). Hasta el momento del montaje, las válvulas deberán tener protecciones en sus aperturas.

En la elección de las válvulas se tendrán en cuenta las presiones tanto estáticas como dinámicas, siendo rechazado cualquier elemento que pierda agua durante el año de garantía. Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 KPa, llevará troquelada la presión máxima a que puede estar sometida.

Todas aquellas válvulas que dispongan de volantes o palancas estarán diseñadas para permitir manualmente un cierre perfecto sin necesidad de apalancamiento, ni forzamiento del vástago, asiento o disco de la válvula. Las superficies de cierre estarán perfectamente acabadas de forma que su estanqueidad sea total, asegurando vez y media la presión diferencial prevista con un mínimo de 600 KPa. En las que tenga sus uniones a rosca, ésta será tal que no interfiera ni dañe la maniobra.

Se incluirán reductores y volantes en las válvulas de diámetro nominal 150 mm (6") o mayor.

Será rechazado cualquier elemento que presente golpes, raspaduras o en general cualquier defecto que obstaculice su buen funcionamiento a juicio de la Dirección de obra, debiendo ser aprobada por ésta la marca elegida antes de efectuarse el pedido correspondiente.

Al final de los montajes cada válvula llevará una identificación que corresponde al esquema de principio existente en sala de máquinas.

Las válvulas se situarán en lugares de fácil acceso y operación de forma tal que puedan ser accionadas libremente sin estorbos ni interferencias por parte de otras válvulas, equipos, tuberías, etc. El montaje de las válvulas será preferentemente en posición vertical, con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia arriba. En ningún caso se permitirá el montaje de válvulas con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia abajo.

Se instalarán válvulas y uniones en todos los aparatos y equipos, de modo que se pueda retirar el equipo sin parar la instalación.

Las válvulas insertas en la red, tanto para independización como para llenado o vaciado y seguridad, serán del tipo de esfera o mariposa en función de los diámetros. Así, desde 3/8" a 1½" o 2" (según se indique) serán de esfera y desde 2" o 2½" (según se indique) en adelante serán de mariposa.

A no ser que expresamente se indique lo contrario, las válvulas hasta 2" inclusive se suministrarán roscadas y de 2½" en adelante, se suministrarán para ser recibidas entre bridas o para soldar.

La presión nominal mínima será PN-10, salvo que se indique expresamente lo contrario.

Se incluirán reductores y volantes en las válvulas de diámetro nominal 150 mm (6") o mayor. Los volantes de las válvulas serán de diámetro apropiado para permitir manualmente un cierre perfecto sin aplicación de palancas especiales y sin dañar el vástago, asiento o disco de la válvula.

Se incluirán operadores con cadena para las válvulas principales que estén instaladas a más de 2 m de altura.

Las conexiones de tuberías a equipos incluirán todas las válvulas de aislamiento, purgadores de aire, conexiones a desagüe y válvulas de control necesarias.

Para el purgado de los montantes principales se incluirán purgadores manuales con válvula de corte.

En los puntos bajos de los montantes se incluirán válvulas de vaciado con conexión para manguera.

Las superficies de los asientos serán mecanizadas y terminadas perfectamente, asegurando total estanqueidad al servicio especificado.

Todas las válvulas roscadas serán diseñadas de forma que, al conectarse con equipos, tubería o accesorios, ningún daño pueda ser acarreado a ninguno de los componentes de la válvula.

Las válvulas se definirán por su diámetro nominal en pulgadas y su presión nominal PN. La presión de trabajo de la válvula permitida será siempre igual o superior a la arriba mencionada.

La presión de prueba será siempre igual, al menos, a 1,5\*PN a 20°C. De acuerdo con las normas DIN la relación entre la máxima presión de servicio y la temperatura es la siguiente:

PRESIÓN. NOMINAL	PRESION MAXIMA ADMISIBLE EN kg/cm <sup>2</sup>				
	PN kg/cm <sup>2</sup>	HASTA 120°C	121-50°C	151-225°C	226-300°C
2.5	2.5	2	1.6	1.6	---
4	4	2.3	2.5	2.5	---
6	6	4.5	3.2	3.2	---
10	10	8	6.0	6.0	---
16	16	10	10	---	---

#### 4.2.2. Válvulas de acero al carbono:

PRESIÓN. NOMINAL	PRESION MAXIMA ADMISIBLE EN Kg/cm <sup>2</sup>				
	PN kg/cm <sup>2</sup>	HASTA 120°C	121-50°C	151-225°C	226-300°C
6	6	6	5	5	---
10	10	10	8	8	---
16	16	16	13	13	---
25	25	25	20	20	---
40	40	40	32	32	---

#### 4.2.3. Válvulas de bola

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de bola de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la dirección de obra. El objeto fundamental de estas válvulas será el corte plenamente estanco con maniobra rápida, no debiendo emplearse para regulación.

Las válvulas de esfera reunirán las características siguientes:

- Cuerpo y bola de latón durocromado.

- Paso total.
- Eje no expulsable, de latón niquelado o acero inoxidable.
- Doble seguridad.
  - Estanqueidad en el eje por aro de teflón con prensaestopa y dos anillos tóricos de caucho.
- Asientos y estopa de teflón.
- Palanca de latón o fundición.
- Condiciones de servicio:30 bar a 100°C

10 bar a 150°C

La bola estará especialmente pulimentada, siendo estanco su cierre en su asiento sobre el teflón. Sobre este material y cuando el fluido tenga temperaturas de trabajo superiores a 60°C, el Contratista presentará certificado del fabricante indicando la presión admisible a 100°C, que en ningún caso será inferior a 1,5 veces la prevista.

La maniobra de apertura será por giro a 90° completo sin dureza y sin interferencias con otros elementos o aislamientos. La posición de la palanca determinará el posicionamiento. La presión en ningún caso variará la posición de la válvula.

La unión con tubería u otros accesorios será con rosca o brida, según se indique en el apartado de especificaciones, en cualquier caso, la normativa adoptada será DIN.

#### **4.2.4. Válvulas de mariposa**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de mariposa de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la Dirección de obra.

Su principal misión será el corte de fluido no debiéndose utilizar, salvo en caso de emergencia, como unidad reguladora.

Las válvulas de mariposa deberán reunir las características siguientes:

- Tipo WAFER.
- Cuerpo de fundición GG-22 o GG-26, con anillo de etileno-propileno.
- Para montar entre bridas PN-10.
- Con palanca de regulación variable.
- Presión de trabajo 10 bar y temperaturas -20/+120 °C.

El cuerpo será monobloc de hierro fundido y sin bridas. Llevarán forro adherido y moldeado directamente sobre el cuerpo a base de caucho y vuelto en ambos extremos para formación de la junta de unión con la brida de la tubería. El disco regulador será de plástico inyectado y

reforzado (hasta 3") y de hierro fundido con recubrimiento plástico para diámetros superiores. El disco quedará fuertemente unido al eje, siendo la unión insensible a las vibraciones. El eje totalmente pulido será de acero inoxidable y será absolutamente hermético sobre su entorno.

Sustituirán a las válvulas de compuerta en todas las tuberías con diámetro interior igual o superior a 2". Su maniobra será de tipo palanca, pudiéndose efectuar la misma libremente bajo las presiones previstas.

#### **4.2.5. Válvulas de globo o de equilibrado**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de globo de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que fuesen necesarios a juicio de la Dirección de Obra.

Su principal misión será la de regulación, forzando la pérdida y situando la bomba en el punto de trabajo necesario. Se podrá utilizar, asimismo, como corte. Su maniobra será de asiento, siendo el órgano móvil del tipo esférico y pudiéndose efectuar aquellas libremente bajo las condiciones de presión previstas. El vástago deberá quedar posicionado de forma que no sea movido por los efectos presostáticos, debiendo disponer el volante de la escala o señal correspondiente de amplitud de giro.

Se instalarán en todos los equipos y baterías, en el by-pass de las baterías de las climatizadoras y en las derivaciones principales.

Su precisión será del  $\pm 5\%$  en la medida del caudal circulante, con independencia de las fluctuaciones de presión en la red. La característica de la válvula será isoporcentual hasta el 60% y lineal en el resto. Se incluirá en el suministro del conjunto de válvulas de equilibrado una unidad portátil para medición de caudal.

Hasta 2": conexión roscada, fabricada en ametal o equivalente, toma para medidores presión, caudal y temperatura (excepto las unidades instaladas en el by-pass de baterías), indicación de posición.

Mayor de 2": conexión embridada, cuerpo de fundición y partes móviles en ametal o equivalente, tomas para medidores presión, caudal y temperatura (excepto las unidades instaladas en el by-pass de baterías), indicación de posición.

Alternativamente, si así es expresamente indicado, cuando su diámetro de acople sea de 1½" o inferior, será totalmente de bronce estando sus extremos preparados para la soldadura. En las de vástago largo, éste irá apoyado sobre horquilla de forma que no sufra deformación.

#### **4.2.6. Válvulas de retención de resorte**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de retención de resorte de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la Dirección de Obra.

Su misión es permitir un flujo unidireccional impidiendo el flujo inverso.

Constructivamente estas unidades tendrán el cuerpo de fundición rilsanizado interior y exteriormente, obturador de neopreno con almas de acero laminado, siendo de acero inoxidable tanto el eje como las tapas, tornillos y resorte. Estarán capacitadas para trabajar en

óptimas condiciones a una temperatura de trabajo de 110°C y una presión igual al doble de la nominal de la instalación.

Estas unidades serán del tipo "resorte" y aptas para un buen funcionamiento en cualquier posición que se las coloque. El montaje de las mismas entre las bridas de las tuberías se hará a través de tornillos pasantes.

Alternativamente, si así se expresa en las especificaciones de proyecto, las válvulas de retención podrán ser de clapeta oscilante, roscadas, con cuerpo de hierro para PN-25 y temperatura 120°C.

El montaje de las válvulas deberá ser tal que éstas puedan ser fácilmente registrables.

#### **4.2.7. Válvulas de compuerta**

Su construcción será en fundición, con empaquetadura de teflón, para conexión embridada.

#### **4.2.8. Filtros**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los filtros, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que fuesen necesarios a juicio de la Dirección de Obra.

Los filtros se instalarán en todos los puntos indicados en planos y en general en todas aquellas zonas de los sistemas en donde la suciedad pueda interferir con el correcto funcionamiento de válvulas o partes móviles de equipos.

Los filtros se instalarán en línea y serán del tipo "Y" con mallas del 36% de área libre. Los filtros hasta 2½" serán de bronce y por encima de 2½" serán de hierro fundido. Las mallas serán de acero inoxidable en ambos casos.

Todos los filtros de las líneas de agua serán embridados e instalados en un tramo horizontal (o vertical con sentido de flujo descendente) de la tubería. A menos que se indique de otro modo, los filtros tendrán el tamaño nominal de la tubería.

Los filtros serán de un diseño tal que permita la expulsión de la suciedad acumulada y facilite la retirada y cambio de tamiz sin desconectarlo de la tubería principal.

Los filtros de tamaño mayor o igual de 1½", irán provistos de válvula y tapón de purga.

Todos los tamices de 200 mm (8") y mayores serán reforzados para las condiciones operativas.

### **4.3. Colectores**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los colectores de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto. La dimensión y la forma será tal que se adapte al espacio previsto de montaje, garantizando un correcto recorrido del líquido trasegado.

Las acometidas de las tuberías serán totalmente perpendiculares al eje longitudinal, pudiendo en determinados casos, acometer por las culatas, estando en ese caso los ejes perfectamente alineados. Los cortes de preparación serán curvos quedando correctamente adaptadas las curvaturas del tubo y el colector. En ningún caso, los tubos sobrepasarán la superficie interior del colector. La soldadura será a tope, achaflanando los bordes, quedando el cordón uniformemente repartido. En caso de acero galvanizado, una vez prefabricado el colector con todas sus acometidas, será sometido a un nuevo proceso de galvanización.

Una vez prefabricado el colector se dejará sin soldar una culata de forma que su interior sea inspeccionado por la Dirección. El conjunto debidamente revisado será sometido a dos capas de pintura antioxidante. Especial atención prestará el Contratista principalmente en material galvanizado de que se hayan realizado todas las acometidas, incluidas las vainas de medición y control, antes del galvanizado definitivo.

Cuando existan dos o más acometidas primarias y varias salidas secundarias se dispondrán dos tubos concéntricos formando colector con una culata común. El tubo interior estará acometido por las primarias, estando el extremo no común abierto al interior del colector exterior de donde saldrán las diferentes salidas del secundario.

## **4.4. Distribución de aire**

### **4.4.1. General**

#### ***Entregas.***

El contratista coordinará y verificará la instalación de conductos en las salas de climatizadoras con el fabricante de las climatizadoras. Los planos de montaje en dichas salas que se presenten para aprobación por la Dirección Facultativa deben haber sido verificados y aprobados con anterioridad por el fabricante de climatizadoras o su representante cualificado, de modo que las prestaciones y niveles sonoros de dichos equipos se garanticen con el montaje y condiciones reales de la instalación.

El contratista entregará para su aprobación información sobre los elementos de difusión a instalar (características y prestaciones), así como muestras de los mismos cuando sean requeridas por la Dirección Facultativa.

#### ***Varios.***

El trabajo se realizará según normativa SMACNA o UNE equivalente. Las excepciones o alternativas a la normativa se someterán a consideración y aprobación por la Dirección Facultativa.

Todos los elementos de soporte que sean necesarios deben ser suministrados e instalados por el Contratista.

Los conductos conectados a las rejillas de intemperie irán protegidos en el primer tramo de 3 m con imprimación de tipo bituminoso y se instalará, con inclinación hacia un punto bajo y provistos de un sumidero conducido mediante tubería a un desagüe del edificio.

Las dimensiones de conductos indicadas en los planos son dimensiones interiores libres una vez aislados (por el exterior o interior).

Toda la construcción de conductos deberá de realizarse mediante uniones aprobadas y juntas lisas en el interior y con una terminación limpia en el exterior. Las uniones de conductos deberán de hacerse lo más estancas posible, con solapas realizadas en la dirección del flujo de aire y que no se proyecten salientes en la corriente de aire. Los conductos deberán de estar adecuadamente arriostrados para prevenir la vibración. Todos los ángulos deberán de ser galvanizados o pintados en fábrica con dos capas de pintura resistente al óxido.

Las transiciones y cambios de forma cumplirán:

1. En los incrementos de sección, la pendiente máxima será de 1 a 7.
2. Para reducciones en la sección la pendiente puede ser de 1 a 4 pero 1 a 7 es preferible.

Los cambios de dirección cumplirán que el radio interior de los codos no será inferior a 1/2 de la anchura del conducto, en ese plano.

Cuando esto no sea posible, se colocarán álabes directores. La longitud y forma de los álabes serán las adecuadas para que la velocidad de aire sea la misma en toda la sección. Como norma, su longitud será igual, por lo menos, a dos veces la distancia entre álabes. Los álabes estarán fijos y no vibrarán al paso del aire. Los álabes deberán ser prefabricados, de acero galvanizado o aluminio y de doble pared.

La relación del lado largo a lado corto del conducto será como máximo de 4. Si por necesidades de montaje se superase esta relación, deberá comunicarse a la Dirección y si ésta lo considera oportuno adoptar los consecuentes separadores.

Cuando sea necesario atravesar un conducto por varillas soportes del falso techo, se realizarán vainas con perfil aerodinámico, estancas al aire y de tal modo que cuando se instalen las mencionadas varillas el conducto no sea perforado. En ningún caso habrá más de 2 pasos por metro cuadrado, y no se permite el paso en conductos de anchura inferior a 300 mm en proyección horizontal.

Las posiciones concretas de los elementos de difusión (difusores, rejillas, ...) y las dimensiones exactas de sus plenums están sujetos a los condicionantes arquitectónicos. Por ello, las posiciones de los elementos de difusión serán presentadas para su aprobación a la dirección facultativa. De otro modo, cualquier cambio que se realice después de la instalación será realizado sin costes adicionales. Todos los plenums y todas las aperturas en los conductos deberán de mantenerse cubiertas durante la construcción para impedir la entrada de suciedad.

Se incluirán puertas de acceso en los conductos siempre que sea necesario para acceder a compuertas cortafuego u otros elementos.

Se proveerá malla metálica en cada retorno abierto en el falso techo a no ser que se indique la utilización de rejillas.

Se proveerá aislamiento rígido de 50 mm., revestido con material de color negro para todas las partes ciegas de los elementos de difusión y revestido con panel de aluminio en las partes ciegas de las tomas y expulsiones de aire exterior. El contratista debe revisar los planos arquitectónicos para determinar las superficies de los elementos de difusión y tomas que quedarán ciegas, en base a las superficies netas indicadas en los planos de climatización.

### ***Medición y aislamiento de conductos***

Se seguirá el criterio que se indica en los diagramas adjuntos.

La derivación a elementos de difusión mediante conducto flexible no supondrá incremento de medición.

Para los elementos o figuras que no estén incluidos en los esquemas se procederá por similitud según el criterio de Dirección Facultativa.

Los conductos de sección poligonal no rectangular (p.j. triangular) se tratarán a todos los efectos de medición como si fuesen rectangulares de tal modo que la medición, y la superficie real instalada coincidirá en los tramos rectos.

Para tramos curvos se seguirá el mismo criterio que para codos.

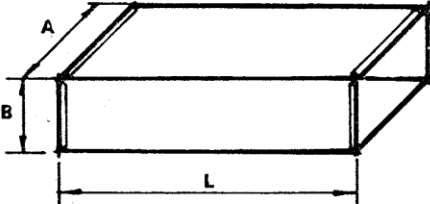
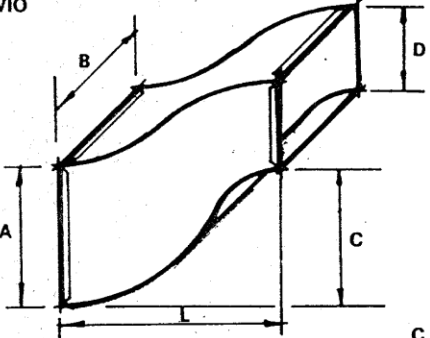
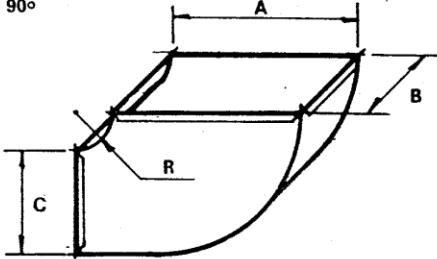
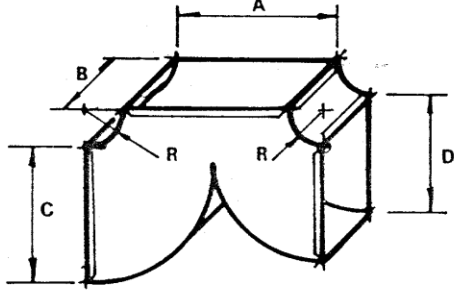
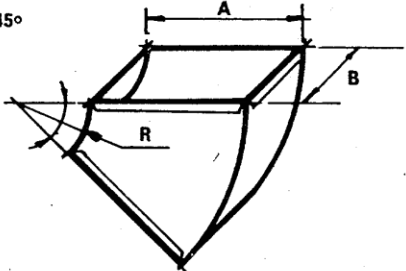
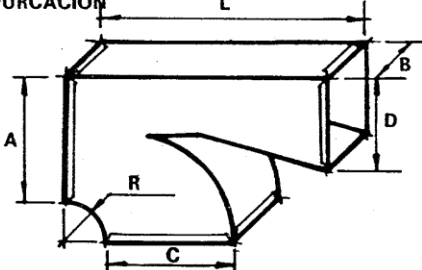
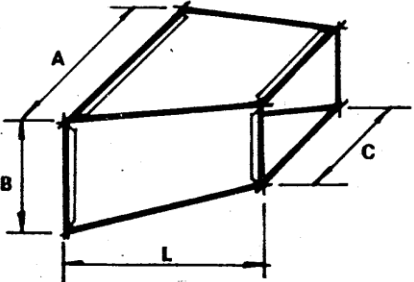
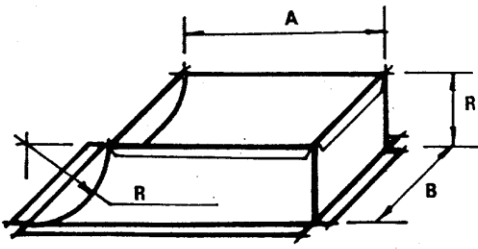
El criterio en cambios de sección rectangular-circular será de cambio de sección de rectangular, según diagrama.

Las conexiones o derivaciones sin cambio de sección del conducto principal no supondrán incremento de medición.

El aislamiento se medirá con criterio idéntico al del conducto, siendo coincidente la medición del conducto y la correspondiente al aislamiento que incorpore.

De la distribución medida se certificará el 100% de su valor establecido, menos retenciones por garantía, contra medición por metros cuadrados de partes terminadas y probadas con resultado positivo de acuerdo con el apartado de pruebas parciales incluido en la parte técnica de este Pliego de Condiciones.

Los conductos se abonarán por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) de conducto colocado, parte proporcional de manguitos, accesorios, soportes, etc., y, si así se expresa en el proyecto, aislamiento.

<p><b>CONDUCTO RECTO</b></p>  <p><b>Superficie = <math>2 \times (A + B) \times L</math></b></p>	<p><b>DESVIO</b></p>  <p><b>Superficie = <math>2 \times (A + B) \times (L + \frac{C}{2})</math></b></p>
<p><b>CODO 90°</b></p>  <p><b>Superficie = <math>[(A + R) \times 1.57] \times [2 \times (A + B)]</math></b></p> <p>En el caso de instalar deflectores, éstos serán valorados aparte.</p>	<p><b>DERIVACION</b></p>  <p><b>Superficie = <math>[(C + R) \times 1.57] \times [2 \times (C + B)] + [(D + R) \times 1.57] \times [2 \times (D + B)]</math></b></p>
<p><b>CODO 45°</b></p>  <p><b>Superficie = <math>[(A + R) \times 0.79] \times [2 \times (A + B)]</math></b></p>	<p><b>BIFURCACION</b></p>  <p><b>Superficie = <math>[(C + R) \times 1.57] \times [2 \times (C + B)] + [2 \times (D + B)] \times L</math></b></p>
<p><b>CAMBIO DE SECCION</b></p>  <p><b>Superficie = <math>2 \times (A + B) \times L</math></b></p>	<p><b>CONEXION</b></p>  <p><b>Superficie = <math>(R \times 1.57) \times [2 \times (A + B)]</math></b></p>

#### 4.4.2. Conductos de aire en baja velocidad en chapa de acero galvanizado

##### **General**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los conductos de aire en baja velocidad de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Cualquiera que sea el tipo de conductos de aire a utilizar, este estará formado con materiales que no propaguen el fuego, ni desprendan gases tóxicos en caso de incendio.

##### **Características**

Los canales de aire de baja presión serán fabricados con chapa galvanizada de primera calidad, de construcción engatillada, tipo Pittsburgh, de dimensiones indicadas en los planos.

Todo el conducto perteneciente a un circuito se fabricará de acuerdo a la misma clase. Toda la chapa utilizada en la fabricación de conductos será de la misma calidad, composición y fabricante, adjuntando en los envíos los certificados de origen correspondientes.

El conducto deberá tener suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos a su propio peso, al movimiento de aire y a los propios de su manipulación.

Las superficies internas serán lisas y no contaminarán el aire que circula por ellas. Soportarán sin deformarse 250° C.

Los espesores mínimos de la chapa estarán de acuerdo a la norma UNE 100.102.

Los conductos se clasificarán de acuerdo a la presión de trabajo. En el caso de encontrarse un 10% por debajo del límite superior de la clase correspondiente, se utilizarán los procedimientos de fabricación de la clase inmediatamente superior.

Los espesores de chapa serán los siguientes:

<b>LADO MAYOR CONDUCTO (mm)</b>	<b>ESPE.S. CHAPA GALVANIZADA (mm)</b>
De 100 a 400	0,6
De 401 a 800	0,8
De 801 a 1.000	0,8
De 1.001 a 1.300	1,0
De 1.301 a 1.600	1,0
De 1.601 a 2.000	1,2

El material, construcción y montaje de los conductos se realizarán, según normativas ASHRAE, cumpliendo en cualquier caso los mínimos establecidos por las normas UNE 100 101, 100 102 y 100 103 referidas en las ITE 04.4 y 05.3 del RITE.

### ***Tipos de construcción, bridas y refuerzos.***

Las bridas para refuerzos de chapa hasta 600 mm. de lado serán del tipo de vaina y los conductos serán construidos en secciones de 2 m. Las bridas para conductos de 600 a 1.500 mm. de lado serán del tipo T y los conductos serán construidos en secciones de 1 m. Las bridas para conductos mayores de 1.500 mm. serán de angular laminado de 40 x 40 x 4, con una capa de pintura de imprimación. Los lados de los conductos serán reforzados con angulares montados diagonalmente.

Todas las uniones de los conductos serán estancas y a prueba de fugas de aire, para lo cual se procederá a aplicar sellador 3M en las esquinas de las uniones de los conductos.

Durante el montaje, todas las aperturas existentes en el conducto deberán ser tapadas y protegidas de forma que no permita la entrada de polvo y otros elementos extraños en la parte ya montada. Según se vaya conformando el conducto, se limpiará su interior y se eliminarán rebabas y salientes.

Preferentemente no se abrirán huecos en los conductos para el alojamiento de rejillas y difusores hasta que no se haya realizado la prueba de estanqueidad. Si por necesidad hubiese que realizar aperturas, el tapado posterior de protección indicado en el párrafo anterior, será lo suficientemente estanco para realizar pruebas.

Todas las chapas vendrán debidamente matrizadas en prisma piramidal, prestando especial atención durante el montaje de forma que la punta del prisma quede hacia el exterior.

Deberán cumplirse como mínimo las normas UNE 100.101, UNE 100.102, UNE 100.103, UNE 100.104, UNE 100.105 y UNE 100.106.

La conexión a equipos se realizará mediante un cuello de material sintético, para evitar la posible transmisión de vibraciones al mismo.

Todas las rejillas y difusores de aire a instalar se realizarán atendiendo escrupulosamente a la velocidad de salida del aire y el nivel sonoro.

Se ejecutarán en consecuencia, plenums adecuados para la conexión de elementos a conductos de aire, de acuerdo a la normativa vigente y las recomendaciones de fabricantes.

El Contratista adoptará las medidas de refuerzo necesarias de forma que cuando se origine la arrancada o parada de los sistemas no se produzca ruido por deformación de la chapa.

### ***Soportes de conductos.***

Los conductos de chapa hasta 450 mm. de anchura serán suspendidos de los techos por medio de pletinas galvanizadas de 1,5 mm., abrazando el conducto por su cara inferior y fijadas al sistema por medio de tornillos Parker de rosca de chapa, los conductos mayores de 450 mm. de anchura, serán suspendidos por medio de varillas de acero laminado y angulares montados en cara inferior a los conductos.

Estos materiales llevarán una capa de pintura antioxidante.

La separación entre soportes estará determinada por el tipo de refuerzo a utilizar, y en todo caso deberá atenerse a lo estipulado en la norma UNE 100.103.

Las partes interiores de los conductos que sean visibles desde las rejillas y difusores, serán pintadas en negro.

Siempre que los conductos atraviesen un muro, tabiquería, forjado o cualquier elemento de obra civil, deberá protegerse a su paso con manguito conformado de fibra de vidrio o proviespan de forma que en ningún caso morteros, escayolas, etc., queden en contacto con la chapa.

#### **4.4.3. Conductos de fibra de vidrio**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los conductos de fibra de vidrio de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Estarán contruidos en planchas debidamente conformadas de panel rígido de fibras de vidrio, aglomeradas con resinas termoendurecibles. Las caras exterior e interior estarán recubierta con un complejo compuesto por una lámina de aluminio, malla de vidrio textil y papel Kraft blanco, adherido mediante cola autoextinguible. Tendrán un espesor de 25 mm, siendo su montaje el recomendado por el fabricante. Quedarán incluidos todos los accesorios. En cualquier caso, cumplirán la norma UNE 100 105 referidas en la ITE 04.4 del RITE.

Se prestará especial atención a que tanto el acopiaje en planchas, como la conformación montada no sea afectada por el agua desechándose cualquier parte que se presente con señales de humedades.

El diseño del conducto en su desarrollo, curvas, reducciones, etc., se realizará con normativas ASHRAE. La soportería será distanciada según la sección del conducto, en ningún caso superior a 2 m.

El paso de los conductos por tabiques, paramentos o elementos de obra civil, quedará debidamente protegido con cartonaje especial antihumedad, de forma que en ningún caso quede afectado el conducto.

#### **4.4.4. Conductos flexibles**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio del conducto flexible de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

El conducto está formado por tres láminas de aluminio-poliéster-aluminio, imputrescibles, grapadas al esqueleto de espiral de acero, garantizando su estanqueidad para un mínimo de 1,5 veces la presión nominal de trabajo. Su unión a los conductos o elementos a alimentar será por medio de abrazaderas en acero galvanizado de tornillo. Entre el conducto y el elemento abrazado se dispondrá material comprensible de forma que la junta sea perfectamente estanca. El material no debe ser afectado en ningún momento por temperaturas comprendidas entre los -20°C y los 90°C. El desarrollo del conducto flexible tendrá una longitud mínima del 20% superior a la distancia en línea recta, es decir, el desarrollo no será totalmente recto, sino que permitirá holguras de adaptación.

Si así es requerido en el proyecto, el conducto incorporará un aislamiento exterior de fibra de vidrio de densidad 16 kg/m<sup>3</sup>, con un espesor de 20 mm, con funda exterior de aluminio reforzada.

#### **4.4.5. Difusión de aire**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los elementos de distribución de aire de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Todos los elementos, tanto de impulsión como de retorno o extracción, deberán ir provistos de mecanismos para regulación del volumen del aire, con fácil control desde el exterior.

Las rejillas, difusores o cualquier elemento terminal de distribución de aire, una vez comprobado su correcto montaje, deberán protegerse en su parte exterior con papel adherido al marco de forma que cierre y proteja el movimiento de aire por el elemento, impidiendo entrada de polvo o elementos extraños. Esta protección será retirada cuando se prueben los ventiladores correspondientes.

Junto con cada unidad deberá suministrarse los marcos de madera, clips o tornillos, varilla o angulares de sujeción y en general todos aquellos accesorios necesarios para que el elemento quede recibido perfectamente tanto al medio de soporte como al conducto que le corresponda.

Todas las tomas de aire exterior o extracción serán suministradas con tela metálica de protección y persiana vierteaguas. Cualquier modificación que por interferencia con los paneles de falso techo puntos luz u otros elementos, exija la nueva situación de las unidades, deberá ser aprobada por la Dirección de obra, según plano de replanteo presentado por el Contratista.

El material y su montaje cumplirá los mínimos exigidos en las ITE 04.4 y 05.3 del RITE. 05.

#### **4.4.6. Difusores**

##### ***General***

1. Se suministrarán e instalarán los difusores de acuerdo a las capacidades indicadas en planos y de acuerdo a las especificaciones y condiciones del Proyecto.
2. Se indicarán en los planos de montaje los tipos y modelos de difusor a instalar. Se adjuntarán con los planos de montaje las características de los difusores. En los planos se incluirán detalles de instalación en los lugares previstos, y coordinados con los interiores.
3. Se suministrarán muestras de los difusores antes de su instalación.
4. Los difusores que se provean en cada área serán de diseño adecuado para las condiciones de instalación y funcionamiento: altura de montaje, alcance requerido, caudales a impulsar, diferenciales de temperatura entre impulsión y ambiente, tipo de retorno, etc. Se presentarán curvas de comportamiento y nivelsonoro.

##### ***Difusores de ranura o totalmente integrados en ranura.***

- La boca de salida será de aluminio, mientras no se indique o apruebe otro material.

- Los difusores dispondrán al menos de los siguientes accesorios:
  - Plenum de chapa galvanizada con aislamiento acústico interior (25 mm mínimo).
  - Compuerta de regulación: se ubicará a 1,5 m de distancia de la salida y dispondrá de actuador remoto operable desde la salida del difusor. Otras posiciones más cercanas a la salida se aceptarán si previamente se realiza un test de verificación del comportamiento acústico.
- Condicionantes arquitectónicos.
  - Los difusores quedarán totalmente ocultos, y el aspecto de la salida de aire desde cualquier zona ocupada será de una ranura continua de color negro. El canto de la ranura será el mínimo posible.
  - El contratista coordinará y verificará con los trabajos de interiores la disposición de los difusores.
- Se proveerán los extremos, uniones y partes ciegas.
- Se instalarán difusores de longitud reducida necesaria en tramos donde se requiera dar un aspecto curvo a la ranura.

#### ***Difusores rotacionales.***

Los difusores de techo rotacionales consiguen una elevada inducción del aire del local, con temperaturas de impulsión de  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  sobre la temperatura ambiente. Se compone de plenum de conexión y difusor, que puede ser de 3 tipos: lamas fijas, lamas ajustables manualmente y lamas motorizadas.

- Plenum de conexión.: El plenum de conexión será de chapa galvanizada, aislado interiormente con espuma ignífuga de 12 mm. de espesor, con compuerta de regulación circular de una hoja, accionable desde el frontal del difusor. La alimentación al plenum se realizará a través de una conexión circular en un lateral del plenum.
- Difusor lamas fijas: Difusor de efecto rotativo, para locales de altura entre 2,5 y 4,0 m., con lamas fijas para impulsión horizontal, con frontal cuadrado o circular. Construido en chapa metálica pintada de color a elegir.
- Difusor lamas ajustables manualmente. Difusor de efecto rotativo y vertical, para locales de altura entre 2,5 y 4,0 m., con frontal cuadrado o circular. Construido en chapa metálica pintada de color a elegir. Las lamas del difusor son ajustables manualmente en 3 posiciones: rotación horizontal centrífuga, rotación horizontal centrípeta, impulsión vertical sin rotación.
- Difusor lamas ajustables motorizadas. Difusor de efecto rotativo y vertical, para impulsar elevados caudales desde más de 4 m. de altura, construidos en chapa de acero pintada al horno de color a elegir. Las lamas están motorizadas, y pueden adquirir varias posiciones: rotación horizontal (para impulsar aire frío), rotación a  $45^{\circ}\text{C}$  (para aire isoterma) e impulsión vertical sin rotación (aire caliente). La motorización de las lamas se realizará con motores eléctricos del tipo todo/nada (a 220 V. ó 24 V.) o del tipo proporcional (a 24 V.), según se especifique en el proyecto.

### **Criterios de instalación.**

- a) Unión difusor-plenum: Se realizará por un tornillo en el centro de la parte frontal del difusor, fijado al plenum. La cabecera del tornillo irá disimulada por un embellecedor. Se colocará una junta de estanqueidad perimetral para garantizar el sellado de la unión.
- b) Sujeción del conjunto: El conjunto plenum-difusor se fijará al forjado del techo independientemente del falso techo. No podrá apoyarse en el falso techo. El sistema de sujeción deberá permitir la nivelación de los difusores respecto al falso techo. Se instalarán varillas roscadas tipo M4, que se fijarán a pestañas del plenum con tuerca y contratuerca, y se fijarán en su parte superior al forjado con tacos para roscar.
- c) La conexión del conducto principal de aire al plenum del difusor se realizará con conducto circular flexible aislado, de no más de 1,5 m. de recorrido, instalado sin curvas bruscas ni estrangulamientos, y con un punto de soporte a techo intermedio si la longitud del flexible es superior a 1,0 m. No se aceptarán conexiones directas de conducto a difusor (esto es, sin plenum).
- d) Selección de difusores: Según indicaciones del fabricante, y con los siguientes criterios:
  - Nivel sonoro máximo: 40 dBA
  - Velocidad máxima de aire en la zona de ocupación: 0,25 m/s
- e) Los difusores deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán difusores fabricados sin referencias fiables.
- f) El acabado (color) y modelo de los difusores deberán ser sometidos a la aprobación previa.

### **4.4.7. Toberas**

Las toberas de impulsión de aire están concebidas para obtener grandes alcances de aire (entre 10 y 20 m.). Pueden ser orientables o fijas. Las toberas y el aro de montaje serán de aluminio pintado al horno, o lacadas. No se aceptarán toberas en plástico, salvo que específicamente se indique lo contrario en otros documentos del proyecto.

#### **Toberas orientables**

Cuando así se especifique en el proyecto, las toberas serán orientables y con giro. La orientación de la tobera se podrá variar desde -30° hasta +30° respecto a su horizontal, de forma manual o motorizada. La motorización de la tobera se realizará con motores eléctricos del tipo todo/nada (a 220 V. o a 24 V) o del tipo proporcional (a 24 V.), según se especifique en el proyecto.

Las toberas orientables podrán además girar sobre su eje en 360°, de forma manual.

### **Criterios de instalación**

- a) Las toberas se fijarán directamente a conductos rectangulares o circulares a través de tornillos o remaches. Se instalará una junta de estanqueidad entre la tobera y el conducto, para garantizar el sellado de la unión.

- b) Las toberas orientables manualmente dispondrán de un sistema de orientación que permita el ajuste de la tobera y su posterior fijación en la posición deseada, por medio de palomillas.
- c) Cuando se instalen toberas orientables motorizadas se deberán considerar los registros necesarios en paramentos para el mantenimiento de los motores. La instalación de acometida eléctrica y control de los motores se realizará según las especificaciones técnicas pertinentes.
- d) Si es necesario regular el caudal de aire por tobera, se instalarán compuertas circulares de regulación de una hoja. Se podrán agrupar toberas en conjuntos de hasta 3 unidades con una sola compuerta de regulación común.
- e) Selección de toberas: Según indicaciones del fabricante y los siguientes criterios:
  - Velocidad mínima salida de aire: 3 m/s
  - Nivel sonoro máximo: 50 dBA
  - Velocidad máxima aire en zona de ocupación: 0,25 m/s
- f) Las toberas deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán toberas fabricadas sin referencias fiables.
- g) El acabado (color) y modelo de las toberas deberán ser sometidos a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

#### **4.4.8. Rejillas**

Las rejillas deberán de ser de aluminio, de los tamaños indicados en los planos, con terminación anodizada a menos que se indique lo contrario, y deberán de ser suministradas con marco y juntas de goma para evitar fuga de aire alrededor de las unidades según se indique.

Rejillas de impulsión, retorno o extracción: irán provistas de compuertas de regulación de álabes opuestos operable a través de la cara de la rejilla.

Se instalarán lamas horizontales, verticales, orientables o no según las condiciones de uso, y siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Los marcos para unidades instaladas en paredes de escayola deberán de fijarse antes del emplastecido.

#### **4.4.9. Bocas circulares de ventilación**

Las bocas circulares de ventilación tienen su aplicación para impulsión y extracción de pequeños caudales de aire. Están formadas por un aro circular perimetral y un disco central. El material de ambos elementos será la chapa de acero pintada al horno. No se aceptarán bocas en plástico salvo así establecido en el presupuesto o especificaciones técnicas.

El aro circular se fijará a paramento (pared o techo) con fijación oculta. Para garantizar un asiento correcto, el aro circular incorporará una junta de estanqueidad. No se aceptarán

fijaciones con tornillos vistos en la parte frontal de la boca de ventilación. El disco central se fijará a un puente de montaje del aro circular a través de un espárrago central.

La regulación de caudal de la boca de ventilación se realiza por rotación del disco central, y fijando una tuerca en el espárrago para hacer de tope.

La conexión de la boca de ventilación al conducto principal se realizará con conducto flexible circular.

Las bocas de ventilación deberán ser de primeras marcas del mercado, con sus características técnicas referenciadas en catálogos actualizados y comprobables en laboratorios del fabricante en caso de discrepancia. No se admitirán bocas de ventilación fabricadas sin referencias fiables.

El acabado (color) y modelo de las bocas de ventilación deberá ser sometido a la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

#### **4.4.10. Compuertas de regulación de caudal**

##### ***Compuertas de regulación de caudal manuales***

Se proveerán compuertas manuales para el equilibrado de las redes de aire.

Cuando se instalen compuertas en los conductos que vayan a ser aislados se incluirá un marco adecuado para la instalación del aislamiento.

Si la situación de las compuertas de regulación no se define en los planos se cumplirán las siguientes normas mínimas:

1. Todos los ramales principales de suministro, retorno y extracción de aire deberán de llevar compuertas de equilibrado, así como en ramales secundarios que lo requieran.
2. Se situará la compuerta tan lejos como sea posible de la salida de aire para evitar la transmisión de ruido.
3. Su ubicación se preverá con un fácil acceso a la compuerta, o en caso contrario se proveerá un actuador remoto para la compuerta.
4. Todos los elementos de difusión, tanto impulsión como retorno, irán provistos de compuerta de regulación.

Se emplearán compuertas con lamas acopladas en sentido opuesto cuando el ancho de una compuerta de simple hoja pueda exceder 300 mm. Dichas compuertas serán de acero galvanizado o aluminio.

##### ***Actuadores de compuertas de caudal***

Las compuertas accesibles dispondrán de ejes y palancas de acero galvanizado, indicador de posición y elemento de bloqueo.

En compuertas no accesibles se proveerán los siguientes tipos de actuadores:

1. En techos inaccesibles, donde se puedan dejar registros, se dispondrá de actuador con indicador de posición y elemento de bloqueo. El registro tendrá dimensiones mínimas de 7 cm de lado.
2. En techos inaccesibles, donde no se permitan registros, el actuador será de tipo remoto, mediante cable (u otra solución aprobada) accesible desde la cara de descarga del difusor.

#### **4.4.11. Compuertas cortafuegos y cortahumos**

##### ***Compuertas cortafuegos.***

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de las compuertas cortafuegos de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los documentos de proyecto.

Se instalarán compuertas cortafuego construidas según normativas aplicables, donde se indique en planos o donde se necesite, para asegurar la compartimentación en sectores de incendio del edificio. La resistencia al fuego será la indicada (mínima para cualquier compuerta: RF-90), s/UNE 23-802. En posición cerrada serán estancas al paso del aire s/DIN 4102 e impedirán la propagación de humos a baja temperatura. Su tamaño, forma, modulación será la adecuada en función del espacio disponible, y ofreciendo la mínima resistencia al paso del aire.

Las compuertas cortafuegos serán del tipo basculante en el flujo de aire y se instalarán de forma que queden exentas de traqueteos y vibraciones.

El Contratista indicará claramente la localización y tamaño de las compuertas en los planos de montaje, y proveerá registros de acceso en los conductos para cada compuerta con el fin de realizar la inspección, sustitución de fusibles o mantenimiento. Será responsabilidad del contratista coordinar la localización de la puerta de acceso.

Se proveerán compuertas cortafuego según:

- a. En la penetración a patinillos que atraviesan varios sectores de incendios.
- b. En la penetración entre sectores de incendio.

Las puertas de acceso dispondrán de junta para proveer la estanqueidad máxima posible entre el conducto y el cerco. Las puertas estarán totalmente aisladas.

La instalación se realizará siguiendo las instrucciones del fabricante y de acuerdo a las normativas y recomendaciones aplicables.

##### ***Actuadores y accesorios de compuertas cortafuegos. Tipos y funciones.***

- A) Compuertas accionadas por fusibles. Su función es asegurar la compartimentación en sectores de incendio del edificio. Dispondrán de final de carrera.
- B) Compuerta motorizada comandada por sensor de temperatura. Su función, además de asegurar una compartimentación en sectores de incendio del edificio, es permitir realizar el control de humos del edificio. Serán de este tipo las compuertas cortafuego que estén localizadas en conductos utilizados para control de humos.

1. Cada compuerta irá equipada con 2 interruptores indicadores de posición, de modo que uno cerrará cuando la compuerta está totalmente abierta y el otro, cuando está completamente cerrada. Los interruptores serán externos al servomotor.
  2. Irán provistas de sensor de temperatura y mecanismo de disparo.
  3. Irán equipadas con servomotor, el cual será comandado desde el sistema de protección contra incendios. Desde el sistema de control de humos se podrá actuar sobre la compuerta y reabirla para permitir realizar el control de humos. El actuador será a 220V con muelle de retorno.
- C) Compuerta motorizada comandada por sensor de temperatura. Idéntica a la anterior excepto que irá equipada con fusible, en vez de detector de temperatura.

### ***Compuertas cortahumos.***

Se utilizarán para el control de humos. Serán adecuadas para dicho uso. Estarán constituidas por lamas de perfil aerodinámico de doble pared. Tanto el marco como las lamas serán de acero galvanizados. Irán provistas con juntas plásticas a lo largo de las lamas resistentes hasta 90°C. Su grado de estanqueidad cumplirá los requisitos de DIN 1946 (fugas <math><10\text{ m}^3/\text{h.m}^2</math> de sección con una diferencial de presión de 100 Pa).

Irán equipadas con los mismos actuadores, e indicadores de posición que las compuertas cortafuegos motorizadas, sin incluir sensor de temperatura o fusible. Su actuación se realizará a través de sistema de protección contraincendios y/o control.

### ***Interfaces de compuertas con sistemas de protección contra incendios.***

El presente apartado tiene por objeto definir el alcance de los trabajos del contratista del sistema de climatización, frente al contratista del sistema de protección contra incendios.

Los actuadores de compuertas, interruptores finales de carrera y sensores térmicos para las compuertas de humo deberán de ser cableadas por el contratista de la instalación de climatización hasta un regletero terminal que provea el acoplamiento con el sistema de alarma de incendios. Se suministrarán todos los relés, accesorios y material, y se dejará preparado para el sistema de protección contra incendios. Se suministrará alimentación de fuerza al actuador desde una caja de conexión en la sala de equipos mecánicos de la misma planta. Las compuertas que requieran control desde el sistema de alarma de incendios deberán de conectarse a una caja de conexión de alimentación de fuerza de emergencia en la sala de equipos mecánicos de la misma planta.

Se cableará el regletero terminal de modo que el sistema de alarma de incendios pueda realizar las siguientes funciones de control y monitorización.

1. Control de Apertura desde el Sistema de Protección Contraincendios: Se cableará un terminal de modo que cuando el relé del sistema de alarma de incendios cierre un contacto a través de este terminal la compuerta se abra. Alternativamente si se especifica que la compuerta debe abrirse por muelle en caso de pérdida de alimentación, la compuerta deberá entonces abrirse cuando el contacto a través de este terminal se cierre.
2. Control de Cierre desde el Sistema de Protección Contraincendios: Se cableará un terminal de modo que cuando un relé del sistema de alarma de incendios cierre a través de este terminal la compuerta se cierre. Alternativamente si se especifica que la compuerta debe cerrarse por

muelle en caso de pérdida de alimentación, la compuerta deberá de cerrarse cuando el contacto a través de este terminal se cierre.

3. Monitorización de Estado Abierto por el Sistema de Protección Contra incendios: Se cableará un terminal de modo que el sistema de alarma de incendios monitorice un contacto cerrado a través de este terminal cuando la compuerta está abierta.
4. Monitorización de Estado Cerrado por el Sistema de Protección Contra incendios: Se cableará un terminal de modo que el sistema de alarma de incendios monitorice un contacto cerrado a través de estos terminales cuando la compuerta esté cerrada.

El contratista del sistema de climatización suministrará diagramas de cableado necesarios para el acoplamiento con el sistema de protección contra incendios.

#### **4.4.12. Conexiones flexibles**

Las conexiones flexibles deberán de evitar la transmisión de vibraciones a través de los conductos. Se instalarán tanto en la impulsión como en el retorno de todos los ventiladores y unidades de ventilación y en las juntas de expansión del edificio. El material ser de la resistencia necesaria al servicio requerido, y estar correctamente instalado para garantizar la estanqueidad. La lona deberá de ser de ancho suficiente para proveer un espacio mínimo de 100 mm entre los elementos conectados y con suficiente holgura para prevenir su rotura causada por el movimiento del ventilador.

En conductos interiores se utilizará lona de fibra de vidrio estanca al aire, con capas de neopreno en ambos lados o similar, y con cercos galvanizados fijamente adheridos en los extremos de la conexión.

Todos los materiales deberán de estar clasificados para baja inflamabilidad. La temperatura de trabajo será la requerida para un correcto funcionamiento con el ventilador correspondiente.

#### **4.4.13. Registros de acceso en conductos**

Donde sea necesario en los conductos, se realizarán marcos y registros de acceso adecuados para permitir la inspección, operación y mantenimiento de todas las válvulas, controles, compuertas cortafuegos, compuertas automáticas, baterías, filtros u otros aparatos.

Los registros deberán de ser de construcción doble de chapa metálica de no menos de 1 mm de grosor con junta de goma entre la puerta y el cerco y entre el cerco y el conducto. En ningún caso el acceso a ninguno de los elementos de equipo que requieran inspección, ajuste o mantenimiento requerirán la retirada de tuercas, tornillos, o cualquier otro elemento similar. Los registros de acceso deberán de ser adecuadas para las presiones del sistema y deberán de ser estancas.

Los registros en conductos aislados o aislados internamente deberán de tener un aislamiento de 25 mm de fibra de vidrio rígido entre los paneles metálicos.

Los registros deberán de soportarse sobre bastidores separados con bisagras robustas.

Los tamaños mínimos de los registros en los conductos deberán ser de 450 mm x 450 mm o lo que el tamaño del conducto permita.

La cara exterior de los registros de acceso a compuertas cortafuego y cortahumos. irán identificada con letras en rojo.

Los espesores de los registros de acceso para los sistemas de extracción de cocina deberán de ser iguales a los del conducto.

#### **4.4.14. Compuertas de sobrepresión**

Serán de lamas de aluminio y junta plástica en los extremos para reducir fugas contrapresión ajustable. Los ejes serán de acero o aluminio.

Equilibrado: Pesos fijos desmontables en las lamas y contrapesos para ajustes finos.

### **4.5. Aislamiento**

#### **4.5.1. General**

##### ***Entregas.***

El contratista deberá presentar muestras de cada tipo de aislamiento y productos auxiliares para su revisión.

El contratista suministrará una lista de materiales con datos técnicos de cada tipo de aislamiento utilizado en el proyecto, documentando su función, calidad y características e incluyendo, al menos, las siguientes características: propagación de llama, generación de humo, y características de rendimiento térmico.

Como parte de la presentación de los planos de montaje, se incluir en la primera entrega, informes de ensayos certificados de que los materiales y sus componentes cumplen con la normativa legal al respecto de clasificaciones frente a riesgo de incendios y que los materiales no contienen amianto.

Se pondrá especial atención en que el aislamiento y su espesor cumplan el apéndice 03.1 del RITE.

Se incluirán detalles típicos sobre los sistemas de montaje, indicando accesorios utilizados y acabados finales.

##### ***Suministro, almacenamiento y manejo.***

El contratista suministrará y almacenará los materiales en el embalaje original del fabricante debidamente etiquetados. Los materiales se almacenarán en lugares secos y protegidos de acuerdo con las instrucciones del fabricante. No se abrirán los embalajes ni se retirarán sus etiquetas hasta su instalación.

Para evitar deterioros no se permitirá que el aislamiento se moje, se humedezca o se manche. Se protegerá el aislamiento de su exposición a altas temperaturas, excesiva exposición a los rayos solares y al contacto con superficies calientes por encima de las temperaturas seguras indicadas por el fabricante.

No se comenzará la instalación de aislamiento en períodos desfavorables, a menos que el trabajo se realice de acuerdo con los requisitos e instrucciones del fabricante.

### ***Requisitos generales.***

Frente al fuego los aislamientos tendrán, al menos, clasificación de no inflamable, no propagador de llama (M1), no generando en caso de incendio humos ni productos tóxicos apreciables.

Junto a la primera entrega de los planos de montaje, el contratista entregará los certificados oficiales que demuestran el cumplimiento del comportamiento al fuego de los materiales aislantes.

Todos los auxiliares y accesorios tales como, adhesivos, masticos, serán asimismo no combustibles, ni generarán humos ni productos tóxicos apreciables en caso de exposición al fuego. Los tratamientos ignífugos que se requieran serán permanentes, no permitiéndose el uso de materiales para dichos tratamientos solubles al agua.

No se permite la utilización de amianto.

Además, el material de aislamiento térmico deberá cumplir con las siguientes características:

- Ser imputrescible.
- No contener sustancias que se presten a la formación de microorganismos.
- No desprender olores a la temperatura de trabajo.
- No provocar la corrosión de las tuberías y conductos en las condiciones de uso.
- No ser alimento de roedores.

### ***Instalación.***

El aislamiento deberá ser aplicado sobre superficies limpias y secas, una vez inspeccionadas y preparadas para recibir aislamiento.

Se examinarán las áreas que vayan a ser aisladas. El contratista deberá de corregir todas aquellas condiciones que se puedan influir negativamente para la correcta terminación del trabajo en calidad y plazo. No se comenzará hasta que las condiciones insatisfactorias hayan sido corregidas.

Se verificará que todos los elementos de soportería hayan sido dimensionados y ajustados para permitir que las camisas del aislamiento atraviesen estos componentes sin ser taladradas.

No se iniciará la instalación del aislamiento hasta que hayan sido instaladas las tuberías, los conductos y otros elementos salientes sobre los mismos.

El acabado final del aislamiento, en especial en zonas vistas, tendrá un aspecto uniforme, limpio y ordenado.

En general, se instalarán los materiales de aislamiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante, a excepción de que se indiquen o especifiquen requisitos más restrictivos. Se

extenderá el espesor total del aislamiento sobre la superficie total a ser cubierta a menos que se indique lo contrario. Se deberá cortar y encajar o conformar el aislamiento fuertemente alrededor de todas las obstrucciones o taladros de manera que no existan huecos en el curso del aislamiento.

Cuando sea posible, todo el aislamiento de tuberías deberá de aplicarse de forma continua. Cuando el uso de formas segmentadas sea necesario, los segmentos deberán de ser de tal construcción de manera que encajen correctamente en las superficies curvas en las cuales sean aplicados.

El aislamiento de las superficies frías donde se empleen encamisados con barrera de vapor deberá de ser aplicado con un sello de barrera de vapor continuo y sin roturas. Los soportes, anclajes, etc., que se fijen directamente a servicios fríos deberán de ser adecuadamente aislados y sellados formando barrera de vapor para prevenir condensaciones.

En los soportes de tuberías frías aisladas se instalarán inserciones. Las inserciones entre la tubería y los soportes deberán de consistir en aislamiento de tubería rígido del mismo espesor que el aislamiento adyacente y deberán de ser provistas con barrera de vapor donde sea necesario. Las inserciones deberán de tener suficiente resistencia a compresión de tal manera que cuando sean utilizadas en combinación con escudos de chapa metálica, soporten el peso de la tubería y del fluido sin romper el aislamiento.

Las válvulas y accesorios ocultos deberán de encontrarse correctamente aislados. El espesor terminado del aislamiento en los accesorios y válvulas deberá de ser como mínimo el de las tuberías adyacentes.

Las válvulas y accesorios expuestos y todas las bridas deberán de ser aisladas con accesorios preconformados o segmentos de aislamiento. El aislamiento de las bridas deberá de extenderse un mínimo de 25 mm más allá de la terminación de la tornillería. Se adoptarán las medidas necesarias, tales como instalación con recubrimientos preconformados, con el fin de que la instalación quede con un aspecto uniforme, limpio y ordenado.

No se permite la perforación de la barrera de vapor.

Las bandas que se utilicen en las uniones tendrán 80 mm de anchura mínima y serán del mismo material que la barrera de vapor.

Donde se especifique aislamiento para tuberías, se aislarán de modo similar todos los tramos de conexiones, purgadores, vaciados u otras tuberías sujetas a pérdidas o ganancias térmicas, según el caso.

Se aislarán completamente tuberías, tanques o depósitos de agua, válvulas, intercambiadores, accesorios, etc. Todos los soportes metálicos que pasen a través del aislamiento, incluyendo soportes de depósitos e intercambiadores, soportes de tubería, etc., se aislarán al menos una longitud de cuatro veces el espesor del aislamiento. Cuando los equipos estén soportados por cunas de metal, el aislamiento se prolongará hasta la cimentación de hormigón.

Cualquier aislamiento mostrando evidencia de humedad será rechazado por la Dirección Técnica. Todo aislamiento que se aplique en una jornada de trabajo, deberá tener también en dicha jornada la barrera antivapor. Cualquier evidencia de discontinuidad en la barrera antivapor será causa suficiente de rechazo por la Dirección Técnica.

El aislamiento exterior de conductos quedará perfectamente unido al conducto, utilizándose los medios adecuados: pins, adhesivos especiales no combustibles, mallas metálicas, ... La barrera

de vapor no se verá en ningún caso interrumpida, disponiéndose juntas de sellado o bandas adhesivas de 80 mm de anchura mínima en las uniones. En conductos de 600 mm de anchura o mayor, se dispondrán pins y clips en su parte inferior. Los pins estarán preferentemente soldados por punto.

#### **4.5.2. Aislamiento de redes de tuberías**

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de redes de tuberías:

- Tipo AT-1. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica 0,033 W/m°C, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.
- Tipo AT-2. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica 0,033 W/m°C, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.
- Tipo AT-3. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica 0,033 W/m°C, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.
- Tipo AT-4. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.
- Tipo AT-5. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica 0,037 W/m°C, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.
- Tipo AT-6. Aislamiento de tubería a base de coquilla de lana de vidrio, conductividad térmica 0,037 W/m°C, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.
- Tipo AT-7. Aislamiento de tubería a base de coquilla de espuma elastomérica de estructura celular estanca, color negro, conductividad térmica 0,035 W/m°C, de muy baja permeabilidad al vapor, comportamiento al fuego M1, tipo AF/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente.
- Tipo AT-8. Aislamiento de tubería a base de coquilla de espuma elastomérica, color gris, conductividad térmica 0,037 W/m°C, comportamiento al fuego M1, tipo SH/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente.
- Tipo AT-9. Aislamiento de tubería de silicato de calcio. El aislamiento deberá tener una densidad de 176 kg/m<sup>3</sup> de silicato de hidróxido de calcio con una conductividad térmica máxima de 0,06 W/m°C a 93°C de temperatura media. El aislamiento se soportará con malla de cobre.

#### **4.5.3. Aislamiento de válvulas**

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de válvulas:

- Tipo AV-1. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica 0,033 W/m°C, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.

Tipo AV-2. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica 0,033 W/m°C, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.

Tipo AV-3. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica 0,033 W/m°C, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

Tipo AV-4. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con malla de fibra de vidrio.

Tipo AV-5. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.

Tipo AV-6. Aislamiento de válvula a base de manta de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

Tipo AV-7. Aislamiento anticondensación de válvula a base de 2 capas de cinta autoadhesiva de espuma elastomérica de estructura celular estanca, color negro, conductividad térmica 0,035 W/m°C, de muy baja permeabilidad al vapor, comportamiento al fuego M1, tipo AF/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente.

Tipo AV-8. Aislamiento de válvula a base de manta de espuma elastomérica de estructura celular estanca, color negro, conductividad térmica 0,035 W/m°C, de muy baja permeabilidad al vapor, comportamiento al fuego M1, tipo AF/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente, y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

#### **4.5.4. Aislamiento de colectores**

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de colectores:

Tipo AL-1. Aislamiento de colector a base de manta semirrígida de lana de vidrio, conductividad térmica 0,041 W/m°C, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.

Tipo AL-2. Aislamiento de colector a base de manta semirrígida de lana de vidrio, conductividad térmica 0,041 W/m°C, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

Tipo AL-3. Aislamiento de colector a base de manta de semirrígida de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, y terminación en venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica.

Tipo AL-4. Aislamiento de colector a base de manta semirrígida de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C, con venda de escayola recubierta con emulsión asfáltica y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

Tipo AL-5. Aislamiento de colector a base de manta de espuma elastomérica de estructura celular estanca, color negro, conductividad térmica 0,035 W/m°C, de muy baja permeabilidad al vapor, comportamiento al fuego M1, tipo AF/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente, y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

#### 4.5.5. Aislamiento de conductos

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de conductos de chapa:

- Tipo AC-1. Aislamiento de conductos a base de manta de lana de vidrio de 55 mm de espesor, conductividad térmica 0,048 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con sujeción adicional mediante malla metálica galvanizada de 10 cm. máximo entre nudos, con sellado de juntas.
- Tipo AC-2. Aislamiento de conductos a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica 0,035 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado, con sellado de juntas.
- Tipo AC-3. Aislamiento de conductos a base de manta semirrígida de lana de vidrio, conductividad térmica 0,041 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado, con sellado de juntas.
- Tipo AC-4. Aislamiento de conductos a base de manta rígida de lana de vidrio, conductividad térmica 0,035 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado, con sellado de juntas.
- Tipo AC-5. Aislamiento de conductos a base de manta de lana de vidrio de 55 mm de espesor, conductividad térmica 0,048 W/m°C y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, colocada sobre distanciadores, con sellado de juntas.
- Tipo AC-6. Aislamiento de conductos a base de manta semirrígida de lana de vidrio, conductividad térmica 0,041 W/m°C y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, colocada sobre distanciadores, con sellado de juntas.
- Tipo AC-7. Aislamiento interior anticondensación de conductos a base de manta de lana de vidrio, conductividad térmica 0,035 W/m°C y terminación velo de vidrio recubierto por película elástica protectora, con sellado de juntas.
- Tipo AC-8. Aislamiento de conductos a base de manta de lana de roca de 60 mm de espesor, conductividad térmica 0,040 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado con sujeción adicional mediante malla metálica galvanizada de 10 cm. máximo entre nudos, con sellado de juntas.
- Tipo AC-9. Aislamiento de conductos a base de manta semirrígida de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado, con sellado de juntas.
- Tipo AC-10. Aislamiento de conductos a base de manta rígida de lana de roca, conductividad térmica 0,045 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado, con sellado de juntas.
- Tipo AC-11. Aislamiento de conductos a base de manta de lana de roca de 60 mm de espesor, conductividad térmica 0,040 W/m°C y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, colocada sobre distanciadores, con sellado de juntas.
- Tipo AC-12. Aislamiento de conductos a base de manta semirrígida de lana de roca, conductividad térmica 0,037 W/m°C y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, colocada sobre distanciadores, con sellado de juntas.

#### **4.5.6. Aislamiento para equipos. Cajas de humos y extracción de cocinas**

Se consideran los siguientes tipos de aislamientos de equipos:

Tipo AE-1. Aislamiento de equipos a base de manta rígida de lana de vidrio, conductividad térmica 0,035 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado, con sellado de juntas.

Tipo AE-2. Aislamiento de equipos a base de manta rígida de lana de vidrio, conductividad térmica 0,035 W/m°C y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, colocada sobre distanciadores, con sellado de juntas.

Tipo AE-3. Aislamiento de equipos a base de manta rígida de lana de roca, conductividad térmica 0,045 W/m°C y terminación en hoja de papel aluminio reforzado, con sellado de juntas.

Tipo AE-4. Aislamiento de equipos a base de manta semirrígida de lana de roca, conductividad térmica 0,045 W/m°C y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, colocada sobre distanciadores, con sellado de juntas.

Tipo AE-5. Aislamiento de equipos para alta temperatura a base de hidróxido de silicato cálcico de una densidad próxima a 176 kg/m<sup>3</sup> y conductividad máxima de 0,06 W/m°C a 93°C de temperatura media.

Tipo AE-6. Aislamiento de equipos a base de manta de espuma elastomérica de estructura celular estanca, color negro, conductividad térmica 0,035 W/m°C, de muy baja permeabilidad al vapor, comportamiento al fuego M1, tipo AF/ARMAFLEX de ARMSTRON o equivalente, y terminación en chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor.

#### **4.5.7. Aislamiento de lana de vidrio**

##### ***Aislamiento de redes de tuberías***

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio del aislamiento de tubería y valvulería mediante coquilla o manta de lana de fibra de vidrio de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto para todas aquellas tuberías en las que pueda existir una diferencia de temperatura entre el agua transportada y su ambiente periférico superior a 5°C, a no ser que se indique lo contrario en el proyecto.

La lana de vidrio de las coquillas será de las siguientes características:

- Conductividad térmica máxima: 0,033 W/m°C a 24°C

0,042 W/m°C a 90°C

- Densidad: 60 Kg/m<sup>3</sup> (±10%)
- Clasificación ante el fuego: M0

La coquilla se suministrará en unidades de longitud no superior a 1,5 m. máximo. Estos elementos serán rígidos en forma de cilindros huecos de lana de fibra de vidrio, impregnadas en resinas termoendurecibles. Las uniones de las diferentes coquillas se realizarán a tope, procurando la máxima unión entre terminales.

Antes de aplicarse el aislamiento, las superficies deberán estar limpias, secas y con dos capas de pintura antioxidante (en las tuberías que se prevean posibles condensaciones, además se aplicarán dos manos de pintura bituminosa asfáltica), habiéndose previamente probado hidráulicamente el circuito a aislar según las normas indicadas por la Dirección de Obra.

El paso del aislamiento a través de paramentos, muros o forjados se realizará por medio del manguito correspondiente previamente entregado por el Contratista y recibido por el contratista de obra civil.

Cuando sea requerido en proyecto, las coquillas incorporarán una hoja de aluminio reforzada con fibra de vidrio al exterior, que actuará como barrero de vapor.

#### ***Aislamiento de redes de conductos y de equipos***

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio del aislamiento de conductos mediante manta de lana de fibra de vidrio de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto para todos aquellos conductos metálicos en los que pueda existir una diferencia de temperatura entre el aire transportado y su ambiente periférico superior a 2°C, a excepción de los conductos de extracción y los de aire exterior a no ser que se indique lo contrario en el presupuesto.

Se utilizarán seis tipos de aislamientos de lana de vidrio, con las siguientes características:

Tipo A.

- Conductividad térmica máxima: 0,048 W/m°C a 24°C
- Densidad: FVM-1 s/UNE 92102/89
- Clasificación ante el fuego: M0
- Revestimiento con hoja de aluminio reforzado.
- Espesor: 55 mm
- Gran flexibilidad.
- Sujeción adicional por malla metálica galvanizada de 10 cm. máximo entre nudos.
- Tipo ISOVER Filtro IBR ALUMINIO o equivalente.

#### Tipo B.

- Conductividad térmica máxima: 0,048 W/m°C a 24°C
- Densidad: FVM-1 s/UNE 92102/89
- Clasificación ante el fuego: M0
- Sin revestimiento.
- Espesor: 55 mm
- Gran flexibilidad.
- Tipo ISOVER Fieltro IBR DESNUDO o equivalente.

#### Tipo C.

- Conductividad térmica máxima: 0,035 W/m°C a 24°C
- Clasificación ante el fuego: M1
- Revestimiento con hoja de aluminio reforzado.
- Espesor: 20 y 40 mm
- Tipo ISOVER Fieltro ISOAIR o equivalente.

#### Tipo D.

- Conductividad térmica máxima: 0,035W/m°C a 24°C
- Clasificación ante el fuego: M1
- Revestimiento con velo de vidrio recubierto por película elástica protectora.
- Para aislamiento interior de conductos vistos.
- Espesor: 12 ó 25 mm
- Tipo ISOVER Fieltro FIBRAIR VN o equivalente.

#### Tipo E

- Conductividad térmica máxima: 0,041W/m°C a 24°C
- Densidad: FVP-2 s/UNE 92102/89
- Clasificación ante el fuego: M0
- Sin revestimiento.
- Semirrígido.

- Espesor: 30, 40, 50 o 100mm
- Tipo ISOVER panel PI-156 o equivalente.

Tipo F.

- Conductividad térmica máxima: 0,035 W/m°C a 24°C
- Densidad: FVP-5 s/UNE 92102/89
- Clasificación ante el fuego: M0
- Sin revestimiento.
- Rígido.
- Espesor: 30, 40, 50 o 100mm
- Tipo ISOVER panel PI-256 o equivalente.

#### 4.5.8. Aislamiento de lana de roca

##### *Aislamiento de redes de tuberías*

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio del aislamiento de tubería y valvulería mediante coquilla o manta de lana de roca de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto para todas aquellas tuberías en las que pueda existir una diferencia de temperatura entre el agua transportada y su ambiente periférico superior a 5°C, a no ser que se indique lo contrario en el proyecto.

La lana de roca será de las siguientes características:

- Conductividad térmica máxima: 0,037 W/m°C a 24°C 0,048 W/m°C a 90°C

- Densidad: 65 Kg/m<sup>3</sup>
- Clasificación ante el fuego: M0

La coquilla se suministrará en unidades de longitud no superior a 1,5 m. máximo. Estos elementos serán rígidos en forma de cilindros huecos de lana de roca, impregnadas en resinas termoendurecibles. Las uniones de las diferentes coquillas se realizarán a tope, procurando la máxima unión entre terminales.

Antes de aplicarse el aislamiento, las superficies deberán estar limpias, secas y con dos capas de pintura antioxidante (en las tuberías que se prevean posibles condensaciones, además se aplicarán dos manos de pintura bituminosa asfáltica), habiéndose previamente probado hidráulicamente el circuito a aislar según las normas indicadas por la Dirección de Obra.

El paso del aislamiento a través de paramentos, muros o forjados se realizará por medio del manguito correspondiente previamente entregado por el Contratista y recibido por el contratista de obra civil.

### ***Aislamiento de redes de conductos y de equipos***

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio del aislamiento de conductos mediante manta de lana de roca de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto para todos aquellos conductos metálicos en los que pueda existir una diferencia de temperatura entre el aire transportado y su ambiente periférico superior a 2°C, a excepción de los conductos de extracción y los de aire exterior a no ser que se indique lo contrario en el presupuesto.

Se utilizarán tres tipos de aislamientos de lana de roca, con las siguientes características:

#### Tipo A.

- Conductividad térmica máxima: 0,040 W/m°C a 24°C
- Densidad: 21 Kg/m<sup>3</sup> (±10%)
- Clasificación ante el fuego: M0
- Revestimiento con hoja de aluminio reforzado.
- Gran flexibilidad.
- Espesor: 60 mm
- Sujeción adicional por malla metálica galvanizada de 10 cm. máximo entre nudos.
- Tipo ROCKWOOL Fieltro 128 o equivalente.

#### Tipo B.

- Conductividad térmica máxima: 0,037 W/m°C a 24°C
- Densidad: 15 Kg/m<sup>3</sup>
- Clasificación ante el fuego: M0
- Revestimiento con hoja de aluminio reforzado.
- Semirrígido.
- Espesor: 40 mm en interiores 60 mm en exteriores
- Tipo ROCKWOOL Fieltro 126 o equivalente.

Tipo C.

- Conductividad térmica máxima: 0,045 W/m°C a 24°C
- Densidad: 40 Kg/m<sup>3</sup>
- Clasificación ante el fuego: M0
- Revestimiento con hoja de aluminio reforzado.
- Rígido. Con fibras perpendiculares al fieltro, para alta resistencia a la compresión.
- Espesor: 40 mm en interiores 60 mm en exteriores
- Tipo ROCKWOOL Fieltro 133 o equivalente.

#### 4.5.9. Aislamientos conformados flexibles

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los aislamientos conformados flexibles de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto y en general siempre que por la canalización pueda discurrir un fluido con temperatura inferior a la determinada como interior de ambiente en las hipótesis de cálculo o superior a 40°C y no se haya definido otro tipo de aislamiento.

En el acoplamiento se prestará especial atención a su apilamiento de forma que las capas inferiores no queden excesivamente presionadas. El material será espuma sintética flexible, especial para aislamiento, conformado en planchas (hojas y rollos) o en coquillas cilíndricas de diámetros interiores iguales o ligeramente superiores al diámetro exterior de la tubería a aislar.

Su composición será tal que le confiera propiedades de autoextinguible, imputrescible y químicamente neutro.

En el caso de las coquillas es recomendable siempre que sea posible su montaje por embutición en el tubo, previo al montaje del mismo. Si no fuera por este sistema se utilizará el de apertura longitudinal.

El pegado de las costuras longitudinales, conformación de accesorios y unión de piezas conformadas se realizará exclusivamente con el adhesivo indicado por el fabricante. La aplicación sólo se hará con temperaturas superficiales del tubo comprendidas entre los 15 y 30°C, con un tiempo de secado mínimo de 24 horas de discurrir fluido por la canalización. Bajo ningún concepto se montarán con estiramientos ni compresión.

Se utilizarán cuatro tipos de aislamientos conformados flexibles, con las siguientes características:

Tipo A.

- Espuma elastomérica a base de caucho sintético, de estructura celular estanca, formando barrera de vapor.
- Conductividad térmica máxima: 0,035W/m°C a 0°C
- Clasificación ante el fuego: M1
- Color: negro

- Tipo ARMSTRONG AF/ARMAFLEX o equivalente.

#### Tipo B.

- Espuma elastomérica
- Conductividad térmica máxima: 0,037W/m°C a 20°C
- Clasificación ante el fuego: M1
- Color: gris
- Tipo ARMSTRONG SH/ARMAFLEX o equivalente.

#### Tipo C.

- Espuma elastomérica a base de caucho sintético, de estructura celular estanca, formando barrera de vapor.
- Conductividad térmica máxima: 0,040W/m°C a 0°C
- Clasificación ante el fuego: M1
- Color: negro
- Resistente a rayor UV.
- Para altas temperaturas de utilización (< 175°C)
- Tipo ARMSTRONG HT/ARMAFLEX o equivalente.

#### Tipo D.

- Espuma de polietileno.
- Conductividad térmica máxima: 0,038W/m°C a 20°C
- Clasificación ante el fuego: M1
- Color: gris oscuro
- Tipo TUBOLIT DG o equivalente.

### 4.5.10. Forros de aluminio

#### ***Camisa de aluminio***

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y terminación del forrado de aluminio de todas aquellas canalizaciones de agua, aire o cualquier otro fluido que estén aisladas, así como de aquellos equipos o accesorios así mismo aislados en obra que estén situados o ubicados en zonas vistas, aunque sean de servicios, tales como salas de máquinas,

corredores, pasillos, etc., y exteriores. No estarán forrados, por tanto, las ubicaciones en falsos techos, patinillos, zanjias registrables o galerías subterráneas de distribución, salvo indicación en contra en proyecto.

El forrado se realizará con chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, de la misma calidad, no debiéndose apreciar matices de terminación por diferencia de partida. Las juntas, siempre que sea posible, quedarán en las zonas ocultas. Las tomas por aparatos de medida, control, derivaciones, etc., dispondrán de sus escudos o embellecedores de remate correspondientes. Es recomendable la utilización de pegamentos en cualquier caso los remaches serán los mínimos y por las zonas ocultas. Especial atención se prestará al forrado de válvulas y accesorios, tanto en su acabado estético, como en su maniobra y posibilidad de registro sin afectación a las líneas contiguas. Los cortes y pliegues serán limpios, sin rebabas y en ningún caso presentando canto vivo en los remates, que puedan producir cortes a los futuros usuarios.

En el forrado de las tuberías exteriores, las costuras deberán situarse de forma que impidan las entradas de agua. En la recepción todo el forrado estará limpio y no podrá presentar deformaciones o abombamientos.

El acabado en aluminio se realizará con costura disimulada y remaches en la cara oculta, debiendo presentar un acabado general limpio y estético.

#### ***Película de papel aluminio.***

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y terminación del forrado con barrera de vapor a base de papel aluminio de todas aquellas canalizaciones de agua, aire o cualquier otro fluido, así como de aquellos equipos o accesorios así mismo aislados en obra, que estén aislados, cuando así se requiera en las especificaciones de proyecto.

El papel de aluminio será autoadhesivo y vendrá reforzado con malla de fibra de vidrio textil.

Las coquillas que vengan de fábrica recubiertas con papel de aluminio dispondrán de solapa autoadhesiva. Las uniones de las diferentes coquillas se realizarán a tope, procurando la máxima unión entre terminales y sellados con cinta cubretuberías de papel de aluminio reforzado, totalmente autoadhesivo.

## **4.6. Calderas**

### **4.6.1. General**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de las calderas de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

El rendimiento del conjunto caldera-quemador se ajustará al indicado en el Real Decreto 275/1995 referido en la ITC 04.9 del RITE, considerándose el funcionamiento a régimen normal con la caldera limpia. La temperatura de humos se adecuará a la que el fabricante especifique en la placa de la caldera y una temperatura superior, entendiéndose que con esta temperatura se mantiene el rendimiento mínimo antes indicado.

En cuanto a la presión de prueba, se comprobará que la caldera puede soportar sin que se aprecien roturas, deformaciones, exudaciones o fugas, una presión hidrostática interior de pruebas

igual a vez y media la máxima que han de soportar en funcionamiento y con un mínimo de 700 KPa.

#### **4.6.2. Características**

Las calderas tendrán, salvo indicación expresa en proyecto, las siguientes características:

- Las calderas serán del tipo pirotubular, monobloc, de chapa de acero, calorifugada con aislante de fibra de vidrio de 70 mm de espesor.
- El hogar será presurizado con cámara de combustión y circuito de humos totalmente refrigerados.
- Circuito de humo de tres pasos, provisto de turbuladores en el haz tubular
- Caja de humos con salida horizontal, provista de puerta de seguridad antiexplosión.
- Amplia puerta frontal fácilmente adaptable para abrirse a la izquierda o la derecha según necesidades.
- Conexiones de ida y retorno situadas en la parte superior de la caldera.
- Dotada de una conexión en su parte inferior, para eliminación de lodos y vaciado.
- Rendimiento mínimo: 90%.
- Envolvente en chapa de acero pintada al horno con carenado de la puerta.
- Equipadas con cuadro de control, que incluirá: termómetro, manómetro y termostatos.
- Aislamiento de la puerta con material cerámico de baja inercia térmica.

Las calderas se instalarán sobre bancada de hormigón de 100 mm de altura y dimensiones en planta 150 mm mayores cada lado de la base de la caldera.

El conjunto caldera-quemador incorporará, para la relación con el sistema de gestión centralizada del edificio, un conjunto adicional de contactos normalmente cerrados (convertible a contactos normalmente abiertos) para permitir el anuncio remoto de todas las alarmas, arranque y parada automáticos, así como salidas/entradas para asignación de consignas, información de consumos, estados, etc, según diseño del sistema centralizado de control del edificio.

### **4.7. Quemadores**

#### **4.7.1. General**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los quemadores de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Los dispositivos eléctricos del quemador estarán protegidos para soportar sin perjuicios las temperaturas a que van a estar sometidos, no instalándose, en ningún caso, conductores de sección inferior a 1,5 mm<sup>2</sup>.

Los fusibles de todos los elementos de control, cuando estos sean eléctricos, están situados en el cuadro general de la instalación sin que el fallo de uno de los fusibles o automáticos de otros elementos pueda afectar al funcionamiento de estos controles. En caso de corte de energía eléctrica, los controles mencionados tomarán la posición que proporcione la máxima seguridad. Las potencias del quemador estarán de acuerdo, según datos suministrados por el fabricante, con la potencia y características de la caldera con el fin de que el conjunto caldera-quemador cumpla las exigencias de rendimiento indicadas en el apartado anterior.

#### **4.7.2. Características**

Los quemadores tendrán, salvo indicación expresa en proyecto, las características siguientes:

- Los quemadores deberán estar preparados para funcionar con cámaras de combustión a sobrepresión y depresión.
- El sistema de pulverización será mecánico a alta presión.
- Su funcionamiento será automático.
- Deberán efectuar un barrido automático de la cámara de combustión antes del encendido.
- Tendrán dos escalones de potencia.
- Dispondrán de un panel de control, se podrá visualizar el funcionamiento del quemador.
- La regulación del aire se realizará mediante sistema hidráulico que permita realizar el prebarrido con el aire abierto y cerrado durante la fase de paro, para evitar las entradas de aire en la cámara de combustión.
- Seguridad contra fallo de llama por medio de fotorresistencia.
- Válvula solenoide para corte instantáneo de paso de combustible en las paradas.
- Llevarán cuadro eléctrico incorporado.

### **4.8. Conductos de evacuación de humos**

#### **4.8.1. General**

Es responsabilidad del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los conductos de evacuación de humos de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Los conductos de evacuación de humos serán de construcción modular, con absorción de dilatación individual y carecerán de puentes térmicos continuos por unión de la pared interior y exterior con chapa embutida o plana. Se dispondrá un conducto por cada caldera salvo que se exprese lo contrario en presupuesto o especificaciones técnicas.

Dispondrá de protección superficial exterior de PVC adhesivo durante el transporte y montaje.

#### **4.8.2. Características de los materiales**

##### ***Conducto de humos***

- Pared exterior: chapa de acero inoxidable de 0,4 mm de espesor, acabado brillo espejo, con protección de lámina adhesiva de PVC.
- Pared interior: Chapa de acero inoxidable de 0,4 mm de espesor, acabado brillo espejo.
- Aislamiento: Lana de roca, fabricación y densidad para conseguir pérdidas totales inferiores a 1,0 w/m<sup>2</sup>C. Las pérdidas acústicas por transmisión serán como mínimo de 40 dB(A).

##### ***Unión de módulos***

Sistema macho - hembra y estructura de conformación puntual, con ausencia de puente térmico directo y fuga de gases. Ausencia total de amianto y derivados.

##### ***Accesorios***

Serán todos de acero inoxidable y se incluirán todos los necesarios, tales como módulo de comprobación (CO<sub>2</sub>, índice de hollín, temperatura de humos, tiro), regulador de tiro, colector de hollín, abrazaderas, soportes, sombrerete, adaptador de caldera, anclajes de carga, etc.

Dispondrán de un orificio (5 + 10 cm de diámetro) para toma de muestras a la salida de las calderas (a 50 cm de distancia aproximadamente).

#### **4.9. Depósitos de expansión - contracción**

##### **4.9.1. General.**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los depósitos de expansión - contracción cerrados de membrana de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

La capacidad de los depósitos de expansión - contracción será la suficiente para absorber la variación de volumen de agua de la instalación al variar su temperatura en el intervalo máximo marcado por las condiciones de funcionamiento y la temperatura ambiental. Como norma general se sobredimensionará el depósito un 20% de su capacidad.

Los depósitos estarán provistos de bancadas de estructura metálica para su apoyo en el suelo.

##### **4.9.2. Características**

El cuerpo exterior del depósito será de acero, timbrado y estará construido de forma que sea accesible la membrana interior de expansión. El interior tendrá un tratamiento anticorrosivo y

exteriormente un doble tratamiento antioxidante con acabado pintado al duco o esmaltado al horno.

El depósito estará dividido en dos cámaras herméticas entre sí, por la membrana de dilatación, construida en caucho butílico o polipropileno, con elasticidades recuperables a temperaturas inferiores a 60°C, sin degradación del material. La cámara de expansión de gas estará rellena con nitrógeno u otro gas inerte disponiendo de acometida para reposición de gas y manómetro. En la acometida del agua se incluirá manómetro, termómetro, válvula de alimentación, purga de agua y seguridad. Asimismo, esta acometida dispondrá de sifón en cuya parte superior se dispondrá de botellón de recogida de aire con purgador manual y automático. Especial atención deberá tenerse en la puesta a punto para la determinación de la presión de trabajo de forma que en ningún caso y dentro de los límites de construcción, mantenga ningún punto de la instalación con presión inferior a 3 m.c.a.

Si la unidad se montase al exterior, se aislará con fibra de vidrio de 50 mm. de espesor, recubierta con chapa de aluminio.

Los depósitos de expansión estarán contruidos para una presión de trabajo mínima de 3 bares. La presión de relleno inicial será de 1 bar y la presión final de 4 bar, salvo indicación contraria en el presupuesto o especificaciones técnicas.

## **4.10. Grupos electrobombas**

### **4.10.1. General**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de las bombas centrífugas y motores para los sistemas de circulación de agua de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto. El contratista deberá verificar las condiciones de aspiración de todas las bombas, y proveer bombas para funcionamiento con altura manométrica adecuada. Se incluirán curvas de rendimiento de las bombas suministradas.

En ningún caso la potencia al freno de los motores estando las bombas trabajando a su máxima capacidad, excederá la potencia nominal del motor. Las bombas estarán perfectamente equilibradas estática y dinámicamente y se seleccionarán para soportar presiones iguales o mayores a la presión estática deducida de los planos, más la presión a descarga cerrada.

La presión de descarga en circuito cerrado de las bombas no deberá de exceder el 125% de la de funcionamiento. Se suministrarán, si se necesita, conexiones para limpieza de empaquetaduras.

Las bombas deberán de ser seleccionadas para funcionar cerca del punto de eficiencia máxima, permitiendo el funcionamiento en capacidades de aproximadamente un 25% por debajo de la capacidad de diseño. Además, el diámetro del rodete deberá de ser seleccionado de modo que la capacidad de diseño de cada bomba no exceda el 90% de la capacidad obtenible con el diámetro del rodete máximo para dicho modelo a la velocidad de diseño.

La curva de la bomba deberá tener pendiente continua desde la capacidad máxima hasta el punto de corte.

En todos los casos los tamaños de los motores deberán de ser seleccionados para trabajar holgadamente dentro del rango completo de funcionamiento de la bomba, con el tamaño de rodete instalado.

Garantía. La bomba deberá de suministrar el caudal requerido a la presión de diseño con una tolerancia de  $\pm 3\%$  sin sobrecalentamientos del motor, cojinetes o cualquier otra parte y producción normal de ruido. Los cierres deberán de reemplazarse sin cargo alguno si se produce desgaste inusual u operación incorrecta durante el período de garantía, que no haya sido causada por fallo en el mantenimiento.

#### **4.10.2. Características**

Serán del tipo centrífugo, directamente acopladas a motores por medio de acoplamientos elásticos, formado una unidad compacta, montada sobre bastidor común de fundición de primera calidad.

Serán de tipo in-line o de bancada según indicaciones en documentos de proyecto.

Los grupos de bancada serán montados sobre bancadas de hormigón flotante sobre base de corcho aislante (5 cm. altura mínima), tipo VIBRACOR o equivalente, debidamente impermeabilizado, construidas por la empresa constructora de acuerdo con plano facilitado por el instalador y con peso no inferior al doble del de la bomba.

Las carcasas de las bombas serán del tipo envolvente, con conexiones de entrada y salida según normas DIN. Serán fácilmente desmontables para la inspección del rodete y eje de la bomba.

La transmisión bomba - motor eléctrico deberá disponer de un protector de seguridad, teniendo pintadas como mínimo 4 rayas blancas para diferenciar su estado de paro o giro.

La prensa estopas deberán contener una empaquetadura esponjosa debidamente lubricada a fin de prevenir un desgaste excesivo, sellados de forma adecuada. Se suministrarán conexiones de drenaje en la parte inferior del mismo, incluyendo la tubería de desagüe y el canalón abierto, común a otras bombas y conducido a sumidero.

Los grupos electrobombas deberán reunir las siguientes características en cuanto a materiales y prestaciones:

- Cuerpo en fundición o bronce. Partidos, o no, según planos. Se incluirán conexiones para cebado, venteo, drenaje y manómetros en impulsión y descarga.
- Rodete de fundición/polysulfone o bronce.
- Eje en acero inoxidable AISI 316.
- Tubo de estanqueidad en acero inoxidable.
- Cojinetes a bolas de carbono, a prueba de polvo y humedad.
- Cierres Mecánicos: Todas las bombas deberán de estar provistas con cierres mecánicos y separadores de sedimentos:
  - a. Cierres. Los cierres deberán de ser adecuados para el tipo de servicio y para la presión. Los muelles deberán de ser de acero inoxidable y las partes metálicas de la cabeza del cierre deberán de ser de material no oxidable, tales como bronce o acero inoxidable.

b. Empaquetadura. Las empaquetaduras deberán de estar provistas de línea de limpieza. El diseño garantizará un barrido de agua limpia por medio de una línea de limpieza desde la descarga de la bomba a la conexión de limpieza en la empaquetadura. Un separador de abrasivos, deberá de ser provisto para cada cierre, y conducido a la línea de barrido para garantizar agua limpia en las caras del cierre.

- Juntas tóricas de EPDM.
- Acoplamientos flexibles del tipo todo acero con protector de acoplamiento. Se incluirá espaciador en el acoplamiento para facilitar el mantenimiento del grupo.
- Rotor húmedo o seco, según documentos de proyecto.
- Motor de 2 ó 4 polos, 2900 ó 1450 r.p.m., 220V/1~ ó 220/380V/ 3~, 50 Hz, IP.44 clase F.
- Presión de aspiración 2 m.c.a. para 82°C.
- Caudal, altura manométrica, potencia del motor, número de velocidades y presión sonora según lo establecido en el presupuesto o especificaciones técnicas.

#### **4.10.3. Instalación**

Todas las bombas y motores deberán de ser instalados por un representante del fabricante o por personal cualificado y deberán de ser nivelados y alineados en bancadas o soportes en estricta concordancia con las instrucciones del fabricante y las tolerancias recomendadas, utilizando un micrómetro indicador.

Esto será realizado antes de que se realice ninguna conexión de tubería o acometida eléctrica. Después de que todas las conexiones hayan sido realizadas y antes de poner cada bomba en funcionamiento, la nivelación y el ajuste debe ser comprobado de nuevo.

Todos los ajustes necesarios serán realizados para garantizar que la reacción está equilibrada, que el eje gira libremente y que la bomba presenta un funcionamiento silencioso. Cuando todos los ajustes se hayan completado, el motor y la bomba deberán de ser firmemente fijados mediante pernos.

Las bombas con cierres mecánicos no deberán de ponerse en funcionamiento eléctricamente con motivo de ensayo hasta que los sistemas se encuentren llenos con agua. Los cierres dañados durante la puesta en marcha y las pruebas, deberán de ser reemplazados sin coste alguno para la propiedad.

Se preverá espacio de acceso alrededor de las bombas para su mantenimiento. Este espacio no será menor que el mínimo recomendado por el fabricante.

Se preverá una válvula de purga de aire y una conexión de drenaje en las cámaras de bombas horizontales. Así mismo, se preverán drenajes para las bancadas y para los cierres, conectados mediante tubería y desaguando en los sumideros de suelo.

Se suministrará separador de aire en la parte de aspiración de las bombas de circulación y conectar al tanque de expansión.

Todas las bombas se lubricarán antes de su puesta en marcha.

#### **4.11. Intercambiadores de calor de placas**

Es responsabilidad del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los intercambiadores de calor de placas, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Su construcción se basará en un bastidor compuesto por una placa fija, dos o más barras guías (superior e inferior), construida en acero inoxidable, en el que se aloja un paquete de placas corrugadas, estampadas en frío, cuyo número y tamaño será función de programa térmico requerido. Las placas estarán provistas de taladros en las esquinas de forma que distribuyen los dos medios entre los que se intercambiará calor fluyendo de forma alternativa por los espacios que hay entre las placas, siempre en contracorriente.

El sistema de sellado se consigue mediante soldadura alrededor de la periferia de la placa y en cada punto de contacto formado por la corrugación de las placas alternativamente invertidas. El material de soldadura será cobre.

El cuerpo del intercambiador se finalizará con una placa móvil o de presión, construida en acero inoxidable, que permite, mediante pernos de apriete, el cierre hidráulico de la unidad. Puede contar, si así es necesario para su fijación al suelo, con una columna soporte posterior.

Todas las conexiones serán de acero AISI-316.

La presión máxima de trabajo será de 16 kg/cm<sup>2</sup>.

La construcción de las placas será tal que permita un máximo intercambio térmico en un mínimo espacio y con una reducida pérdida de carga tanto en primario como en secundario. El coeficiente de transmisión térmica será mayor de 5.000 w/m<sup>2</sup>°C.

Las placas estarán construidas en acero inoxidable AISI-316 en instalaciones de agua en circuito cerrado o vapor. En otros casos (aprovechamiento de agua marina, ...) se utilizarán los materiales convenientes, tales como SMO-254 (Avesta), Titanio, Hasteloy o Incoloy.

Se utilizarán en general juntas de EPDM vulcanizado al azufre o al peróxido, por su buena resistencia a oxidantes y soluciones que contengan cloro libre. Ocasionalmente se aceptarán juntas de nitrilo vulcanizado al azufre o al peróxido.

#### **4.12. Acumuladores de agua**

Es responsabilidad del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los depósitos acumuladores de agua de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Estarán contruidos en acero negro o galvanizado, según abastezcan un sistema cerrado o abierto, con espesores de chapa acordes a su tamaño, presión de trabajo y reglamentación al respecto. Si el montaje se realizase en obra, se realizarán pruebas hidráulicas a 2 veces la presión de trabajo prevista, durante 24 horas, gestionando a continuación el correspondiente timbrado por la Delegación de Industria. Exteriormente y antes de la aplicación de ningún aislamiento se aplicarán 2 capas de pintura antioxidante y anticorrosiva tipo epoxi, totalmente insoluble e impermeable al agua y resistente al calor (130°C). Esta capa interna no afectará ni en olores ni en composición al agua almacenada.

Siempre que se prevean temperaturas de acumulación superiores a 40°C o inferiores a 20°C, el depósito se aislará con manta de fibra de vidrio de 50 mm. de espesor mínimo protegida exteriormente con chapa de aluminio de 0,8 mm. de espesor, debidamente cosida de forma que presente un correcto acabado, tanto en zonas lisas como en accesorios. En acumulación de agua fría se aplicará barrera de vapor.

Cada tanque estará puesto a tierra y protegido galvánicamente. Dispondrá de orificios y acometidas, realizadas previamente a las pruebas de presión de los siguientes accesorios:

- Termómetros (niveles inferior y superior).
- Manómetro.
- Purgas de aire (automática y manual).
- Purgas de agua y lodos.
- Sondas de captación de control.
- Sondas de medida con aparato portátil.
- Válvula de seguridad.
- Termostato de seguridad.

La unidad se suministrará con los aparatos de seguridad y medida indicados.

Dispondrá de boca de hombre para acceso y vigilancia del interior del tanque, cuando el tamaño del tanque lo permita.

Cuando existan resistencias eléctricas para el calentamiento del agua del tanque, se dispondrá un cuadro de control eléctrico por cada tanque y su correspondiente grupo de resistencias que comprenderá:

- Protecciones magnetotérmicas por cada resistencia.
- Interruptor general.
- Amperímetro.
- Voltímetro.
- Mando por cada resistencia (ON, OFF y AUT).
- Pilotos de funcionamiento de cada etapa y alarmas.
- Contactores, relés, programadores y demás accesorios para control y mando.

## **4.13. Unidades enfriadoras - bombas de calor**

### **4.13.1. General**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta a punto de los grupos de enfriamiento y bombas de calor en la situación y forma que se indican en los planos y de las características funcionales que se indican en el apartado correspondiente del proyecto. Especial atención deberá considerarse en su ubicación en relación a su espacio de registro.

Las unidades enfriadoras o bombas de calor cumplirán con las especificaciones del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, el Reglamento de Aparatos a Presión y lo indicado en la ITC 04.11 del RITE.

Las unidades darán las prestaciones indicadas en planos. Las unidades estarán completamente equipadas, esto es, con condensador, evaporador, motor, arrancador, protecciones, compresor, carga de refrigerante, carga de aceite, purga o bombeo, panel de control, sensores, aislamientos antivibratorios, conexiones, aislamiento y elementos auxiliares. Las unidades suministrarán las capacidades indicadas en las condiciones indicadas en los documentos de proyecto sin exceder el consumo especificado.

Las unidades funcionarán de modo totalmente automático, e incorporará todos los sistemas de alarma y automáticos necesarios para evitar su deterioro. Junto con los planos de montaje, se incluirá información completa del equipo, incluyéndose curva de rendimiento a cargas parciales.

El tipo de compresor y el tipo de refrigerante vendrán especificados en la memoria y planos del proyecto. El refrigerante por defecto será de tipo ecológico (R-134A o R-407C)

Previo a los montajes el Contratista se asegurará con el coordinador de la obra, los puntos de suministro de agua, fuerza eléctrica y desagües adecuados para su correcto funcionamiento, así como la disposición de la bancada de apoyo.

Especial atención se dispondrán en las medidas acústicas y antivibratorias de forma que se cumplimenten las normativas y ordenanzas vigentes al respecto.

El máximo nivel sonoro admisible de 80 dbA medido de acuerdo con el estándar ARI 575 o equivalente. El contratista preverá los medios necesarios para alcanzar dicho nivel sonoro.

El fabricante proporcionará garantía de todos los componentes y del funcionamiento por un período de un año desde el arranque inicial y aceptación por parte del propietario. Además, el compresor y el motor del compresor tendrán una garantía de 5 años.

### **4.13.2. Componentes**

#### ***Carcasa***

Construidas sobre bastidor de acero laminado, galvanizado o metalizado.

Si la unidad va a ser instalada en intemperie estará construidas en aluminio intemperie Su diseño estará realizado mediante paneles desmontables de cierre rápido con revestimiento interno del material aislante termoacústico. Toda la tornillería utilizada cumplirá las normas DIN

calidad 8.8 estando sometida a un baño final de bicromatizado. Los grupos serán totalmente despiezables, no perdiendo por ello estanqueidad una vez montados.

### **Evaporador y condensador**

Tanto evaporador como condensador podrán ser de tipo aire - refrigerante (expansión directa) o de tipo agua - refrigerante, según se especifique en los documentos de proyecto:

- Evaporador - condensador agua -refrigerante.
  - De envolvente y tubos diseñados para las presiones indicada en proyecto, con tubos aleteados reemplazables. Será de tipo contracorriente, o multitubular horizontal, con carcasa de acero y haz tubular de cobre con horquillas en forma de U. Exteriormente van recubiertos con material aislante térmico.
  - Será de tipo marino y permitirá la limpieza de todos los tubos sin interferir con las conexiones de las tuberías de agua. Se incluirán acoplamientos adecuados para permitir la limpieza y desmontaje de tubos. Cumplirán la norma ASME de recipientes a presión, y llevará el sello
- Evaporador - condensador aire -refrigerante (de expansión directa).
  - El condensador-evaporador tendrá una elevada superficie de intercambio para un consumo reducido de energía, construido en tubo de cobre y aletas de aluminio. Los ventiladores serán de tipo axial o centrífugo, con funcionamiento a baja velocidad periférica para asegurar un nivel sonoro reducido. Estarán equilibrados estática y dinámicamente y accionados por motor eléctrico de 6 polos, directamente acoplado con tipo de protección IP-44. Deben ir protegidos contra los contactos del exterior por una rejilla de alambre tratado exteriormente.

El circuito frigorífico estará realizado en tubo de cobre entre todos sus componentes.

Las conexiones de agua se suministrarán con tornillos, junta ciega, brida y contrabrida, según norma DIN 2576.

El aislamiento de evaporadores y condensadores y la conexión de succión con el compresor estarán diseñados para evitar pérdidas de calor y condensaciones en todas las superficies frías. El aislamiento incluirá secciones desmontables y de acuerdo con todos los requisitos aplicables.

### **Compresor**

Cuando no se definan las características del compresor en el resto de documentos del proyecto se adoptarán, por defecto, las contenidas en este apartado:

El compresor será de tipo centrífugo accesible. El impulsor será de aleación de aluminio de alta resistencia, equilibrado estática y dinámicamente, totalmente protegido.

Dispondrá de bomba sumergida de aceite de desplazamiento positivo para la lubricación de todos los elementos, previéndose los dispositivos necesarios para controlar la temperatura del aceite, calentado o enfriando, y para mantener la temperatura adecuada.

Se incluirán sensores de temperatura de devanados de cada fase del motor con indicación en el panel de control. Este dispositivo parará el motor si se produce exceso de temperatura en algún

devanado. Se incluirán protecciones en el arrancador contra bajo voltaje y fallo de fase. Se parará el compresor en caso de sobrecarga de alguna fase.

El control de capacidad de cada unidad constará de álabes de admisión controlados automáticamente en la entrada de cada compresor con capacidad variable continua entre el 10 y el 100%. Los álabes guía de admisión se ajustarán para responder a un exceso de corriente en cualquiera de las tres fases.

Incluirá protección interna, protección contra sobrecalentamiento, válvulas de corte en aspiración de descarga, válvula de seguridad, circuito de aceite con resistencias de cárter y visor de nivel. Estarán montados sobre amortiguadores para un funcionamiento silencioso.

### **Accesorios**

Llevará un calderín con resistencias eléctricas de apoyo para montar fuera de la unidad, si así fuese requerido en presupuesto o especificaciones técnicas, incorporándose el cuadro eléctrico con sus componentes correspondientes en el caso de las bombas de calor.

Si los grupos no pudiesen ir sobre bancada de hormigón, el Contratista suministrará los amortiguadores, tipo SILENT BLOC de muelle metálico precisos, así como los manguitos antivibratorios coaxiales de tuberías.

El contratista proporcionará interruptores de flujo para que la unidad no opere sin circulación total hacia el condensador y evaporador.

Una carga completa de aceite de lubricación y refrigerante será suministrada para cada máquina de refrigeración.

El contratista suministrará cualquier herramienta especial requerida para el funcionamiento y mantenimiento normal del equipamiento.

### **Regulación y protecciones**

Se suministrará un sistema de control basado en microprocesador como una parte integral del control de la enfriadora. El control microprocesado incorporará estrategia de control PID (derivado-integral-proporcional) para un control eficiente y estable de la temperatura del agua o aire de salida.

El panel de control incluirá un panel alfanumérico para indicar condiciones de condensador, evaporador y las presiones altas y baja del aceite. El display indicará situación de marcha si se requiere refrigeración, si la circulación del agua o aire enfriado está comprobada, si la unidad está funcionando, si está en carga, si se requiere el reset manual, estado automático o manual, etc. Además, incluirá indicación del punto de trabajo del agua o aire enfriado, y la temperatura del agua o aire a la salida del evaporador estarán disponibles en el panel frontal. El panel de control proporcionará posibilidad de comprobaciones del diagnóstico. Cuando sea detectado un problema el display indicará el problema y el último modo de operación. En el panel frontal habrá accesible un determinado número de mensajes de estado indicando el estado del enfriador y del sistema auxiliar.

Los interruptores y selectores incluidos en el panel frontal incorporarán:

- standby-reset

- auto/local/auto/remoto
- bomba de aceite-auto/on
- interruptor de servicio de control de álabes de admisión
- punto de trabajo del agua o aire enfriado de salida
- punto de trabajo del límite de corriente.

El sistema dispondrá de parada automática cuando la carga caiga por debajo del valor de trabajo del enfriador, y de arranque automático cuando la carga aumente.

Los componentes eléctricos y de recogida de señales que posibiliten el correcto funcionamiento de la regulación y la protección serán:

- Automático de seguridad para el circuito de control.
- Arrancador del compresor, estrella-triángulo en los modelos de un compresor semihermético y directo escalonado en el resto de los modelos.
- Fusibles de compresores.
- Arrancador de ventiladores.
- Interruptor automático para ventiladores.
- Protección por termistores en el devanado y en culatas en compresor semihermético y por protección térmica y sonda de temperatura en descarga en los herméticos.
- Protección por sonda térmica en el devanado del ventilador.
- Temporizadores para limitar el número de arranques/horas de los compresores.
- Presostato de baja temporizado, que limita la presión del circuito frigorífico, con actuación sobre el funcionamiento del compresor, manteniendo ésta dentro de los parámetros prefijados, de forma que actúa, además, como protección antihielo.
- Presostato de alta que limita la presión del circuito frigorífico, con actuación sobre el funcionamiento del compresor.
- Presostato diferencial de aceite temporizado, que para el compresor en caso de que la presión diferencial entre la descarga y aspiración de la bomba de aceite sea inferior a la necesaria para evitar daños mecánicos en el compresor semihermético.
- Sistema automático de desescarhe independiente para cada circuito frigorífico, controla el tiempo, arranque y parada del ciclo de desescarhe, con temperaturas exteriores bajas.
- Sistema de detección de funcionamiento del compresor y anomalías en la unidad mediante contactos secos conectados a clemas para su señalización remota.
- Sistema de rearme de protecciones a distancia mediante la puesta a cero del conmutador de mando.

Se instalarán sensores para verificar las temperaturas de entrada y salida del agua o aire en el evaporador. Las temperaturas estarán disponibles en el panel frontal.

Se proporcionará una entrada auxiliar para una señal de seguridad adicional u otro enclavamiento, además de todos los enclavamientos y sistemas de seguridad requeridos. Se limitará la capacidad de la máquina a la máxima carga sin disparar el corte por alta presión. El fabricante construirá o proveerá en obra los paneles de control, relés, dispositivos de control y el cableado necesario, instalados en base a alcanzar los requerimientos de las características de control especificadas arriba.

Para la relación con el sistema de gestión centralizada del edificio se proporcionará un conjunto adicional de contactos normalmente cerrados (convertible a contactos normalmente abiertos) para permitir el anuncio remoto de todas las alarmas, arranque y parada automáticos, así como salidas/entradas para asignación de consignas, información de consumos, estados, etc, según diseño del sistema centralizado de control del edificio.

Existirá un panel de control del sistema de enfriadoras, a suministrar por el Contratista del sistema de gestión centralizada, que tendrá la capacidad de controlar las enfriadoras conectadas en paralelo mediante tuberías en un circuito cerrado de agua o aire común.

Además, será capaz de proporcionar el siguiente control:

- Arranque/Parada de las bombas de agua refrigerada
- Arranque/Parada de la torre de refrigeración
- Limitación de demanda del sistema
- Programación para igualar tiempos de trabajo de las enfriadoras
- Selector de agua enfriada
- Regulación de carga durante el arranque.
- Reset de los controles de la temperatura del agua del condensador
- Limitación automática de la capacidad del sistema en función de la temperatura de alta del condensador.

El panel de control del sistema de enfriadoras monitorizará los siguientes aspectos:

- Estado de la enfriadora
- Código de diagnóstico
- Contador de horas de funcionamiento
- Número de arranques
- Temperatura de entrada y salida del agua o aire en el condensador y evaporador.
- Temperaturas de condensación y evaporación del refrigerante
- Presión del refrigerante del condensador

- Temperatura de suministro del aceite
- Temperaturas de salida del aceite de cojinetes
- Temperatura de bobinas del motor
- Rango en % de Carga de Amperios/Fase
- Demanda Eléctrica

Se suministrará cualquier cableado adicional necesario para cumplir los requerimientos de control y monitorización de esta especificación. Incluir, asimismo, cualquier otro cableado con bombas, torres, etc.

#### **4.14. Torres de refrigeración**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de las torres de refrigeración de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

El contratista verificará que las torres de refrigeración suministran las capacidades especificadas en la ubicación destinada a las mismas. En caso de requerirse diseños especiales o sobredimensionamientos, los sobrecostos los asumirá el contratista. Con la primera entrega de los planos de montaje de estos equipos, el contratista dará garantía escrita de que las prestaciones se alcanzan según la disposición mostrada en los planos de montaje.

Entregará para su revisión datos de rendimiento, indicando temperatura de agua, aire, potencia absorbida, caudal de aire, agua, requisitos eléctricos, etc.

Se entregarán curvas que muestren las temperaturas de salida del agua de torre en las condiciones de diseño de temperatura húmeda, para el posible rango de temperaturas de entrada según el diseño.

El fabricante ofrecerá una garantía escrita, certificando las prestaciones de las torres de refrigeración en la posición y/o recinto especificado.

La torre de refrigeración será diseñada y construida de modo que levantada soportará una velocidad del viento de 160 km/h. Estará perfectamente arriostrada. La envolvente, vaso y soportes, cuando estén sujetas a una base adecuada soportarán los esfuerzos cuando esté la torre fuera de servicio y el vaso no esté lleno con agua. Serán diseñados para formar una junta impermeable cuando la torre está en funcionamiento y bajo presión interna de aire. La sección de relleno y plenum del vaso serán diseñadas asimismo con juntas impermeables cuando la torre está en funcionamiento y bajo presión interna de aire. Los paneles de acceso serán estancos entre secciones.

La torre tendrá la envolvente construida en poliéster reforzado con fibra de vidrio de primera calidad, laminada sobre molde, con los ventiladores centrífugos o axiales, según indicaciones de proyecto, situados totalmente en el interior de la sección de ventilación, construida igualmente en resina de poliéster.

La sección de intercambio térmico será de una única pieza en poliéster con fibra de vidrio, para evitar pérdidas de agua, y comprenderá también la bandeja de recogida de agua. La sección incluirá también un conjunto de relleno para el intercambio térmico, en láminas de cloruro de polivinilo, estampadas el vacío con ondulación y superpuestas alternadamente de forma que produzcan una elevada turbulencia en los fluidos a contracorriente. El relleno de intercambio será del tipo autoextinguible, imputrescible e incorroible. La bandeja de recogida de agua será dimensionada adecuadamente y carente de juntas atornilladas o remachadas. La sección incorporará puerta de paso de hombre, en poliéster, para dar acceso al filtro.

El vaso será diseñado de manera que la mayor parte del área desagüe a un sumidero continuo dimensionado para prevenir la cavitación de la bomba. Se proporcionará una bomba anti-cavitación con filtro.

El vaso se suministrará con lo siguiente:

- Desagüe roscado y conexión
- Conexiones embriadas para tubería ecualizadora
- Conexiones para filtro de arena

El dispositivo de rociado de agua estará formado por un colector principal, con colectores secundarios en plástico y boquillas autolimpiables de tipo centrífugo en goma de formulación espacial.

Los separadores de gotas serán construidos en láminas de cloruro de polivinilo estampadas al vacío y reforzadas con láminas de mayor espesor, para formar secciones rígidas y ligeras que faciliten el acceso al sistema de distribución de agua.

La sección de ventilación estará recubierta de paneles de poliéster para atenuación de ruido de ventiladores. Los ventiladores serán de doble oído de aspiración, centrífugos, con rodete del tipo silencioso, álabes inclinados hacia delante, equilibrados estática y dinámicamente. El motor eléctrico trifásico será del tipo cerrado ventilado exteriormente con protección IP-55. Las transmisiones del tipo de correas trapezoidales, serán proyectadas como mínimo para el 160% de la potencia nominal.

Incluirá interruptores de nivel de alarma de alto-bajo nivel de agua y válvula de flotador para suministro de agua (una por celda).

Cada conexión de retorno y suministro de agua de la torre de refrigeración tendrá válvulas independientes (compuerta o mariposa) de aislamiento.

Cuando las celdas de la torre no sean continuas, se instalará línea ecualizadora con válvula de aislamiento.

Cada torre incluirá un sistema completo de filtración ensamblado en fábrica. El sistema incluirá bomba de recirculación con tuberías de PVC, válvulas de tres vías y controles automáticos para activar la filtración o lavado a contracorriente.

El filtro retendrá el 90% en volumen de las partículas suspendidas mayores de 10 micras del agua que circula a través de él. El filtro recirculará el volumen del sistema entero 24 veces al día. El filtro estará construido en acero inoxidable 304 y se montarán en la parte superior un manómetro y un purgador de aire. Será accesible al interior.

La bomba centrífuga será de bronce o material equivalente.

El contratista será responsable de la automatización y suministrará cableado para la operación final de las torres de refrigeración, y equipamiento, como sensores de temperatura, enclavamientos con el ventilador, tuberías adecuadas, etc.

El contratista proveerá la bancada de cada torre y coordinará su ubicación con la estructura del edificio.

El período de garantía será de dos años.

### **Accesorios**

Si así se indica en los documentos de proyecto, las torres de refrigeración incluirán los siguientes accesorios:

Motor será de doble velocidad para reducción de revoluciones del ventilador.

Resistencias eléctricas, con termostato de seguridad, para impedir la formación de hielo en la bandeja.

Silenciadores en aspiración y descarga de aire.

- Escalas de aluminio y pasarelas alrededor de la torre.
- Válvulas automáticas de dos vías para control de flujo entre las torres.
- Malla en la aspiración para evitar entrada de elementos extraídos.
- Interruptor de corte del motor del ventilador ante exceso de vibración del equipo.

## **4.15. Ventiladores y equipos de tratamiento de aire**

### **4.15.1. General**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los ventiladores y equipos de tratamiento de aire de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

#### **Entregas.**

Se presentará para su aceptación por la Dirección Facultativa la siguiente información para cada tipo de equipo:

1. Ventiladores.
  - Curvas de Rendimiento: Incluir las curvas de rendimiento con la entrega de los planos de fabricación de los ventiladores presentados para su revisión. Todas las ratios de rendimiento de ventiladores y datos deberán de ser datos certificados de acuerdo con la normativa local o estándar de reconocido prestigio.

- Datos acústicos de ventiladores. El fabricante deberá de entregar datos de nivel de potencia sonora indicando las curvas que se obtendrán cuando se ensayen de acuerdo con una normativa de reconocido prestigio. Los datos deberán de definir los niveles de potencia para cada una de las ocho (8) bandas de octavas.
  - La presentación para la aprobación deberá de indicar potencia absorbida, potencia de frenado si procede, y rendimiento a plena carga cumpliendo con las especificaciones.
2. Planos de fabricación y montaje de climatizadoras. Incluyendo información completa sobre equipamiento, materiales y detalles constructivos.
  3. Catálogos e información de otros equipos: humidificadores, cajas de volumen variable, fan-coils, aerotermos, etc.

### ***Control de calidad.***

El rendimiento de los ventiladores se deberá de basar en ensayos realizados según normativas de reconocido prestigio, y llevará un certificado. Los ventiladores centrífugos tendrán una característica de presión rápidamente creciente que se extenderá a lo largo del rango de funcionamiento y continuará su crecimiento más allá del pico de eficiencia para garantizar funcionamiento silencioso y estable bajo cualquier condición. Las características de potencia deberán de ser realmente autolimitadas y deberán de alcanzar un pico dentro del área normal de selección. La unidad deberá de ser de fabricante aprobado.

Todos los ventiladores deberán de llevar placas de identificación metálicas indicando la zona a la que sirven, volumen de aire, vatios, RPM, presión estática y tamaño. Las capacidades de los ventiladores deberán de basarse en el funcionamiento en las presiones estáticas indicadas a 21°C y 1atm. de presión barométrica.

Se ensayarán en fábrica todos los ventiladores funcionando a la tensión y frecuencia nominal. Los siguientes datos deberán de ser medidos:

- Frecuencia.
- Voltaje.
- Corriente a plena carga.

### **4.15.2. Ventiladores**

#### ***General***

Ventiladores de transmisión por poleas y correas. Será la responsabilidad del Contratista el comprobar que las presiones de diseño se cumplen. Se incluirán poleas de relación regulable (siempre que sea recomendable su aplicación) en los ventiladores que no están acoplados a variadores de velocidad. Las poleas serán seleccionadas para operar en la zona media de la curva del ventilador y permitir el ajuste en ambas direcciones. Para accionamientos por correas múltiples, las poleas serán fijas. Las poleas de ventiladores serán las adecuados para obtener los resultados deseados. Todas las poleas de los ventiladores y motores se encontrarán dinámicamente y estáticamente equilibrados antes de su montaje.

Ruedas. Las ruedas tendrán una construcción robusta y rígida, estarán perfectamente equilibrados, tanto estática como dinámicamente y producirán el mínimo ruido y vibración.

Ejes: Fabricados de acero, con primera velocidad crítica de la rueda y el eje a no menos de 1,25 veces el máximo de la velocidad especificada. Todos los ejes estarán fabricados bajo estrechas tolerancias.

Terminaciones: Galvanizado en caliente, mientras no se indique otro.

Malla de protección en la aspiración: Requerida para todos los ventiladores. Serán de construcción robusta y fácil desmontaje.

Conexiones de drenaje: Deben de preverse en el punto más bajo de la carcasa.

Puertas de Acceso: Para acceso rápido al rodete y a la parte interior de la carcasa. Se requieren en todas las carcasas de ventiladores de diámetro de rodete superior a 900 mm.

Aislamiento antivibratorio: Se deberán de emplear antivibratorios en la unión del ventilador a la carcasa y en las uniones de la carcasa al edificio.

En el caso de ventiladores donde se especifique más de una velocidad, la selección de los antivibratorios debe realizarse para la velocidad más baja.

La bancada del motor y del ventilador será solidaria formando una base única para evitar cualquier movimiento físico entre el ventilador y el motor. En ningún caso el motor irá acoplado sobre la envolvente de propio ventilador.

Sustitución de las poleas. Se suministrarán poleas ajustables o fijas adicionales sin coste alguno, si fuese requerido para el equilibrado.

Si así fuese requerido en los documentos de proyecto, se suministrará compuerta automática en el conducto enclavada con el ventilador. La compuerta será de mariposa o lamas, según tamaño, en aluminio y accionada por motor enclavado con el ventilador, de tal modo que permanezca totalmente abierta mientras el ventilador está en funcionamiento y cierre cuando no opera. Dispondrá de final de carrera.

Todos los ventiladores que sean montados in situ, o tengan más de 75 kW, deberán de requerir el servicio de un técnico de fábrica o representante cualificado para su equilibrado y comprobación de cojinetes, poleas, correas, etc.

### ***Ventiladores centrífugos***

El servicio técnico del fabricante o un técnico cualificado instalará los ventiladores y los motores, que se nivelarán y alinearán en cumplimiento estricto de las instrucciones del fabricante y con los márgenes recomendados. Las poleas de los ventiladores y motores se alinearán con cuidado y la tensión de la correa se ajustará debidamente según las instrucciones del fabricante.

Todos los equipos con partes externas móviles (tales como correas, cadenas...) estarán dotados de elementos de protección contra accidentes, diseñados para permitir un fácil mantenimiento y acceso.

Estarán formados por cinco elementos principales: envolvente, ventilador, oído de aspiración, transmisión y motor.

La envolvente estará construida en chapa de acero, reforzada con perfiles o angulares si fuese necesario. Deberá presentarse exenta de rapaduras o abollamientos. Deberá estar perfectamente arriostrada para prevenir vibraciones.

Los álabes del ventilador serán de acción o reacción según se refleje en presupuesto o especificaciones técnicas, con forma alabeada y perfil de ala de avión. El paso de aire debe encontrarse libre de interferencias. Las ruedas deberán equilibrarse dinámicamente y estáticamente en fábrica. Para la construcción se utilizará aleación de acero de alta resistencia, tratado para resistencia a la corrosión o aluminio.

El oído de aspiración estará perfilado, tipo Venturi, de forma que no se produzcan turbulencias. Deberá poseer un diseño óptimo.

La transmisión será por medio de poleas acanaladas y correas trapezoidales en número adecuado al servicio y potencia previstos. El eje será de acero de primera calidad, continuo y apoyado sobre cojinetes de bronce lubricados con grasa, perfectamente equilibrados estática y dinámicamente. Las poleas serán del tipo de relación regulable (siempre que sean recomendables a la aplicación) en los ventiladores no acoplados a variadores de velocidad y deberán de estar dimensionadas para proporcionar la velocidad requerida con la polea del motor aproximadamente en la mitad de su rango de ajuste. Deberá de haber al menos dos correas y el accionamiento será capaz de arrastrar la carga completa con un factor de seguridad adicional del 50%. Se deberán de proveer protecciones de la transmisión para todos los ventiladores con aperturas para lectura de las revoluciones. Para ventiladores con motores de 55 Kw. o superior no acoplados a variador de velocidad, se suministrarán poleas de relación fija y álabes de aspiración manualmente ajustables en lugar de poleas del tipo variable.

La velocidad periférica de la turbina no será superior a 51 m/seg. si pertenece a clase I y a 73 m/seg. si fuera a clase II. El apoyo del ventilador, deberá realizarse por medio de elementos antivibradores tipo SILENT BLOC o amortiguadores metálicos.

Si esta unidad estuviese presupuestada, con carcasa metálica de protección, éste estará realizado con chapa metálica galvanizada de 1,5 a 2 mm. de espesor, reforzada con perfiles o no, según los casos, aislada interiormente con dos pulgadas de aislamiento acústico de alta densidad, con acabado interior de malla afónica, no siendo necesario protección cubre-correas. El portillón de registro será hermético, abisagrado y con manivela de apertura.

Los motores eléctricos serán de tipo cerrado refrigerados exteriormente y de protección IP-55.

Los rodamientos serán para uso intensivo y una vida superior a 20.000 horas.

Los ventiladores centrífugos tubulares deberán de ser similares en todos los requerimientos a los correspondientes a la descripción anterior. Las carcasas deberán ser del tipo tubular para proveer una entrada de flujo de aire en línea a través y directo a la descarga. Incluirá deflectores inmediatamente posteriores a la rueda para redireccionar el flujo de aire y minimizar el ruido. Los diámetros de aspiración y descarga deberán de ser idénticos para acomodar un tamaño único de conducto.

### ***Ventiladores axiales-tubulares***

Se suministrarán ventiladores axiales tubulares de capacidad y prestaciones según se indica en los documentos de proyecto. Se seleccionará para dar al menos las capacidades indicadas y manteniendo un número de revoluciones similares a las indicadas.

La carcasa de la unidad deberá de ser de acero laminado en caliente provistas con taladros para conexiones atornilladas, y tendrá las siguientes características:

- Permitirá el mantenimiento.
- Se preverán no menos de ocho álabes de guiado estacionarios soldados en el interior de la carcasa del ventilador.
- El conjunto de la carcasa deberá de galvanizarse en caliente o tratar con cromato de zinc.

El cubo de la hélice deberá de ser de fundición esferoidal o acero. Los álabes del ventilador deberán de tener perfil aerodinámico, fundidos en aleación de aluminio.

El ángulo de las palas podrá ser regulado con el ventilador parado.

Se suministrarán los motores de ventiladores de acuerdo a las especificaciones, incluyendo caja terminal protegida en el exterior del ventilador contra polvo e intemperie. Los cables de alimentación del flujo de aire se protegerán entubándolos en canalización eléctrica estanca.

Boca de Aspiración. Se instalarán en todos los ventiladores no acoplados a conducto, en acero y galvanizadas en caliente.

Protectores de Aspiración. Fabricados en alambre de acero dulce y un diámetro mínimo de 3 mm de varilla, todo soldado. Galvanizados en caliente.

Pies. Se instalarán pies adecuados para montaje horizontal o vertical.

Bridas de acompañamiento. Fabricadas en acero laminado en caliente.

### **4.15.3. Cajas de volumen variable con actuador eléctrico**

Se suministrarán cajas de volumen variable para sistema de baja presión de las capacidades indicadas.

Las unidades suministrarán el caudal de aire entre los valores preseleccionados, en función de la sonda de ambiente, con independencia de las variaciones de presión en la red de distribución de aire. No se admiten mecanismos limitadores de caudal. La compuerta estará normalmente abierta ante un fallo en la alimentación. El posicionamiento mínimo no será inferior al 20% del caudal de diseño.

Dispondrá de posibilidad de medición del caudal.

Se suministrará la siguiente información en base a ensayos en cámara de reverberación:

- Potencia sonora en las 8 bandas.
- Descripción del ensayo, condiciones y aparatos utilizados.

Las unidades estarán equipadas con actuador eléctrico proporcional, sensor de presión, compuerta de regulación y componentes de regulación.

Estará provista de aislamiento termoacústico de lana mineral en la envolvente.

Estará controlada por una sonda de temperatura ambiente, de tal modo, que cuando se demande frío/calor se aumente/reduzca el caudal de aire con independencia de las fluctuaciones de presión.

Se realizará una calibración "in situ" y chequeo de todos los componentes por el fabricante o representante cualificado.

#### **4.15.4. Unidades de tratamiento de aire (climatizadoras)**

Se suministrarán climatizadoras fabricadas a medida que cumplan las prestaciones indicadas en planos. Mientras no se indique de otro modo, las unidades estarán completamente equipadas con carcasas y plenums, ventiladores, antivibratorios, aislamientos, bandejas, baterías, filtros, sistemas de humidificación, deflectores, compuertas, alumbrado y demás elementos y accesorios necesarios. Las unidades, serán de primera línea dentro de la gama de fabricación de cada proveedor.

Las unidades no excederán las dimensiones indicadas en planos manteniéndose los espacios internos necesarios entre los componentes y asegurando el espacio para mantenimiento. Las dimensiones externas que estén indicadas son máximas y las interiores mínimas. No se sobrepasarán estos límites sin una aprobación por escrito de la Dirección Facultativa.

Es responsabilidad del contratista verificar los espacios disponibles y acceso desde el exterior del edificio a los locales destinados a los equipos.

Las unidades se montarán en el lugar destinado a las mismas y el contratista coordinará y se responsabilizará del traslado de las diferentes partes de las unidades en las que sea necesario realizar el suministro hasta sus correspondientes ubicaciones.

Las unidades serán diseñadas, construidas y operarán bajo todos los caudales de trabajo, de modo que se mantengan las condiciones térmicas y acústicas de proyecto. Dichas condiciones de funcionamiento se deben lograr en las condiciones reales de funcionamiento de las unidades, tales como locales donde se ubican y distribución de conductos.

Cada unidad será construida y operará en todas las condiciones de caudal de aire (incluyendo de 100% a 30% en las unidades de volumen variable) sin que se sobrepasen las condiciones acústicas requeridas para los diferentes locales. Se medirán los niveles sonoros en los locales ocupados adyacentes a las salas de climatizadores. Los requisitos acústicos se deben cumplir con la unidad instalada y según las condiciones constructivas del edificio, la ubicación destinada a ella y los conductos conectados en modo similar a lo proyectado. Si no se logran los niveles requeridos, el contratista se hará cargo de añadir las medidas o silenciadores que sean necesarios. Estas medidas se adoptarían sin comprometer el diseño original.

Los elementos constructivos que componen las unidades deberán de reunir las siguientes características, salvo indicación contraria en los documentos de proyecto:

## **Envolvente**

La envolvente, estará formada por paneles del tipo sandwich acústico, de 35 mm. de espesor mínimo, formado por una chapa galvanizada exterior de 1,8 mm de espesor mínimo e interior perforada de 0,8 mm (Las perforaciones serán similar a 3 mm de diámetro con un espaciado de 8 mm). En las secciones de baterías de frío, filtros y aguas abajo de los humidificadores la chapa interior no estará perforada. El aislamiento consistirá preferentemente en panel de fibra de vidrio acústico.

Todo el panelado irá soportado por una estructura independiente de acero galvanizado o aluminio. La unión entre paneles se realizará mediante un sistema de machihembrado y piezas de sujeción atornilladas a los mismos.

La construcción del suelo será a base de estructura soporte de perfiles doble T y paneles sandwich liso transitable con chapas de 1,2 mm. de espesor mínimo, soldadas a la estructura. Las juntas del panel serán estancas al agua. El aislamiento será el mismo que los paneles laterales. La estructura soporte estará dimensionada para el peso de los climatizadores con todo su equipamiento. Se preverán agarraderas.

El techo tendrá una construcción idéntica a las paredes, perfectamente arriostrada para conseguir un conjunto rígido y libre de vibraciones. El techo de la envolvente, si es para montaje a la intemperie, irá protegido por una lámina asfáltica impermeabilizante que garantice su estanqueidad.

Las puertas de acceso a las diferentes secciones, deberán ir montadas sobre un bastidor de perfil, y construcción idéntica a las paredes, con la excepción de que la chapa interior no estará perforada. Con bisagras, doble burlete de goma para estanqueidad y manillas de cierre rápido, tipo cuña para cierre por presión progresiva con accionamiento desde el exterior e interior y en un número mínimo de 2 por puerta.

Además de la bandeja de condensados que se incluye en la sección de baterías de frío, la unidad irá equipada con una bandeja de 1,6 mm del espesor de acero inoxidable (304) que cubrirá la sección de humectación hasta los filtros finales. Incorporará un manguito de acero inoxidable para conexión a la red de desagüe.

Toda la unidad irá pintada exteriormente, con pintura a base de resina de poliéster polimerizada, especialmente resistente en ambientes agresivos.

Incorporará iluminación interior en las unidades de gran tamaño.

## **Sección de filtraje**

- Su superficie deberá ser tal, que a la velocidad de paso de aire no supere 2,5 m/s.
- Irán montados sobre marcos o carriles de retención, de forma que quede asegurada la estanqueidad al aire a través de los mismos.
- Tanto los marcos como los filtros serán construidos en materiales anticorrosivos.
- El acceso a los filtros para el mantenimiento deberá de ser fácil y rápido.
- Prefiltros. Filtros de 100 mm de espesor de eficiencia media 25-35% según ASHRAE 52-76, a base de filtros de algodón soportados en mallametálica.

- Filtros de bolsas. Se construirán en material fibroso todo-vidrio afianzado con hilado de nylon. Eficiencia 85% según ASHRAE Standard 52-76. Estarán montados en fábrica en marcos soporte de 1,6 mm de espesor en acero galvanizado. Los marcos estarán debidamente sellados e instalados para evitar by-pass de aire.
- Filtros de carbón. La unidad dispondrá de carriles de aluminio de fábrica para acomodar los paneles filtrantes, que podrán ser completamente retirados desde una puerta de acceso lateral. Se incluirán juntas especiales en las puertas de acceso para asegurar la estanqueidad. Los paneles filtrantes serán de carbón. El carbón activo estará ubicado en celdas, construidas de poliestireno para resistir la corrosión. Las celdas podrán ser individualmente reemplazadas. Los prefiltros se instalarán frente a los filtros de carbón, en carril independiente.

### ***Sección de baterías de enfriamiento y calentamiento***

- Las baterías de enfriamiento y calentamiento deberán de ser construidas en tubo de cobre sin soldadura con aleteado continuo de aluminio con distancia entre aletas. Las aletas dispondrán de collares de ajuste para lograr una máxima transferencia de calor en la unión con el tubo.
- La velocidad de paso de aire por las baterías deberá de ser inferior a 2,6 m/s.
- La pérdida de carga que originen estas baterías al paso del aire no deberá de ser superior a 12 mm.c.a.
- La pérdida de carga que originen estas baterías al paso del agua no deberá de ser superior a 2,5 m.c.a.
- Los serpentines se dispondrán para trabajar a contracorriente.
- Las bandejas de condensados serán de acero inoxidable 304 de 1,6 mm de espesor, con fondos y laterales impermeabilizados con tela asfáltica. Cada batería de enfriamiento tendrá una bandeja que abarque toda la batería y que se extienda al menos 50 cm en la dirección de salida del aire. Dispondrá de pendiente, y una profundidad mínima de 7 mm. Las unidades que llevan baterías apiladas dispondrán de bandejas individuales como parte integral del bastidor. Las tuberías de condensados serán de cobre. Las baterías estarán apoyadas en pies de acero inoxidable 304. Se preverá un vierteaguas que canalice las condensaciones laterales hacia la bandeja.

### ***Sección de humectación por paneles húmedos***

- Estará fabricada en paneles de celulosa tratada, de espesor correspondiente al rendimiento de saturación indicado en las características técnicas de cada caso.
- Deberá de incluir, así mismo, bomba de recirculación, válvula de flotador, desagüe, rebosadero y purga de desconcentración.
- La piscina de almacenamiento de agua, deberá de ser construida en chapa de acero galvanizada, con fondos y laterales impermeabilizados con tela asfáltica.

### ***Sección de humectación por ultrasonidos***

- Funcionará a base de boquillas pulverizadoras de mezcla de agua y aire comprimido, de tipo ultrasónico.
- El contratista coordinará con el fabricante de climatizadores y el fabricante del sistema de humidificación la implantación de equipos en los climatizadores. Entregará a la Dirección de Obra datos completos sobre los productos a instalar, incluyendo sus prestaciones, rendimientos y recomendaciones del fabricante sobre la instalación.
- El contratista proveerá los sistemas completos, incluyendo también los auxiliares, tales como, planta de aire comprimido, líneas de distribución y alimentación de agua. El agua será potable y el aire puro y respirable.
- El sistema de humidificación irá provisto de un panel de control por cada climatizador, y podrá ser gestionado mediante control digital directo desde el sistema de control centralizado del edificio.

### ***Secciones de impulsión y retorno***

- Los ventiladores serán centrífugos, de doble lado de aspiración, tubería con alabes hacia delante (sección), con el caudal y presión requeridos, equilibrados estática y dinámicamente.
- El ventilador suministrará los caudales y presiones indicados a velocidad de rotación similar a la indicada en los planos. Además, estará dinámicamente equilibrado.
- La velocidad de descarga del aire deberá de ser inferior a 12 m/s.
- La velocidad de giro no superará las 1500 r.p.m.
- Cumplirá todas las condiciones expresadas en el apartado de ventiladores de este pliego.

### ***Compuertas***

- Las compuertas de aire exterior y retorno serán de lamas paralelas. Llevarán junta (neopreno) en el extremo de las lamas y juntas giratorias de apriete de acero inoxidable en los costados para evitar fugas u otra construcción equivalente.

## **4.16. Unidades enfriadoras - bombas de calor aire-aire para instalación en cubierta (roo-top)**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de las unidades enfriadoras o bombas de calor aire-aire para instalación en cubierta (roof-top) de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Las unidades tipo Roof-top cumplirán con las especificaciones del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, el Reglamento de Aparatos a Presión y lo indicado en la ITC 04.11 del RITE.

Las unidades de tratamiento de aire tipo Roof-top serán de expansión directa y condensadas por aire. Estarán provistas del número de compresores herméticos adecuado a su potencia, de

forma que cada uno correspondería a un circuito frigorífico independiente o etapa de escalonamiento de potencia.

Los Roof-top estarán compuestos por envolvente, ventilador, compresores, baterías de tratamiento de aire, filtros de aire, bandeja de drenaje e incluirán: cámaras de mezcla, cámaras de Free-cooling.

La envolvente de las unidades Roof-top estará formada, básicamente por los siguientes elementos: bancada, estructura y paneles.

La bancada estará formada, generalmente, por un perfil en U laminado en frío, soldado con cordón continuo de 65 x 120 x 65 mm. y 2,5 mm. de espesor, que sirva de soporte a la estructura y a los diversos elementos (ventiladores, baterías, etc.) que se sitúan en el interior de la unidad.

La estructura se formará por medio de perfiles de chapa de acero galvanizado, que se fijarán a unas piezas de esquina de fundición de una aleación de aluminio por medio de tornillos.

Los paneles serán del tipo "sandwich", formados por dos paneles de chapa galvanizada o aluminio para intemperie en cuyo interior se ha inyectado poliuretano, de forma que se obtenga un panel de elevada resistencia mecánica con el aislamiento totalmente protegido por la chapa interior y de fácil limpieza.

Entre los paneles y la estructura se dispondrá de una junta de goma que haga estanca la unión entre ambos elementos.

Todos los paneles que forman las paredes y el techo serán fácilmente desmontables por medio de cierres rápidos (sin tornillos) de forma que permitan un fácil acceso al interior de la unidad para mantenimiento o reposición de cualquier elemento interior.

Las conductividades térmicas del panel serán, como máximo, de  $K = 0,99 \text{ Kcal/m}^2 \text{ h.}^\circ\text{C}$ .

Las atenuaciones acústicas del panel serán, para las bandas de octava de centros indicados:

<b>Hz</b>	<u>125</u>	<u>250</u>	<u>500</u>	<u>1000</u>	<u>2000</u>	<u>4000</u>	<u>8000</u>
<b>dB</b>	8	14	15	17	22	25	25

Las baterías de enfriamiento y calefacción estarán formadas por tubos de cobre de 16 mm. y aletas de aluminio. Los codos y colectores estarán soldados con una aleación de plata que permita elevar la presión de prueba en agua caliente hasta  $30 \text{ Kg/cm}^2$  con aire seco.

La velocidad de paso del aire por las baterías de enfriamiento no será superior a 2,5 m/s.

Las baterías y filtros de baja eficacia se montarán sobre soportes especiales tipo rail que permitan su desmontaje lateral.

Los filtros de alta eficacia se montarán de manera que quede garantizada la estanqueidad de la unión asegurándose el filtraje del 100% del caudal. El desmontaje de estos filtros será frontal.

La parte inferior de la sección de batería de frío dispondrá de bandeja metálica aislada para la recogida del agua de condensación, protegida por pintura asfáltica y aislamiento anticondensación. Dicha bandeja tendrá un drenaje con una sección mínima de 20 mm. de diámetro.

El conjunto ventilador-motor irá apoyado sobre una placa común de acero provista de carriles tensores. Este conjunto se fijará a la estructura del climatizador por medio de soportes antivibratorios.

Las unidades que por su tamaño así lo exijan, se montarán en obra.

En el circuito de evaporación incorporará el número de ventiladores centrífugos de álabes inclinados hacia delante (ventiladores interiores) adecuado para el caudal de aire a suministrar.

En el circuito de condensación incorporará ventiladores helicoidales (ventiladores exteriores) que proporcionen en caudal de aire exterior necesario para una completa condensación y subenfriamiento del refrigerante.

Tanto los ventiladores interiores como los exteriores funcionarán secuencialmente en función del número de compresores en marcha.

El COP de cada unidad será como mínimo de 2,1.

Incorporará, además, los siguientes elementos:

- Batería de calor por agua caliente, si así se requiere.
- Regulador de etapas de funcionamiento y salida proporcional 0/10 V para regulación de calor en batería de agua.
- Free-cooling entálpico para el número de etapas que se determine.
- Señalizaciones remotas.
- Rejilla de protección de baterías.
- Elementos de carga.
- Detector de filtros sucios.
- Cuadro eléctrico, con aparellaje de protección y maniobra de motores de la unidad.
- Control de presión de condensación.

Los roof-top no podrán estar situados en la propia sala de máquinas, debiendo existir, necesariamente una separación física entre ésta y el local donde se encuentre el mismo.

#### **4.17. Radiadores**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los radiadores de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Se dispondrán según el número de elementos o dimensiones especificados en planos o especificaciones técnicas. Su acabado será de pintura al horno.

Cada radiador dispondrá de válvula de doble reglaje, detentor y purgador, así como de las reducciones y tapas necesarias.

Se conectarán a los tubos de distribución mediante tubo de acero negro sin soldadura según DIN 2440 de diámetro 3/8" o 1/2". La conexión de entrada se realizará por arriba y la de salida por la parte inferior opuesta.

Los soportes se dispondrán siempre que fuera posible en partes no visibles.

## **4.18. Aerotermos**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los aerotermos de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

### **4.18.1. Aerotermos de agua caliente**

Dispondrá de ventilador helicoidal equilibrado estática y dinámicamente para funcionamiento silencioso, rejilla de protección, serán adecuados para ser instalados en posición vertical u horizontal.

Las baterías serán de cobre con aletas de aluminio, con pendiente para poder ser vaciadas y presión de diseño igual que la de las válvulas utilizadas en el proyecto.

La carcasa estará construida a base de perfiles soldados y paneles galvanizados y lacados.

La potencia de los motores será holgada y con protección térmica de bobinas

Estarán controlados por sondas de temperatura ambiente, que pararán o arrancarán el ventilador.

### **4.18.2. Aerotermos con batería eléctrica**

Su construcción y componentes serán similares a los aerotermos de batería de agua a excepción de que ésta, será sustituida por una batería eléctrica.

La batería de calor será de acero galvanizado, para uso intensivo. Tornillería en acero inoxidable.

## **4.19. Fan-coils**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los fan-coils de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Las baterías serán de cobre con aletas de aluminio con cuellos autodistanciadores en aletas fijados al tubo por expansionado mecánico, con pendiente para poder ser vaciadas y presión de diseño igual que la de las válvulas utilizadas en el proyecto. Conexiones de acero previstas para conectar purgador. Los tubos estarán rígidamente unidos a la envolvente, previéndose la dilatación de los mismos.

Los ventiladores serán de turbina centrífuga de doble aspiración, de aluminio, con álabes curvados hacia adelante, estarán equilibrados estática y dinámicamente, con eje sobre rodamientos de bolas autolubricados. Dispondrán de motor de tres velocidades, con dispositivo de protección térmica y de reset automático. Transmisión por correa con posibilidad de regulación en un 30% la velocidad del ventilador. El conjunto, ventilador, eje y rodamientos estará montado sobre estructura de acero unida a la estructura del fan-coil mediante anclajes antivibratorios que impidan la transmisión de vibraciones a los soportes externos del fan-coil ni a los elementos constructivos del edificio.

Todas las unidades estarán provistas de filtro plano.

Dispondrán de bandeja de recogida de condensados de chapa galvanizada con terminación en fondo anticorrosivo y debidamente aislada para evitar la formación de condensados.

Se instalarán adosados al techo, en suelo, en pared o donde los documentos de proyecto lo indiquen, y se conectarán todas las tuberías y cables necesarias para un correcto funcionamiento. En el caso de incorporar envolventes éstas serán robustas, de acero con tratamiento anticorrosión, secados al horno y chasis en acero galvanizado; tendrá esquinas redondeadas y panel frontal de acceso.

Serán del tipo “silencioso”, cumpliendo normativa NBE-CA/88 y RITE.

## **4.20. Acondicionadores autónomos**

### **4.20.1. General**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los acondicionadores autónomos de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Los equipos autónomos cumplirán con las especificaciones del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas, el Reglamento de Aparatos a Presión y lo indicado en la ITC 04.11 del RITE.

### **4.20.2. Acondicionadores autónomos compactos**

Serán unidades autónomas de tipo compacto, condensados por aire, con ventiladores centrífugos en condensador y evaporador, para permitir el acoplamiento de conductos para la canalización del aire en ambos circuitos. Todas sus partes serán accesibles desde los laterales y la parte inferior del mismo.

La unidad irá envuelta en un mueble construido en chapa de acero tratada y pintada, alojando en su interior los siguientes elementos:

- Compresor de tipo hermético vertical, montado sobre antivibratorios equipado con resistencia eléctrica por calentamiento del aceite.
- Baterías condensadora y evaporadora construidas con tubos de cobre, con aletas de aluminio dispuestas al tresbolillo y presentarán gran superficie de intercambio.
- Grupos motor-ventilador de evaporador y condensador del tipo centrífugo de doble aspiración, equilibrados estática y dinámicamente, con motor directamente acoplado en el aro de aspiración.
- Sistemas de control y seguridades contando, como mínimo, con los siguientes elementos:
  - Presostato de alta presión.
  - Presostato de baja presión.
  - Protección térmica del motor del compresor.
  - Dispositivo que evite la acumulación de líquido refrigerante en el compresor.
  - Regulación automática de temperatura mediante termostato ambiente a distancia.

Serán equipos autónomos de tipo partido, compuestos por unidad interior o evaporadora y exterior o condensadora, debidamente interconexiónadas eléctrica y frigoríficamente.

El conjunto contará como mínimo, de los siguientes elementos de seguridad y control:

- Presostato de alta presión.
- Presostato de baja presión.
- Protección térmica del motor del compresor.
- Dispositivo que evite la acumulación de líquido refrigerante en compresor.
- Regulación automática de temperatura mediante termostato ambiente a distancia.

### ***Unidad evaporadora***

Será de descarga de aire vertical e irá envuelta en mueble construido en chapa de acero laminada en frío, fosfatada y esmaltada, disponiendo de rejilla de retorno y plenum de descarga de aire para su utilización sin conductos.

Básicamente estará compuesta de los siguientes elementos:

- Batería evaporadora construida con tubos de cobre con aletas de aluminio dispuestos al tresbolillo y gran superficie de intercambio.
- Grupo motor-ventilador de tipo centrífugo de doble aspiración, equilibrado estática y dinámicamente, con motor directamente acoplado en el aro de aspiración.

### **Unidad condensadora**

Estará especialmente diseñada para su colocación a la intemperie y constará de los siguientes elementos principales:

- Compresor de tipo hermético vertical, montado sobre antivibratorios y equipo con resistencia eléctrica para calentamiento del aceite.
- Batería condensadora construida con tubos de cobre con aletas de aluminio, dispuestos al tresbolillo y gran superficie de intercambio.
- Grupo motor ventilador de tipo axial con descarga libre del aire, montado sobre soportes antivibratorios y con motor directamente acoplado.

## **4.21. Recuperadores de calor**

### **4.21.1. Recuperadores de calor estáticos**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los recuperadores de calor estáticos de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Los recuperadores de calor serán construidos con perfiles y paneles de chapa galvanizada de primera calidad, sobre chasis en U galvanizada, que servirá de base, tanto a la envolvente, como a las diferentes secciones que compongan la unidad.

La envolvente, estará formada por paneles del tipo SANDWICH, de 35 mm. de espesor como mínimo, contendrá en su interior un panel aislante de espuma de polietileno inyectada de 30 mm. de espesor, la unión entre paneles se realizará mediante un sistema de machiembredo y piezas de sujeción atornilladas a los mismos.

Serán de flujo cruzado con separación de flujos mediante hojas de aluminio especialmente resistente a la corrosión.

El rendimiento del recuperador no será inferior al 40% para las condiciones especificadas de proyecto.

### **4.21.2. Recuperadores de calor rotativos**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los recuperadores entálpicos de tipo rotativo de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Irán montado en la sección correspondiente del ventilador con el motor interior al mismo, a no ser que indique la Dirección de Obra lo contrario. Estarán compuestas por una carcasa de soporte y protección que contiene el rotor a su motor impulsor con su correspondiente correa de transmisión. La carcasa formará una caja de construcción rígida y sus caras laterales se proyectarán para su fácil conexión.

El rotor estará formado por hojas de material fibroso e inorgánico, alternativamente lisas y arrugadas que irán impregnadas con material desecante. Dichas hojas estarán enrolladas de

modo que formen una multitud de celdillas axiales. A lo largo del perímetro del rotor, así como de la zona divisoria entre los dos flujos de aire se dispondrá una tira de cierre ajustable a fin de evitar filtraciones de aire.

El recuperador estará equipado con un sector de purga en el que cada celdilla es limpiada por aire fresco antes de entrar en el propio flujo de aire impulsado. La eficacia del recuperador no será inferior al 60% para las condiciones de proyecto especificadas.

## **4.22. Tratamiento de aguas**

### **4.22.1. General**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los equipos de tratamiento de agua de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Consistirán como mínimo en:

- Circuitos de torres de refrigeración: tratamiento algicida y biocida
- Circuitos de agua fría y caliente: tratamiento anticorrosión y anticrustación

El contratista realizará un estudio del agua disponible, y si el agua no cumpliera con las limitaciones especificadas o recomendadas por los fabricantes de los equipos, dotará de los equipos de tratamiento adicionales que se requieran.

El sistema introducirá los aditivos en una parte, donde la mezcla se efectúa tan rápido como sea posible.

El contratista proveerá todos los equipamientos, tuberías, conexiones y recipientes llenos de aditivo en el momento de la recepción provisional.

El contratista entregará para revisión información completa sobre el equipamiento, aditivos, así como el programa de tratamiento que realizará hasta la recepción provisional de las instalaciones.

Dará instrucciones precisas e incluirá junto a los manuales de mantenimiento de las instalaciones, el programa de tratamiento detallado.

### **4.22.2. Tratamiento en torres de refrigeración**

#### ***Tratamiento algicida.***

Se realizará mediante dosis de choque en la torre. El equipo consistirá en una cuba de preparación de reactivos construida en polietileno, sistema de vaciado, llenado y toma, indicador de nivel, electroagitador de acero inoxidable. La dosificación se realizará mediante 2 bombas (1 de reserva); construidas en PVC con regulación marcha-paro. Se incluirá en el depósito un interruptor de nivel mínimo para la protección de las bombas. Todos los accesorios en PVC.

### ***Tratamiento biocida***

Se aplicará sobre la tubería de salida de la bolsa de torres mediante producto a elegir en la puesta en marcha. Todos los elementos y accesorios, igual que lo descrito para el tratamiento algicida.

### **4.22.3. Tratamiento de redes de tuberías**

#### ***Redes de agua de calefacción***

Se dispondrá de un sistema único de almacenamiento y dos líneas de dosificación a base de acondicionante tipo polifosfato, para la red de agua caliente. El equipo consistirá en una cuba de preparación de reactivos (dilución al 5%) construida en polietileno, sistema de vaciado, llenado, toma, indicador de nivel, electroagitador de acero inoxidable, interruptor de nivel bajo para protección de bombas. La dosificación consistirá en dos líneas. Dispondrá de 2 bombas (1 reserva). Bombas y accesorios en PVC.

#### ***Redes de agua de condensación***

Se dispondrá de un sistema idéntico al descrito para las redes de calefacción.

#### ***Red de agua fría***

Dispondrá de almacenamiento idéntico al descrito para las redes de calefacción, a excepción que la dilución se realizará al 10%.

### **4.23. Motores eléctricos**

#### ***General***

Es competencia del Contratista el montaje, suministro y puesta en servicio de los motores de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

El Contratista suministrará toda la maquinaria con los motores eléctricos correspondientes.

Los motores deberán estar equilibrados dinámicamente y estáticamente, disponiendo de ventilador de refrigeración. En bornes se indicarán e identificarán los conexionados de bobina. Los cojinetes y elementos de apoyo serán de primera calidad. La carcasa exterior será de fundición con aletas refrigeradoras.

Su construcción y aplicación deberá cumplir la reglamentación vigente, adoptándose la normativa DIN, tanto en su construcción (42.950) como en la clase de protección (40.050). Las bobinas estarán preparadas para alcanzar temperaturas de 75°C según normas VDE. Deberá admitir desviaciones sobre sus parámetros eléctricos (tensión y frecuencia) de un +- 10% sin que afecte a sus repuestas funcional o componentes. Llevará placa de características en castellano, con unidades S.I. y marcadas de forma indeleble donde se indique.

- Marca y tipo

- Potencia (kW y CV)
- Tensiones (V)
- Intensidad (A)
- Velocidad de giro (R.P.M.)
- Tipo de construcción y protecciones.

Todos los motores, cuya situación no permita la vigilancia de su conmutador de accionamiento, deberán disponer de un interruptor de seguridad en su proximidad.

### **Clasificación**

A) Motores monofásicos: Preferentemente los motores de 0,37 Kw o menos serán monofásicos, 220V, 50 Hz. Cumplirán todas las normativas aplicables.

B) Motores trifásicos:

- Su diseño, construcción y pruebas cumplirá todas las normativas aplicables.
- Dispondrá de aislamiento clase F, utilización B.
- Los motores de más de 3,7 Kw tendrán un factor de potencia no inferior al 85% en carga nominal. En caso contrario, será corregido el factor de potencia hasta el 90%.
- Los motores serán de jaula de ardilla, IP-54, mientras no se especifique otro.
- El rendimiento mínimo de los motores a cargas 100% y 75% se indica en la tabla siguiente (los valores no indicados se interpolan).

<b>kW</b>	<b>2 Polos</b>	<b>4 Polos</b>	<b>6 Polos</b>
5,5	84	85	83
18,5	90	90,5	89,5
37	92,5	93	92
75	94,9	94,6	94,2
132	95,7	95,6	95,4

## **4.24. Variadores de frecuencia**

### ***General***

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio de los variadores de frecuencia de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Cada variador electrónico de frecuencia será de tensión correspondiente al motor a conectar, con modulación tipo PWM, inversor transistorizado y control completo digital.

Serán adecuados a cada equipo conectado, teniéndose en cuenta las curvas de carga y las recomendaciones del fabricante de los equipos conectados.

### ***Entregas***

El contratista entregará la siguiente documentación:

- Información completa de catálogos, incluyendo prestaciones, características, montaje y demás información necesaria para una completa descripción del equipo.
- Información relativa a los armarios, acceso a los componentes, modo de extracción de elementos, etc.
- Documentación necesaria para que los sistemas de control y protección contra incendios puedan realizar las conexiones desde su sistema a los puntos terminales provistos en el equipo.
- Sistema de cableado y diagramas de control.

## **4.25. Control eléctrico o electrónico**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio del control eléctrico o electrónico de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

Queda incluido dentro del suministro, todo el cableado necesario para la actuación del control, desde el regleteado dispuesto a tal efecto en el cuadro eléctrico, hasta todos y cada uno de los terminales. El cableado ira canalizado en PVC rígido, flexible armado o acero según determine la Dirección, acorde con el resto de las canalizaciones eléctricas, con los registros necesarios.

El dimensionado será tal que no afecte a la medición y en ningún caso inferior a 1,5 mm<sup>2</sup> de sección. El aislamiento será de 750 V., estando apantallado si la medida o acción lo requiriera.

Los cuadros de control de cada subsistema serán metálicos, de la dimensión adecuada para el correcto alojamiento de los elementos y sus canalizaciones. El frontis será registrable y estanco. En señales proporcionales, con variación de tensión, se dispondrá indicador transductor de la medida correspondiente (°C % HR, etc.) Al lado de cada cuadro y debidamente plastificado y enmarcado se ubicará el esquema de control correspondiente, con indicación de los puntos de consigna.

El Contratista debe suministrar cuando la planificación de la obra lo demande, los planos de enclavamiento eléctrico, para que el suministrador de los cuadros, los tenga en consideración, para la construcción de los mismos. Previamente estos planos serán visados por la Dirección.

Quedan incluidos todos los elementos accesorios tales como relés, potenciómetros, pilotos, interruptores, fusibles, transformadores, etc., que para el buen funcionamiento del sistema sean necesarios, siempre y cuando queden fuera de los cuadros eléctricos generales.

En general, todo el montaje y elementos que compongan la instalación de control deberán atenerse a la reglamentación al respecto y más en particular a lo indicado en la ITC 04.11 del RITE.

El conexionado de los diferentes terminales en el regleteado del cuadro eléctrico, lo realizará el instalador electricista, en presencia del instalador de aire acondicionado, siendo responsabilidad de éste la adecuada conexión, el cumplimiento de las funciones de maniobra y enclavamiento.

## **4.26. Control de los motores**

### **4.26.1. Arrancadores de motores**

#### *General*

El Contratista de climatización suministrará e instalará todos los arrancadores de motores requeridos por el equipo mecánico (calefacción, ventilación y aire acondicionado, protección de incendios y saneamientos).

Se instalará cualquier arrancador independiente o control de panel que sea necesario en los equipos o paquetes de equipos suministrados por otros instaladores u oficinas, que no se definan. Se incluirán bornas terminales y el cableado correspondiente.

#### *Arrancadores magnéticos de motores mayores de 0,37 kW*

El diseño se ha previsto de forma que los arrancadores para motores de más de 0,37 kW serán una combinación de contactores de tipo magnético de 380 V, 3 fases, 3 polos, 50 Hz, Si se utiliza otra configuración, deberá ser coordinada con otros gremios de la obra. Los requisitos especificados anteriormente, serán aplicables a todos los arrancadores, ya sea su montaje independiente o incorporado en un centro de control de motores (cuadro de maniobra).

1. Los arrancadores magnéticos estarán contruidos de acuerdo con las últimas normativas y estándar aplicables y tendrán una acción segura, rápida, con mecanismos de accionamiento brusco. Se preverán 3 relés de sobrecarga. Los relés de sobrecarga tendrán un ajuste de  $\pm 15\%$  del calibrado nominal. Se comprobarán las placas de características de cada uno de los motores y se dimensionarán los relés para suministrar una protección completa de sobrecorriente en los mismos.
2. Los interruptores automáticos de tipo magnético satisfarán los requisitos especificados en el pliego de condiciones técnica de la instalación eléctrica para la apartamenta en cuadros secundarios.
3. Las unidades arrancadoras magnéticas de motores formarán una combinación con el interruptor automático.

4. Los arrancadores de motor tendrán un enclavamiento en la posición deabierto.
5. Los arrancadores magnéticos de motores incorporarán:
  - Un circuito de control de 220 V protegido por fusible, que deriva de la alimentación de 380 V, a través de un transformador de control protegido por fusible, en el arrancador.
  - Se instalará igualmente un selector de tres posiciones manual-0-automático montado sobre la tapa. Las posiciones serán identificadas según se indica en los planos o sea indicado al respecto.
  - Se instalará un piloto indicativo de estado para cada motor, montado en la tapa.
  - Se instalarán tres contactos auxiliares destinados para: piloto de estado, indicación de estado on/off a sistema de alarma de incendios, y al sistema de gestión centralizada del edificio respectivamente. Se suministrarán estos tres contactos independientemente de que uno o más de ellos puedan no ser utilizados.
  - Aquellos arrancadores de alimentación a ventiladores de presurización de escaleras, ventiladores de extracción de humo, ventiladores asociados al suministro de aire exterior y otros equipos críticos, según se determine por el ingeniero, se suministrarán con relés detectores de corriente y sensores con contactos para monitorización del estado por el sistema de gestión centralizada y el sistema de alarma de incendios.
  - Se considerarán incluidos todos los accesorios opcionales y elementos auxiliares según se indique en los planos y se describe aquí.
6. Los arrancadores de los motores, los interruptores selectores y otros elementos similares, cuando no sean indicados como una parte integral de un centro de control de motores (cuadro de maniobra), serán instalados en paneles metálicos standard, excepto cuando se indique, y/o sea requerido que sean herméticos, resistentes a la explosión, etc. y en cualquier caso serán idóneos para el propósito previsto. Cada panel estará equipado con la adecuada identificación del motor y la señalización de precaución o peligro.
7. Se suministrará el cableado de termorresistencias de los motores que dispongan de ellas en el devanado.

#### ***Arrancadores manuales de motores de 0,37 kW o menores***

Se utilizarán arrancadores manuales para los motores dimensionados a 0,37 kW o menos, excepto en aquéllos en que se requiera control automático y los elementos de control no sean adecuados para soportar la carga de corriente prevista, en cuyo caso, se utilizará una combinación adecuada de arrancador magnético (según se ha especificado anteriormente para motores trifásicos). Los arrancadores manuales de motores serán dimensionados para 220 V, 1 fase, 50 Hz.

1. Los arrancadores de los motores tendrán un enclavamiento en la posición de abierto.
2. Se suministrarán selectores y pilotos indicadores de estado, de acuerdo a los requerimientos especificados para arrancadores trifásicos, montados en tapa.

3. Los arrancadores manuales de motores serán montados en paneles standard metálicos, excepto cuando sea indicado y/o requerido el que estos paneles sean herméticos o resistentes a la explosión, etc., en cualquier caso, idóneos para el trabajo previsto. Cualquier envolvente será suministrada con la adecuada identificación y señalización de aviso y señalización.

#### **4.26.2. Centros de control de motores (Cuadros de protección y maniobra)**

##### ***General***

Se diseñarán los centros de control de motores para satisfacer los niveles de falta de 60 kA a 380 V durante 1 segundo, salvo indicación en contra. Las barras principales serán dimensionadas para 630 Amperios salvo que se indique lo contrario.

Se diseñarán y construirán los centros de control de motores estrictamente de acuerdo con los estándares aplicables.

Se suministrarán los centros de control de motores adecuados para acceso frontal con entrada de los cables por la parte superior, completos con prensaestopas para cables y otros accesorios necesarios o requeridos.

Se suministrarán centros de control de motores dimensionados para 380 V, 3 fases, 3 cables, 50 Hz.

Se suministrará para cada centro de control de motores un interruptor manual de 3 polos de caja moldeada.

##### ***Envolventes***

Se suministrarán el número y tamaños de los centros de control según se indique en los planos.

Se suministrarán los centros de control, modulares autoportantes adecuados para su montaje en suelo.

Se limpiarán químicamente y se tratarán las superficies metálicas para prevenir la oxidación y humedad bajo las capas de pintura. Se aplicará con un spray electrostático una capa de pintura de poliéster.

Se entregarán los centros a los lugares de montaje en secciones de tales dimensiones que no sea difícil su manejo y ubicación en obra. Se suministrarán elementos de izados desmontables.

Placas de características: se suministrará por cada uno de los arrancadores una placa de características plásticas grabada. Las placas de características serán de fondo blanco con letras mayúsculas en negro. Se suministrará una placa igualmente grabada para cada uno de los elementos de aislamiento para indicar la posición de los mandos.

##### ***Embarrados y cableado***

Los embarrados y las conexiones de cableado dentro de los centros de motores, serán salvo que se indique lo contrario, de cobre y aislados por medio de cinta o revestimiento plástico

coloreado, las conexiones de los embarrados serán adecuadamente fijadas, atornilladas y con arandelas. Se suministrarán las barreras verticales y horizontales entre cada módulo arrancador de motor.

Se suministrarán embarrados de distribución de tierra de cobre que se extenderán a lo largo de cada centro de control de motores y de cada sección vertical. Se pondrán a tierra todas las canalizaciones entrantes, bandejas de cable, canales, o envoltentes de embarrados.

### ***Arrancadores de motores***

Se suministrarán los conjuntos arrancadores de motores, fijos, cada uno con su interruptor automático, satisfaciendo todos los requerimientos especificados en este pliego.

Las unidades arrancadoras combinadas de motor se completarán con todos sus accesorios necesarios y según se especifique y/o se indique en los planos.

### **4.26.3. Requisitos de interconexión de los arrancadores de motores**

Serán de aplicación las siguientes directrices para los motores controlados o monitorizados por el sistema de gestión centralizada (SGC) del edificio o por el sistema de alarma de incendios (SAI).

1. Se preverán regletas de conexión dentro de un compartimento separado, de cada centro de control de motores o en un cuadro separado montado sobre pared junto a los arrancadores magnéticos y manuales, con objeto de facilitar la monitorización y control de motores por el SGC y el control de supervisión y monitorización de motores por parte del SAI. Se realizará la segregación entre SGC y SAI en cuanto a terminales, así como entre el cableado de baja tensión y cualquier cableado en muy baja tensión.
2. Se cablearán las conexiones desde los arrancadores de los motores hasta las terminales, y se suministrará la canalización y otros elementos necesarios que permitan al SGC el obtener la siguiente monitorización y control de funciones sin alterar el cableado de los arrancadores:
  - Control de encendido y apagado por el SGC

Se cablearán un par de terminales al arrancador de motor de forma que cuando el relé de SGC o el elemento cableado de control a través de estos terminales se cierre, el motor se arranque. Cuando el relé SGC abra el contacto a través de estos terminales, el motor parará. Estas acciones tendrán sólo lugar cuando el interruptor de selección se encuentre en la posición remoto.

- Control de velocidad SGC

Se cablearán un par de terminales a los arrancadores de motores de 2 velocidades de forma tal que cuando el relé cableado del sistema de SGC cierre sus contactos, el motor se ponga en alta velocidad y que cuando los contactos del SGC estén abiertos el motor funcione a baja velocidad. Para los motores de velocidad variable la velocidad del motor vendrá determinada por una señal modulada de SGC de 0 a 10 Vcc o de 4 a 20 mA. cc. a través de estos terminales. No será posible para el sistema de SGC el hacer funcionar el motor a una velocidad inferior o superior a las máximas recomendadas por el fabricante. Si los contactos asociados al sistema SGC comentados anteriormente están abiertos, entonces el motor se parará

independientemente del estado del relé de SGC o de la señal de modulación de velocidad. Estas acciones tendrán sólo lugar cuando el selector de funcionamiento esté en la posición de remoto.

- Estado On/Off

Se cableará hasta un par de terminales desde el arrancador del motor de modo que por medio de dos contactos secos cerrados se monitorice a través del SGC, cuando el motor está en ON (contactos cerrados) y cuando esté en OFF (contactos abiertos). Esto es aplicable para motores de una sola velocidad, de 2 velocidades y de velocidad variable independientemente de la posición del interruptor de selección.

- Estado de alta o baja velocidad

Se cableará hasta un par de terminales desde el arrancador del motor de dos velocidades de modo que el sistema SGC monitorice por medio de un par de contactos cerrados secos cuando esté seleccionado para operación en alta velocidad y cuando para baja velocidad. Este estado será monitorizado independientemente de la posición del interruptor de selección.

- Enclavamiento de compuertas

Se cableará un par de terminales desde los arrancadores de los motores de modo que los motores no arrancarán hasta que un contacto situado entre estos terminales se cierre. Estos terminales estarán cableados, hasta los interruptores de posición final de las compuertas, los cuales están cerrados cuando las compuertas están abiertas, y abiertos cuando las compuertas están cerradas. Estos enclavamientos operarán en ambas condiciones de remoto o manual del interruptor de selección.

- Control de compuertas

Se cableará un par de terminales desde el arrancador del motor de modo que se consiga una alimentación de 220 V (derivada del circuito de control del arrancador de motor) cuando el selector esté en la posición de manual o cuando se envíe una orden de arranque desde el SGC o el SAI. Este suministro de potencia será cableado por el SGC para iniciar la apertura o cierre de los enclavamientos.

- Control de accionamiento de los sistemas de alarma de incendios

Se cableará un par de terminales de forma que cuando un relé del sistema de alarma de incendios provoca un cierre de contacto entre estos terminales, el motor opere a su máxima velocidad. El control de motor indicado por estos terminales no by-paseará el control del interruptor de selección cuando este interruptor esté en la posición OFF, pero sí lo hará sobre cualquier otro de los controles asociados.

- Control de parada del sistema de alarma de incendios

Se cableará un par de terminales de forma que cuando un relé del sistema de alarma de incendios provoca una apertura de contacto entre estos terminales, el motor se para. El control del motor iniciado por estos terminales tendrá prioridad sobre cualquier otro control asociado.

- Estado On/Off de los motores del sistema de alarma de incendios

Se cableará un par de terminales para proveer el cierre de contactos secos, mínimo para 2 Amperios a 24 Vcc, cuando el motor esté en funcionamiento y la apertura de dichos contactos cuando el motor esté cerrado.

3. No se cablearán terminales que no sean requeridos en un motor particular hasta el arrancador del motor, y no se utilizarán estos para ningún otro propósito. Se cablearán los terminales en el orden indicado anteriormente de izquierda a derecha (o de abajo arriba) en el bloque de terminales.
4. Se realizará cualquier modificación necesaria en el cableado interno de los arrancadores de forma que se consiga y permita establecer los requisitos anteriormente mencionados.
5. Se instalará cualquier terminal necesario, así como modificaciones del cableado interno de cualquier unidad completa de forma que se permita la satisfacción de los requisitos indicados anteriormente.
6. Los bloques terminales dispondrán de una envolvente que satisfará las especificaciones definidas para la envolvente de los centros de control de motores, o las de arrancadores de motores de montaje local si fuera aplicable. Una envolvente puede contener regleteros para más de un motor, pero los regleteros deben estar claramente identificados. Cada motor dispondrá de un regletero dedicado.
7. Bajo ninguna circunstancia se cablearán los terminales al arrancador del motor de forma que el SGC pueda anular el encendido/apagado del sistema de alarma de incendios o el sistema de enclavamiento de seguridad suministrados para el motor.
8. La carga en el lado del arrancador del motor en el lado de los terminales indicados será tal que los relés SGC y SAI necesarios para realizar las operaciones On/Off y alta y baja velocidad, no requerirán un nivel de intensidad superior a 5 amperios a 240 Vac.
9. Se suministrará la documentación necesaria para el cableado de SGC y SAI a los terminales de conexión de forma que se satisfagan los requisitos indicados en estas especificaciones.
10. Según se ha descrito anteriormente, la monitorización de estados se realizará por medio de contactos auxiliares en los arrancadores excepto para los ventiladores críticos tales como ventiladores de aire exterior, ventiladores de presurización de escaleras, ventiladores de extracción de humos, etc. los cuales dispondrán de relés detectores de corriente para monitorización del estado. Se proveerán relés de medida de corriente y cableado hacia las barras de conexión de acuerdo con lo que se ha indicado anteriormente.

#### **4.27. Aparatos de medida**

Es competencia del Contratista el montaje, suministro y puesta en servicio de los aparatos de medida de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

El montaje de los aparatos será tal que refleje realmente la magnitud y el concepto medido, evitando puntos muertos o acciones indirectas que desvíen el punto de medición que interesa consignar. Si el parámetro a medir estuviese automáticamente controlado o dispusiese de

sonda de medida a distancia, tanto sondas como el punto de captación del aparato de medida, estarán próximos, de forma que no pueda aludirse diferenciación de medida o actuación por ubicación. La reposición, contraste o calibración de los aparatos podrá realizarse estando los sistemas en activo por lo que el montaje deberá estar previsto con éste condicionante. Cuando la medida necesite de elemento transmisor (aceite, glicol, etc.,) deberá existir en su total capacidad en la recepción provisional.

El posicionamiento de los indicadores deberá ser tal que puedan ser fácilmente legibles por el usuario en las situaciones normales de trabajo o maniobra. Si el punto de su captación no cumpliera éste requisito, el indicador será del tipo a distancia.

La sensibilidad de los aparatos será la adecuada a juicio de la Dirección, según la precisión y el parámetro medido.

El montaje del punto de captación será realizado de forma que fácilmente pueda ser desmontado para aplicar otro aparato de medida para su verificación o calibración, si ello no fuera factible se dispondrá habitáculo de captación inmediata para aplicación del aparato portátil.

#### **4.28. Sistema de detección de monóxido de carbono**

Es competencia del Contratista el suministro, montaje y puesta en servicio del sistema de detección de monóxido de carbono de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los documentos de proyecto.

Dicho sistema controlará la entrada en funcionamiento de los ventiladores destinados a la impulsión y/o extracción de aire en el local, de forma que no se alcance una concentración de CO mayor de 50 p.p.m.

El sistema de detección de monóxido de carbono en el local constará de centrales de detección, detectores y cableado.

Las centrales de detección tendrán las siguientes características:

- Control microprocesador
- Escala de medición de concentración: 0 a 300 p.p.m.
- Selección de concentración: en tres niveles; 50, 100 y 150 p.p.m.
- Lecturas por zona: del detector con máximo valor de nivel
- Número máximo de detectores: 15 por zona.
- Selección de modo de ventilación: paro, manual, automático.
- Salida para orden de ventilador: por relé conmutado libre de tensión 5A a 200V
- Salida para alarma: por relé conmutado libre de tensión 5A a 220 V.
- Fuentes de alimentación: independientes por zona.

- Conexiones: mediante 3 hilos de 1,5 mm<sup>2</sup>.

Los detectores de monóxido de carbono estarán agrupados en bucles que se conectarán a las centrales. Los detectores de CO se instalarán en el techo del local en los lugares indicados en planos y conectados mediante cables de tipo RV, 6/1KV de 3x1,5mm<sup>2</sup>, por el interior de tubos de PVC rígidos.

Al detectar el sistema una concentración igual o mayor a la prefijada, actuará sobre los ventiladores asignados a la zona donde ocurra la situación.

La ubicación, caudal y alcance de los ventiladores asegurará un barrido completo del local, evitando zonas muertas.

Las centralitas deberán disponer de los elementos técnicos necesarios para el control de su estado desde el punto de vista de gestión técnica del edificio.

## **4.29. Control de ruido**

### **4.29.1. Silenciadores**

#### ***Condiciones de ensayo y normas aplicables***

Todas las mediciones se realizarán y se registrarán de acuerdo a la última revisión del Método Estándar de Ensayo de la Norma E477 de ASTM para la Medición de la Eficacia Acústica y del Caudal de Aire de Materiales de Revestimientos de Conductos y Silenciadores Prefabricados. El laboratorio de ensayos presentará pruebas para demostrar que se satisfagan todos los requisitos de ASTM E477. Se podrán utilizar otras normativas de ensayo si son aprobadas por Dirección Facultativa.

Especificaciones

Probados en total conformidad con la norma aplicable a una velocidad positiva de aire de 10 metros por segundo ( $\pm 5\%$ ), los silenciadores proporcionarán valores de amortiguación sonora (en dB) mayores y niveles máximos de potencia sonora autogenerada (en dB 0,37 m<sup>2</sup> área de la cara) menores que los establecidos en los documentos de proyecto, expresados en cada banda de octavas de frecuencias.

La pérdida de carga estática bajo las condiciones de prueba (10 m/s  $\pm 5\%$ ) no superará los valores establecidos en proyecto.

### **4.29.2. Climatizadoras y ventiladores**

#### ***Condiciones de pruebas y normas aplicables***

Todas las mediciones y cálculos del nivel de potencia sonora se llevarán a cabo de acuerdo con la última versión de la Norma 300 AMCA, y la norma 301 de AMCA, Método para calcular los niveles de sonido de ventiladores a partir de los datos de ensayo de laboratorio. El laboratorio de ensayo ostentará la homologación de la AMCA para llevar a cabo la prueba. Los procedimientos arriba señalados podrán sustituirse por otros procedimientos equivalentes de ensayo y cálculo caso de que éstos sean aprobados por Dirección Facultativa.

En el caso de equipos de climatización que se vayan a utilizar en sistemas de volumen variable de aire, todas las mediciones se efectuarán con el dispositivo de control de capacidad, fijado al equipo de climatización y ajustado acorde con el caudal de aire y presión estática del diseño.

#### Especificaciones

El nivel de potencia sonora en decibelios con referencia 1 picowatio ( $10^{-12}$  watios) del ruido de descarga y radiado por carcasa de las climatizadoras, no superará los valores señalados en las tablas a continuación, cuando funcionan bajo las condiciones de caudal de aire y presión estática de diseño.

No son aceptables los niveles estimados de potencia sonora basados en cálculos aproximados, utilizando el método de ASHRAE u otros métodos de ingeniería. Los niveles estimados de potencia sonora se basarán en las mediciones de laboratorio de un ventilador de la misma serie de ventiladores, cuyo tamaño físico, caudal y valores de presión estática no sean más de un 20% por encima de los del equipo presentado. Los cálculos no se basarán en pruebas de laboratorio de equipos más pequeños que los presentados.

Los niveles sonoros se verificarán y obtendrán a partir de los ensayos que se realicen a por lo menos 2 unidades de las de mayor capacidad y que sean significativas. Se entregará un certificado con el resultado de los ensayos, así como los datos, cálculos y extrapolaciones utilizados para determinar los niveles acústicos de las unidades no probadas a partir de ellos.

los niveles máximos de potencia sonora de descarga (en dB re  $10^{-12}$  w) y los niveles máximos de potencia sonora radiada a través de carcasa (en dB re  $10^{-12}$  w) expresados en cada banda de octavas de frecuencias, no será superior a los valores estipulados en los documentos de proyecto.

#### **4.29.3. Aislamiento interior**

Las características en cuanto a la absorción acústica de todos los aislamientos interiores de conductos y plenums del sistema HVAC se probarán de acuerdo con el presente pliego y cumplirán con sus requisitos. Se someterán las muestras representativas a unos ensayos de acuerdo con las normas y procedimientos aplicables, con el fin de demostrar dicho cumplimiento. No se requerirá ningún ensayo especial para este proyecto caso de que el fabricante tenga los resultados de pruebas anteriores de certificación, aplicables al presente proyecto.

#### ***Condiciones de ensayo y normas aplicables***

Todas las mediciones y cálculos de absorción se efectuarán en total conformidad con la última revisión del método de ensayo ASTM C 423. La prueba estará realizada por un laboratorio acreditado. Otros estándares serán admitidos si son aprobados por la Dirección Facultativa.

#### ***Especificaciones***

Los coeficientes de absorción acústica de los materiales sometidos no serán inferiores a los valores señalados en la tabla siguiente:

Espesor (mm)	Densidad (Kg/m <sup>3</sup> )	Frecuencia central de la banda de octavas en Hz					
		125	250	500	1000	2000	4000
25	48	0,23	0,47	0,60	0,79	0,88	0,90
50	48	0,35	0,75	0,95	0,95	0,95	0,95
100	48	0,60	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95

El material no desprenderá partículas a velocidad de aire 15 m/s y será resistente al desgarramiento.

El aislamiento térmico será al menos el del aislamiento exterior aplicable a dicho conducto si no estuviera aislado interiormente.

#### ***Presentación de documentación***

Se incluirá dentro de la documentación presentada, un informe completo del ensayo de acuerdo con los requisitos, incluyendo, pero no estando limitado a una descripción completa del material ensayado y las condiciones de ensayo, métodos y procedimientos.

### **4.30. Control de vibraciones**

#### **4.30.1. General**

##### ***Descripción***

En el trabajo de esta sección se incluye, pero no está necesariamente limitado a, la provisión de toda la mano de obra, materiales y equipos para la instalación de montajes de aislamiento contra las vibraciones, soportes, bancadas (donde sean necesarias), conexiones flexibles, antivibratorios de techo de aislamiento de tuberías y de aislamiento de conductos. La instalación será completa en todos los aspectos, probada y ajustada, ofreciendo total garantía de funcionamiento.

##### ***Requisitos generales del fabricante***

Se consultarán las normas de aislamiento antivibratorio en los planos o especificaciones correspondientes a los dispositivos de aislamiento requeridos, incluyendo tipos, deflexiones estáticas, bases, etc. Las deflexiones estáticas especificadas se basan en las características previstas de los equipos. Caso de que el equipo propuesto por el Contratista tenga características distintas a las indicadas, sobre todo las r.p.m. de régimen, se reevaluará la deflexión estática y se proporcionarán los soportes de apoyo adecuados, así como los otros dispositivos.

Equipos: Se proporcionarán aisladores antivibratorios, soportes y bancadas de inercia de distintas dimensiones y configuraciones para garantizar el cumplimiento de los requisitos de deflexión y estabilidad. Para las unidades tipo, se proporcionarán cuatro aisladores antivibratorios como mínimo. Se proporcionarán aisladores que flexen uniformemente bajo gravedad y cargas de empuje de equipos hasta dentro del  $\pm 10\%$  de los valores especificados de deflexión.

Se entregarán instrucciones precisas sobre métodos de instalación y ajuste del material suministrado.

Inspecciones finales: Se realizarán unas visitas a la obra tras las instalaciones de los equipos con el fin de inspeccionar los mismos. Se identificarán todos los equipos de aislamiento antivibratorio que se hayan instalado incorrectamente y se darán instrucciones al contratista en cuanto a los trabajos correctivos.

### ***Requisitos generales del Contratista***

Conexiones directas: Se evitarán rigurosamente todas las conexiones directas entre el edificio y un equipo de aislamiento antivibratorio, conducto u otro elemento. Se evitarán conexiones directas con o a través de conductos rígidos, tuberías de drenaje, abrazaderas y camisas rígidas, marcos, etc.

Elementos auxiliares: Se suministrarán e instalarán todos los equipos o piezas secundarios, requeridos para cumplir con los requisitos indicados, incluso cuando no se especifiquen o se indiquen en los planos, sin reclamación por un pago adicional.

Unidades premontadas: Cuando los equipos incluidos dentro de unidades premontadas se suministren con aisladores independientes por el fabricante del equipo y cuando esté previsto que el cerramiento de la unidad vaya montado sobre un conjunto antivibratorio, se retirarán los aisladores internos o se calzarán de forma permanente y los componentes aislados que apoyaban irán sujetos rígidamente al cerramiento.

Se realizarán las siguientes inspecciones y ajustes una vez finalizada la instalación:

- Una vez terminada la instalación de cada equipo y bajo condiciones de plena carga operativa, se regularán los aisladores antivibratorios de forma que las cargas se transfieran a los mismos, separándolas de los tacos y apoyos provisionales. A continuación, se retirarán los apoyos utilizándolos como calibres para calcular las holguras requeridas. Se apartarán las arandelas.
- Se inspeccionarán todos los equipos de aislamiento antivibratorio, coordinando los trabajos de todos los gremios implicados y asegurando que los aisladores antivibratorios no estén en contacto directo con tuberías de drenaje, conductos, puntales, tuberías de control, conexiones de conductos, racores de tuberías, etc. Se asegurará que los aisladores de techo y sus varillas o cables correspondientes no entren en contacto con ningún otro componente del edificio.
- Se obtendrá una inspección previa y aprobación por parte de la Dirección Facultativa de las instalaciones que vayan a ser cubiertas o cerradas, antes de tal cierre.

Trabajos pendientes: Una vez finalizado el trabajo, la Dirección Facultativa llevará a cabo una inspección del proyecto y comunicará al contratista encargados de la instalación, cualquier trabajo adicional que deba realizarse. Se corregirán sin cargo adicional alguno para el propietario, todas las instalaciones que la Dirección Facultativa considere defectuosas en cuanto a la mano de obra o materiales.

### ***Requisitos de los materiales***

Vida útil: los equipos de aislamiento antivibratorio serán capaces de superar la vida útil del equipo suministrado. En concreto, se garantizará que:

Todos los materiales, componentes y piezas serán nuevos.

- Todas las piezas metálicas de aisladores antivibratorios que se instalen a la intemperie serán galvanizadas en caliente tras la fabricación.

Muelles: Los muelles se seleccionarán e instalarán de forma que la relación entre el diámetro del muelle y la altura comprimida final sea no menos de 0,8 o no más de 1,2. Además, cada muelle tendrá un recorrido adicional mínimo igual al 50% de su deflexión real.

Elementos de neopreno: Todos los soportes elastoméricos de apoyo, bloques, casquillos, camisas, ojales, arandelas, etc, tendrán una dureza Shore-A de 30 a 50 de durómetro tras un envejecimiento mínimo de 20 días o el envejecimiento equivalente en horno.

Bases: Para equipos que se construyan con una estructura base incompatible con soportes de aislamiento antivibratorio, se suministrará una bancada junto con los aisladores. Así mismo, se suministrará una bancada caso de que un elemento o equipo y su motor de accionamiento requiera una base rígida común.

### ***Requisitos de velocidad y equilibrado para equipos rotativos***

Límites de velocidad: Los ventiladores y otros equipos mecánicos rotativos, no funcionarán a velocidades en exceso de su velocidad crítica real.

Equilibrado: Los dispositivos rotativos, tales como ventiladores, se equilibrarán según la tabla indicada a continuación. Los siguientes niveles de desplazamiento por vibración no se superarán cuando el equipo vaya anclado rígidamente a la estructura (con los aisladores bloqueados).

#### Ventiladores

- < 600 rpm	0,025 mm. entre picos
- 600 a 999 rpm	0,020 mm. entre picos
- 1000 a 2000 rpm	0,013 mm. entre picos
- > 2000 rpm	0,006 mm. entre picos

#### Bombas

- 1800 rpm	0,013 mm. entre picos
- 3600 rpm	0,006 mm. entre picos

Trabajos correctivos: Caso de que cualquier equipo rotativo cree ruidos o vibraciones excesivos, el contratista será responsable de equilibrar y alinearlos nuevamente o de realizar los trabajos correctivos necesarios para reducir los niveles de ruido y vibraciones. Se entiende por "excesivo" la superación de los valores especificados por el fabricante correspondiente a la unidad en cuestión o la superación de los valores de desplazamiento arriba señalados.

### ***Documentación a presentar***

Especificaciones: Se presentarán las especificaciones del fabricante de los equipos autovibratorios, y otros datos necesarios para demostrar el cumplimiento con todos los requisitos especificados.

Instrucciones respecto a la instalación: Se presentarán las instrucciones y procedimientos recomendados por el fabricante respecto a la instalación, en concreto las instrucciones y listas de comprobaciones por escrito que el fabricante entregará al contratista para facilitar la instalación correcta del equipo.

Listas y Planos de montaje: Se presentarán listas y planos de montaje, señalando todos los datos pertinentes incluyendo, pero no estando limitados a:

- Lista: Presentar una lista indicando el número de etiqueta, ubicación y clase de todos los aisladores antivibratorios. Será lo suficientemente claro para servir de una lista de comprobaciones e índice para los datos señalados a continuación. El contratista puede presentar listas separadas para cada tipo de equipo si lo prefiere.

Datos de diseño: Presentar datos completos para cada aislador antivibratorio. Carga de diseño.

Desviación estática prevista bajo la carga proyectada.

Mínima desviación estática especificada.

Máximo desplazamiento adicional bajo la carga de diseño.

Relación entre la altura del muelle y el diámetro del muelle bajo la carga proyectada.

- Detalles: Se presentarán detalles de soportes de acero, guías de acero, bancadas de acero y bancadas de inercia de hormigón, señalando todas las estructuras de acero, refuerzos y los métodos de sujeción del soporte de apoyo de los aisladores antivibratorios.

Requisitos estructurales: Se presentarán cálculos correspondientes a la limitación de empuje para cada ventilador según se solicite por Dirección Facultativa.

Excepciones: Se identificarán todos los cambios, diferencias y/o desviaciones propuestas, incluyendo la redacción, terminología y definiciones, entre los documentos contractuales y los documentos presentados.

Muestras: Se presentarán las muestras que se requieran sin cargo alguno para el propietario.

Condiciones perjudiciales en la obra: Se presentará una lista de las condiciones en la obra que limitarán los requisitos especificados de eficacia funcional correspondientes a dispositivos aisladores.

Una vez finalizada la instalación, se presentarán los documentos señalados a continuación. La presentación de dichos documentos se efectuará antes de que se acepten definitivamente los sistemas de aislamiento antivibratorio. Se podrá solicitar la ayuda del fabricante de los equipos de aislamiento antivibratorio.

- Datos completos indicando para cada aislador antivibratorio: (a) la deflexión estática real medida en la obra y (b) la deflexión estática mínima.
- Un informe certificando (a) que cada elemento de equipo mecánico giratorio operativo no supera el nivel especificado de desplazamiento por vibración y (b) que ningún elemento de los equipos aislados o componentes de equipo (conductos, tuberías, canalizaciones, etc) está conectado directamente y (c) que se cumplen los requisitos de este pliego respecto a todos los equipos.

### ***Garantía de calidad***

El fabricante tendrá experiencia en la fabricación de equipos de aislamiento antivibratorio, incluyendo no menos de cinco años de experiencia en la fabricación y entrega de equipos de la misma cantidad o complejidad que las unidades en cuestión.

### ***Entrega, almacenaje y manejo de productos***

Se protegerán los equipos durante el transporte, almacenaje y manejo con el fin de impedir que se produzcan desperfectos y deterioro. Se cumplirán con los requisitos señalados en las instrucciones del fabricante, y en concreto, se embalarán los equipos en la fábrica antes del envío, utilizando el método habitual del fabricante.

Se identificarán cada base o artículo de aislamiento antivibratorio con números individuales de etiqueta que coincidirán con el sistema de etiquetas del sistema utilizado en los planos de producción.

### ***Condiciones de campo***

Mediciones en el campo: Se verificarán los tamaños de equipos reales por medio de mediciones precisas realizadas en el campo antes de fabricar las bases o equipos de aislamiento antivibratorio. Se señalarán las medidas resultantes en los planos de producción definitivos. Se coordinará el programa de fabricación con el avance de la obra para evitar demoras en la instalación.

Discrepancias: Se tomarán nota de todas las discrepancias en la construcción alrededor que puedan afectar, con toda probabilidad, la eficacia operativa o estructural del equipo. Se facilitará una lista de dichas discrepancias a la Dirección Facultativa.

### ***Garantía***

Las bases y los equipos de aislamiento antivibratorio irán garantizados contra defectos de mano de obra, funcionamiento y materiales defectuosos para la vida útil del equipo apoyado por dichos equipos.

### ***Requisitos generales antes de la instalación***

Antes de instalar antivibratorios, bastidores, guías y materiales auxiliares, se obtendrán instrucciones escritas y orales del Fabricante de equipos antivibratorios. Todas las presentaciones de equipo serán aprobadas por la Dirección Facultativa.

La Dirección Facultativa será informada de cualquier discrepancia que resulte en un contacto rígido inevitable de tuberías o conductos de equipos generadores de vibraciones imprevistas. En el caso que dichas discrepancias no se resuelven antes de la instalación, todos los trabajos correctivos serán a cuenta del Contratista.

La Dirección Facultativa será informada de cualquier discrepancia entre las especificaciones y las condiciones en el campo, o cualquier cambio debido a la selección de equipos concretos. En el caso que dichas discrepancias no se resuelven antes de la instalación, todos los trabajos correctivos serán a cuenta del Contratista.

### ***Requisitos generales de la instalación***

Ningún equipo o tubería hará contacto rígido con el "edificio" a no ser que la Dirección Facultativa lo apruebe en las especificaciones. El "edificio" incluye, pero no está limitado a: tejados, suelos, vigas, columnas, paredes, mamparas, travesaños, encofrados y sistemas de suspensión. Se dejará un espacio entre todos los equipos antivibratorios y componentes aislados (incluyendo varillas y alambres) y cualquier elemento del edificio de forma que estén totalmente libres de cualquier contacto.

La instalación o utilización de antivibratorios no originará ningún cambio de la posición de equipos o tuberías o conductos que resulte en la generación de esfuerzos en ninguna conexión o desalineación de ejes o rodamientos. Con el fin de lograr dicho objeto, los equipos, tuberías y conductos se mantendrán en una posición rígida durante la instalación. La carga no se transferirá a los antivibratorios hasta que se haya finalizado la instalación y se encuentren en condiciones óptimas de trabajo.

Ningún equipo se apoyará directamente en ni será suspendido de antivibratorios o abrazaderas a no ser que su propio bastidor o carcasa tenga suficiente rigidez para salvar la distancia entre los antivibratorios sin que se produzca una deformación significativa o notable, y que dicho apoyo tenga el visto bueno del fabricante.

### ***Instalación de equipos montados en suelos y cubiertas***

Se proporcionarán sistemas antivibratorios para equipos montados sobre bases, según el proyecto y de acuerdo con todas las instrucciones indicadas en estas especificaciones.

A menos que se indique o se especifique otra cosa, todos los equipos que vayan montados sobre bases se colocarán sobre soleras de hormigón. Los antivibratorios se atornillarán a la solera. Las dimensiones de la solera superarán el espacio ocupado por el equipo (incluyendo los soportes de apoyo) en al menos 300 mm en cada sentido (es decir, 150 mm en cada lado).

Salvo indicación contraria, se dejará una holgura mínima de 25 mm entre la parte superior de la solera, suelo o tejado y la parte inferior de un equipo o bancada de acero provistos de un sistema antivibratorio. La mínima holgura, caso de que se utilice un bloque de hormigón de inercia, será 50 mm o el 3% de la dimensión más pequeña de la base, cualquiera de los dos que sea mayor. Dicho espacio se limpiará a fondo para eliminar suciedad y residuos.

Para soportes antivibratorios con soleras de neopreno que se apoyen directamente sobre la estructura, sujetar las placas base antivibratorias a la estructura del edificio con los pernos adecuados. Aislar los pernos de acero de las placas base de acero con casquillos o arandelas y camisas de neopreno, de un espesor mínimo de 6 mm y una dureza de durómetro de 40. Suministrar arandelas de acero para distribuir las cargas de las cabezas de los pernos a los

casquillos o arandelas de neopreno debajo. Dimensionar los taladros de los pernos de las bases antivibratorias para dejar espacio para los casquillos o camisas de neopreno.

Todas las bases de bombas tendrán un área suficiente para soportar los montantes de las tuberías, debajo del codo de la tubería.

Las bases de calderas tendrán un área suficiente para soportar quemadores, caso de que se incluyan éstos.

Los ventiladores y las bombas y sus motores respectivos, se montarán siempre sobre una base común.

Las torres de refrigeración y los enfriadores de líquidos se aislarán de forma elástica de la estructura por medio de antivibratorios colocados entre un emparrillado, provisto de un marco adecuado, y el acero de estiba o estructura del edificio. Los antivibratorios servirán de calces durante el montaje de las torres. Los antivibratorios se ajustarán para la carga de la torre y del agua tras el llenado de la torre. Los enfriadores se tratarán de forma similar.

Se tendrán en cuenta las cargas del viento en instalaciones en cubierta, incluyendo amarres y sujeciones para cables flojos.

Los bordillos antivibratorios se harán herméticos mediante la obturación con cubrejuntas flexibles de aluminio o neopreno no poroso o vinilo flexible por toda la periferia. Dichos medios de hermeticidad no inhibirán de ninguna manera la acción antivibratoria de los muelles. Se colocará una junta de esponja no porosa entre el equipo y el bordillo para formar una junta hermética.

### ***Instalación de equipos suspendidos de techos y cubiertas***

Los equipos suspendidos de techos y cubiertas irán apoyados desde la estructura más pesada que sea posible, tales como armaduras, vigas o viguetas. Si fuera preciso, se suministrará una subestructura pesada adicional entre la estructura pesada existente del edificio para soportar los equipos antivibratorios. No se suspenderán equipos de encofrados o soleras sin el visto bueno del Arquitecto. Se conectarán antivibratorios suspendidos directamente, o tan cerca como sea posible, a una estructura pesada.

Se alinearán las varillas de suspensión de forma que no estén en contacto con las cajas suspendidas.

Los ventiladores y sus motores respectivos se suspenderán siempre en un bastidor rígido común.

## **4.30.2. Materiales de aislamiento antivibratorio**

### ***Soportes de apoyo***

#### *Soporte de apoyo SA1. Alfombrillas y placas de apoyo de neopreno*

La alfombrilla de neopreno será estriada o de nido de abeja, de 8 a 13 mm de espesor, durómetro 40, con una placa de apoyo de acero de 2 mm de espesor sobre las mismas. Se dimensionará la alfombrilla y placa de apoyo para soportar una carga de 400 kPa. Suministrar alfombrillas y placas

simples o múltiples, en series según se especifique, con calces de acero de 1/16 pulgadas de espesor entre capas.

Los casquillos de neopreno para los taladros para pernos en las alfombrillas tendrán un espesor mínimo de 4,5 mm en todos los lugares y un durómetro máximo de 40. Colocar arandelas de acero para distribuir las cargas de la cabeza del perno al casquillo.

#### *Soporte de apoyo SA2. Alfombrilla(s) de neopreno extra gruesas y placa(s) de apoyo*

La alfombrilla de neopreno será de nido de abeja, espesor 19 mm, durómetro 30, 40 ó 50, según especificaciones, con una placa de acero de un espesor mínimo de 2 mm sobre las mismas. Se seleccionarán las áreas de las alfombrillas de forma que se produzca una deflexión de no más de un 15% y no menos de un 10% debido a la carga soportada. Suministrar alfombrillas y placas simples o múltiples, en series según se especifica, con calces de acero de 2 mm pulgadas de espesor entre capas.

Casquillos de neopreno para los taladros para pernos en las alfombrillas con las mismas características que para el soporte SA1.

#### *Soporte de apoyo SA3. Soporte de apoyo de neopreno*

Los antivibratorios de neopreno serán de tipo de doble desplazamiento a cortadura con una base reforzada de acero. Las superficies superior e inferior serán acanaladas. Se dispondrán los taladros para pernos en la base y la parte superior irá provista de una sujeción roscada. El durómetro máximo del neopreno será de 50.

#### *Soporte de apoyo SA4. Muelle sin alojamiento*

Se diseñarán e instalarán los muelles de forma que sus extremos sean paralelos antes y después de la instalación y cuando el equipo esté funcionando. Todos los soportes irán provistos de pernos niveladores de equipos. Todos los antivibratorios tendrán una placa base de acero provista de taladros para pernos de montaje y una alfombrilla de neopreno acanalada y de nido de abeja adherida de forma permanente a la parte inferior. La alfombrilla tendrá un espesor de 8 - 13 mm, un durómetro de 40 y será dimensionada para una carga de 400 kPa.

#### *Soporte de apoyo SA5. Muelle con tope de desplazamiento vertical*

Igual que el soporte de apoyo SA4 con la adición de columnas de acero en cada lado del muelle para proporcionar topes del desplazamiento vertical y para resistir la carga del viento. Los topes limitadores de desplazamiento serán capaces de servir de calces durante el montaje del equipo. Se mantendrá una holgura mínima de 5 mm alrededor de los pernos de contención entre los topes limitadores y el muelle con el fin de no interferir con la acción de ésta. Cada conjunto antivibratorio contará con una alfombrilla de neopreno acanalada o de nido de abeja adherida de forma permanente a la parte inferior. La alfombrilla tendrá un espesor de 8 - 14 mm, un durómetro de 40 y será dimensionada para una carga de 400 kPa.

## ***Soportes de suspensión***

### *Soporte de suspensión SS1. Soportes de suspensión de neopreno*

Los soportes antivibratorios de suspensión consistirán en un elemento de neopreno de doble desplazamiento a cortadura colocado dentro de un alojamiento de acero. Se conformará con un casquillo de cuello saliente para el agujero en el alojamiento del soporte de techo, impidiendo el contacto metal/metal entre la varilla del soporte y el alojamiento. El diámetro del agujero en el alojamiento será suficiente para permitir que la varilla del soporte gire en un arco de 30° antes de hacer contacto con el alojamiento del soporte. El neopreno tendrá un durómetro de 50 como máximo.

### *Soporte de suspensión SS2. Soporte de suspensión de muelle estándar*

Los soportes de suspensión antivibratorios contendrán un muelle de acero, lateralmente estable, colocado en una copa de neopreno, fabricada con un casquillo para impedir el contacto directo de la varilla del soporte donde pasa por el alojamiento del soporte. La copa contendrá una arandela de acero diseñada para distribuir adecuadamente la carga del muelle al neopreno y para impedir su aplastamiento. Los diámetros del muelle y las dimensiones del agujero del alojamiento inferior del soporte serán suficientemente grandes para permitir que el soporte gire en un arco de 30° antes de hacer contacto con el alojamiento. La copa de neopreno tendrá un espesor mínimo de 6 mm y un durómetro de 50 como máximo.

### *Soporte de suspensión SS3. Soporte de suspensión de muelle precomprimido*

Los soportes de suspensión antivibratorios serán iguales que los soportes de apoyo SS2, pero se entregarán precomprimidos a su deflexión instalada prevista, con el fin de mantener las tuberías o los equipos estables durante la instalación. Los soportes de suspensión contarán con un mecanismo de descarga retardada para liberar el muelle una vez finalizada la instalación y cuando el muelle esté completamente cargado. Se tomarán precauciones para asegurar que los muelles estén libres para oscilar en 6 mm. Se indicará la deflexión claramente por medio de una escala.

### *Soporte de suspensión SS4. Soporte de suspensión de muelle de alta deflexión*

Igual que el soporte de apoyo SS2 con la adición en la parte superior del alojamiento del soporte de suspensión de un elemento de neopreno de doble desplazamiento a cortadura con un durómetro de no más de 50 y con una capacidad de deflexión total de hasta 125 mm.

### *Soporte de suspensión SS5. Soporte de suspensión de muelle precomprimido de alta deflexión*

Igual que el soporte de apoyo SS3 con la adición en la parte superior del alojamiento del soporte de suspensión de un elemento de neopreno de doble desplazamiento a cortadura con un durómetro de no más de 50 y con una capacidad de deflexión total de hasta 125 mm.

## **Bordillos**

### *Bordillo B1. Bordillo antivibratorio estándar*

El bordillo antivibratorio será un conjunto prefabricado consistiendo en un bastidor de aluminio extruido y un sistema antivibratorio a base de muelles. El bastidor de aluminio será suficientemente rígido para soportar la carga del equipo sin que se produzca una deflexión perjudicial. Se seleccionarán y posicionarán los antivibratorios de muelle a lo largo de dos lados largos del bordillo con separaciones mínimas entre ellos de 2.100 mm con el fin de conseguir la mínima deflexión estática especificada en el proyecto. Habrá una diferencia de no más del 10% entre la deflexión estática de un antivibratorio individual y otro. Los requisitos en cuanto al galvanizado se aplicarán a cada muelle utilizado en los bordillos.

### *Bordillo B2. Bordillo antivibratorio de alta deflexión*

Los bordillos antivibratorios serán conjuntos prefabricados consistiendo en un bastidor inferior de tubos de acero sobre el cual van montados muelles de acero que se apoyan en alfombrillas de neopreno encima de las cuales va un bastidor superior que proporciona un apoyo continuo para el equipo. El bastidor superior y las conexiones de los muelles serán regulables e incluirán elementos para aumentar la rigidez y resistir las fuerzas del viento. Los muelles se colocarán a lo largo de dos lados largos del bordillo con separaciones mínimas entre ellos de 2.100 mm. Habrá una diferencia de no más del 10% entre la deflexión estática de un muelle individual y otro. Será posible sustituir muelles individuales mientras que el equipo antivibratorio siga funcionando normalmente, sin incidir en su eficacia.

## **Bancadas de equipos**

### *Bancada BE1. No se requiere ningún bastidor para montar en el suelo*

Este método de montaje en el suelo se utilizará solamente con equipos pequeños que cuenten con una carcasa íntegra o bastidor base, lo suficientemente resistente para apoyarse directamente en antivibratorios sin deformar la carcasa o el bastidor ni incidir sensiblemente en la operación del equipo o el antivibratorio. Colocar los antivibratorios directamente debajo del equipo o conectar soportes auxiliares para reducir la altura en los lados del equipo y colocar aisladores debajo de las abrazaderas. El fabricante del equipo aprobará dicho montaje.

### *Bancada BE2. Bastidor de acero para montar en el suelo*

Los bastidores de acero para equipos montados en el suelo constarán de perfiles de acero dimensionados, distanciados y conectados para formar una bancada rígida que no se torcerá, distorsionará, deformará o deflejará antivibratorios. Los bastidores serán adecuadamente dimensionados para soportar las unidades básicas del equipo y los motores, más cualquier soporte para codos de tuberías, soportes para codos de conductos, elementos de control eléctrico asociados, o cualquier otro componente estrechamente vinculado y que requiera un soporte resistente con el fin de impedir la transferencia de vibraciones a la estructura del edificio. El bastidor puede ser rectangulares o en forma de T. La profundidad de las barras del bastidor de acero será como mínimo una décima parte de la dimensión más larga de la bancada. En los bastidores se incluirán soportes auxiliares para reducir la altura que se fijarán a los antivibratorios.

#### *Bancada BE3. Bancada de inercia para montar en el suelo*

Las bancadas de inercia de hormigón para equipos montados en el suelo consistirán en hormigón de piedra partida (2400 Kg/m<sup>3</sup>) y un relleno apropiado de hormigón reforzado de acero entre los perfiles de acero. Las bancadas de inercia se dimensionarán adecuadamente para formar una base rígida que no se torcerá, distorsionará, deformará o deflejará de ninguna manera. Las bancadas de inercia serán adecuadamente dimensionadas para soportar las unidades básicas del equipo y los motores, más cualquier componente fijado que requiera un soporte resistente con el fin de impedir la transferencia de vibraciones a la estructura del edificio. El espesor de la bancada de inercia será el 8% como mínimo de la dimensión más larga de la base, pero no menos de 200 mm. Las bancadas de inercia incluirán soportes auxiliares para reducir la altura para la sujeción de los antivibratorios. El bastidor de acero y el refuerzo se suministrarán por el fabricante de los antivibratorios. El hormigón será suministrado y vertido por el contratista en la obra.

#### *Bancada BE4. No se requiere ningún bastidor para la suspensión del techo*

El método de montaje por suspensión se utilizará solamente con equipos pequeños provistos de abrazaderas o una bancada, lo suficientemente resistentes para ser soportados directamente desde abajo o de los lados inferiores sin deformar la carcasa o bastidor o afectar de forma sensible la operación del equipo o del antivibratorio. Colocar las canalizaciones debajo del equipo o conectar abrazaderas de acero a los lados inferiores del equipo. Suspender las canalizaciones o abrazaderas desde las varillas de acero conectadas a antivibratorios de suspensión que se conectan a una parte rígida y pesada de la estructura. No presentarán, ni las canalizaciones ni las abrazaderas, ningún indicio de deflexiones o distorsiones sensibles. El fabricante del equipo deberá aprobar dicho montaje.

#### *Bancada BE5. Bastidor de acero para suspender desde el techo*

Las bancadas de acero para equipos suspendidos desde el techo consistirán en perfiles estructurales de acero, dimensionados, distanciados y conectados para formar una base rígida que no se torcerá, distorsionará, deformará o deflejará de ninguna manera que pueda afectar el equipo a los antivibratorios. Los bastidores serán adecuadamente dimensionados para soportar las unidades básicas del equipo y los motores, más cualquier conducto o tubería o elemento de control eléctrico estrechamente vinculado y que requiera un soporte resistente con el fin de impedir la transferencia de vibraciones a la estructura del edificio. La profundidad de las barras del bastidor de acero será como mínimo una décima parte de la dimensión más larga de la bancada. El equipo irá fijado en la parte superior de los bastidores.

#### **Limitadores de empuje**

Se colocarán los limitadores horizontales de empuje según el proyecto para ventiladores que desplacen grandes cantidades de aire y que tengan la tendencia de inclinarse hacia atrás sobre sus soportes de muelle. Se instalarán limitadores de empuje de forma paralela respecto al eje del desplazamiento del aire y en parejas a cada lado del ventilador.

#### *Limitador de empuje LE1. Limitador de neopreno*

El limitador de empuje se fabricará por encargo utilizando un antivibratorio de neopreno a cortadura Tipo B1 y un ángulo de acero. El antivibratorio de neopreno, atornillado a una pata del ángulo, contrarresta el empuje del equipo. La segunda parte del ángulo va atornillada a una estructura adecuada. El ángulo de acero será lo suficientemente rígido y el soporte de apoyo

será suficientemente dimensionado y firme para resistir el desplazamiento lateral del equipo durante el ciclo de conexión-desconexión.

#### *Limitador de empuje LE2. Limitador de muelle de acero*

El limitador de empuje constará de un muelle colocado en serie con una copa de neopreno. La unidad se diseñará de forma que tenga la misma deflexión que la que se especifica para las bancadas o soportes de suspensión que apoyen el equipo. Se ajustará el muelle para permitir un desplazamiento máximo de 6 mm. durante las operaciones de arranque o parada del equipo. El conjunto irá provisto de varillas y abrazaderas en ángulo para fijar tanto al equipo como al anclaje estructural adyacente.

#### **Antivibratorios de tuberías**

A no ser que se especifique otra cosa, se proporcionarán soportes elásticos para todas las tuberías de calefacción, climatización y de agua sanitaria por todo el edificio. Ninguna de dichas tuberías deberá hacer contacto con el edificio.

Donde sea preciso dotar los "sistemas de tuberías" de medios antivibratorios en una habitación concreta o a una cierta distancia desde un equipo, las "sistemas de tuberías" comprenderán todas las tuberías, válvulas, filtros, depósitos y otros elementos conectados.

Se soportará toda la tubería en las salas de equipos mecánicos en muelles, dimensionados para una deflexión estática mínima de 25 mm, a menos que se indique otra cosa.

Se soportarán sobre antivibratorios todas las tuberías fuera de las salas de equipos mecánicos que estén conectadas a un equipo provisto de medios antivibratorios y dentro de un radio de 10 m del mismo. Caso de que el equipo vaya apoyado sobre antivibratorios de neopreno, soportar las tuberías en muelles dimensionados para una deflexión mínima de 25 mm.

Por todo el resto del edificio, salvo indicación contraria, se utilizarán como apoyo caminas elásticas de tubería. Como método alternativo, se podrá utilizar un antivibratorio para tuberías de fibra de vidrio de 25 mm de espesor y una densidad de 160 kg/m<sup>3</sup> con unas placas adecuadas de apoyo para prevenir el aplastamiento del antivibratorio y sin pasadores de acero u otras conexiones rígidas desde la placa a la tubería a través del antivibratorio.

Se suministrarán amarres/guías elásticos para tuberías, donde se requieran amarres y/o guías en tramos verticales u horizontales de tuberías. Los amarres elásticos se conectarán solamente a estructuras pesadas.

Se soltarán todas las arandelas y tuercas de sujeción en los soportes de suspensión por muelle precomprimido con el fin de liberarlos.

Se instalarán las tuberías conectadas a equipos antivibratorios de forma que no sometan a esfuerzo suplementario o desalineen los antivibratorios que soporten el equipo o la tubería. Para facilitar dicha conexión, será aceptable cualquier conector flexible aprobado por la Dirección Facultativa.

En las camisas de tuberías en lugar de empaquetadura y sellador, se sujetarán los conjuntos de camisas montados en fábrica, usando dispositivos de sujeción incorporados o suministrados en campo. Se aplicarán los medios de sujeción de las camisas a los dispositivos de penetración antes de sellar las camisas a las construcciones penetradas.

### **Conectores flexibles de tuberías**

Los conectores flexibles de tuberías se fabricarán a partir de capas múltiples de cordón de nylon, tejido y neopreno, vulcanizado de forma que sea inseparable y homogéneo. Los conectores rectos se perfilarán en una forma de esférica doble. Los codos conectores serán de forma esférica simple en la curva de la unidad. Los conectores flexibles serán capaces de aceptar desplazamientos compresivos, alargadores, transversales y angulares. Los conectores flexibles se seleccionarán y prepararán especialmente, si es preciso, para satisfacer las condiciones del sistema en cuanto a temperatura, presión y el tipo de líquido. Los conectores correspondientes a tuberías de 50 mm. y más pequeños tendrán racores hembra roscados en cada extremo. Los tamaños mayores irán provistos de bridas metálicas. Si es preciso, se suministrarán cables de control.

### **Anclaje o guía resistente de tubería**

Estas unidades serán productos estándar del fabricante de antivibratorios, y llevarán incorporados elementos antivibratorios de neopreno, diseñados específicamente para apoyar vertical y/o horizontalmente cuando se usan como anclajes o guías para tuberías. El espesor mínimo del neopreno será de 12 mm. El durómetro máximo del neopreno será de 50.

#### *Camisa C1. Camisa resistente de tubería en el soporte o en la penetración en la construcción*

La camisa consistirá en una camisa galvanizada, conformada y reforzada, forrada interiormente de un fieltro resistente a la humedad y los bichos, ligada a la camisa metálica, y con espesor de 12 mm. El diámetro interior de la camisa igualará el diámetro exterior de la tubería en cada aplicación. La camisa será hendida longitudinalmente de forma que pueda abrirse alrededor de una tubería y cerrarse nuevamente. Las longitudes de las camisas serán las recomendadas por el fabricante para los diámetros especificados, pero no serán inferiores a 75 mm.

#### *Camisa C2. Camisa resistente de tubería en la penetración en la construcción*

Esta unidad constará de dos mitades de tubo atornilladas con espuma de neopreno de 19 mm o de más espesor, ligada a las caras interiores. La junta será apretable alrededor de la tubería para eliminar la holgura entre la cara interior de la espuma y la tubería. La camisa será 50 mm más larga que el espesor de la construcción que penetra. Cuando las temperaturas de la tubería superen 115°C, utilizar aislante de fibra de vidrio con una densidad de 160 kg/m<sup>3</sup> en lugar de esponja de neopreno.

### **Conexiones elásticas de conductos a equipos**

Se proporcionarán conexiones flexibles entre conductos y todos los equipos que generen vibraciones. Se utilizará tejido impregnado de neopreno a no ser que se especifique el vinilo cargado.

Las camisas flexibles para conectar conductos a ventiladores de serán tejido impregnado en neopreno o vinilo, según especificaciones. El material de la camisa será impermeable al aire. El vinilo cargado pesará un mínimo de 5 kg/m<sup>2</sup>.

Se alinearán los conductos de chapa metálica con el ventilador o la abertura de la caja del ventilador en las tres dimensiones antes de instalar la conexión flexible de forma que el conducto y la abertura coincidan prácticamente y estén espaciados a distancias iguales de 75 mm el uno del otro en toda su circunferencia. No se instalará la conexión flexible hasta que no

se cumplan los requisitos arriba mencionados. Los ventiladores y las cajas de ventiladores y conductos podrán desplazarse 25 mm en todos los sentidos, el uno respecto al otro sin que haya contacto metal/metal o se estire excesivamente la conexión flexible.

### ***Conexiones eléctricas flexibles***

Se realizar conexiones eléctricas flexibles a todos los equipos que generen vibraciones con el fin de impedir cualquier transferencia de vibraciones al edificio.

Alternativa A: Usar conductos eléctricos flexibles instalados muy aflojados. Se instalarán conductos flexibles en la forma de una "U" floja. Los conductos flexibles tendrán una longitud de al menos 1000 mm ó 20 diámetros, cualquiera de los dos que sea más largo.

Alternativa B: Utilizar acoplamientos flexibles de dilatación/reflexión para la aplicación (se disponen de diámetro de 25 a 150 mm). El acoplamiento tendrá una camisa exterior flexible e impermeable, una correa interior de conexión a tierra, una camisa interior flexible de plástico para mantener un camino liso de cables, y cubos en los extremos para colocar un conducto roscado estándar de metal. El racor flexible estará lejos de cualquier estructura cercana del edificio y se instalará libre de esfuerzos.

### ***Pasamuros resistentes y herméticos a medida***

La camisa se fabricará a medida. Se formará a partir de tubos o chapa metálica que será 25 mm más grande en cada dimensión seccional que el elemento penetrante y será 50 mm más larga que el espesor de la construcción penetrada. El espacio anular entre la camisa y el elemento penetrante se empaquetará con fibra de vidrio muy apretado, de fibra larga y de una densidad de 30 a 50 kg/m<sup>3</sup> dentro de 12 mm de los extremos de la camisa. El espacio restante de 13 mm en cada extremo se rellenará completamente de un sellador acústico para formar una junta hermética.

Para su instalación se realizará el siguiente proceso:

1. Cortar una abertura limpia en la construcción penetrada muy próxima a las dimensiones de la camisa para cada elemento de penetración. Colocar dinteles encima, una estructura de descarga abajo, y bastidores verticales entre y al lado de las camisas, según proceda. Se suministrarán los elementos arriba mencionados y cualquier otra cosa que sea necesaria para hacer la zona próxima a las penetraciones tan resistente y sólida como el resto de la estructura.
2. Colocar la camisa metálica en la construcción penetrada utilizando lechada de cemento, relleno de piedra en seco, yeso o compuesto de piedra en seco por toda su periferia, pero solamente hasta una anchura máxima de 25 mm. En caso contrario, no se habrán cumplido los requisitos del último párrafo.
3. Empaquetar la abertura de 12 mm de anchura con fibra de vidrio entre la camisa metálica y en toda la longitud del elemento penetrante para compactar firmemente. Dejar libre una abertura anular de 12 mm de profundidad en cada extremo de la camisa metálica. Rellenar completamente de sellador acústico.

## **5. Pruebas de las instalaciones y recepción de las mismas**

### **5.1. General**

#### ***Alcance del trabajo***

El contratista realizará todas las pruebas y ensayos, limpieza ajuste y equilibrado exigidos por los Reglamentos e Instrucciones Técnicas correspondientes y demás normativa aplicable y las que se indican, corriendo de su cargo los costes derivados.

El contratista realizará una notificación a la Dirección Técnica. con antelación suficiente a la realización de los ensayos para que pueda acudir a los mismos.

Incluirá todo el material, instrumentación y mano de obra que se necesite. Cualquier prueba o ensayo no especificado y que sea necesario realizar para la aceptación de equipos o instalaciones, deberá ser indicado y ejecutado por el adjudicatario.

Es la intención de esta sección mencionar todas las pruebas y ensayos obligatorios y necesarios para asegurar que el sistema está correctamente ejecutado y equilibrado y que las prestaciones especificadas se cumplen. Se someterán a aprobación por la Dirección Técnica. las propuestas alternativas sobre protocolos de ensayo y control de calidad que pudiera tener implantado el Contratista.

Todo el sistema quedará completamente ajustado y equilibrado; es decir, tanto los equipos como las redes de conducción de fluidos.

#### ***Entregas***

El contratista entregará los informes y certificados de ensayos, conteniendo los resultados de las pruebas y una implantación esquemática para cada sistema certificada por el Contratista.

El informe de equilibrado de redes de aire presentado deberá listar cada rejilla y difusor, dando identificación, caudal de diseño, caudal medido, etc, así como requisitos de diseño para todos los ventiladores de impulsión y extracción y las condiciones reales de funcionamiento, indicando revoluciones por minuto, tensión, intensidad, potencia, etc.

Del mismo modo, el informe de equilibrado de redes de agua presentado deberá listar cada elemento terminal, dando identificación, caudal de diseño, caudal medido, etc., así como requisitos de diseño para todas las bombas y las condiciones reales de funcionamiento, indicando revoluciones por minuto, tensión, intensidad, potencia, etc.

Se incluirá la identificación y los tipos de los instrumentos empleados, así como su fecha de calibración más reciente, con el informe del ensayo.

El contratista suministrará un conjunto completo de planos de equilibrado con las anotaciones e indicaciones correspondientes, así como un informe del procedimiento realizado de equilibrado.

### ***Garantía de calidad***

Los equilibrados y ensayos de los sistemas de aire y agua no deberán de comenzar hasta que el sistema haya sido ejecutado y esté en situación de funcionamiento completo.

Después de la terminación de los trabajos de equilibrado y ensayo, la Dirección Técnica puede requerir una recomprobación o un reajuste de cualquier equipo, elemento de difusión, elemento terminal, ventilador o bomba. El contratista deberá suministrar técnicos para asistir a Dirección Técnica en la realización de cualquier comprobación que pueda requerir.

## **5.2. Ensayos e inspección de materiales y equipos**

El Contratista garantizará que todos los materiales y equipos han sido probados antes de su instalación final, cualquier material que presente deficiencias de construcción o montaje será reemplazado o reparado.

El contratista entregará los informes y certificados de ensayos de los materiales y equipos, conteniendo los resultados de las pruebas, así como los certificados de clasificación de los mismos por los organismos y entidades reguladoras de la calidad.

La Dirección técnica de obra será autorizada a realizar todas las visitas de inspección que estime necesarias a las fábricas donde se estén realizando trabajos relacionados con esta instalación.

## **5.3. Ensayos de funcionamiento y equilibrados**

### ***General***

Todas las instalaciones deberán ser inspeccionadas y probadas ante la Dirección Técnica de Obra, con anterioridad a ser cubiertas por paredes, falsos techos, etc. Estas pruebas se realizarán por zonas o circuitos sin haber sido conectado el equipo principal.

Se probarán todos los equipos y sistemas según Reglamentos aplicables y Normas UNE de aplicación. El contratista suministrará todos los medidores, instrumentos, equipos de ensayo, y personal requerido para los ensayos.

Se ajustarán todos los equipos para funcionar con el mínimo ruido y vibración posible para sus condiciones de trabajo. El funcionamiento silencioso de todos los equipos es un requisito. Cualquier equipo que produzca un ruido objetable en espacios ocupados debe de ser reparado o retirado y sustituido con equipo satisfactorio.

Se emitirán formularios con los resultados de las pruebas.

### ***Sistemas de Tuberías***

Se pondrán en marcha los sistemas de enfriamiento y calefacción, se ajustarán los controles y los equipos, y se realizará el equilibrado necesario para suministrar no menos de las cantidades de agua indicadas en el proyecto a cada equipo.

### ***Ensayos de nivel sonoro***

Se pondrán en funcionamiento los equipos y sistemas de tratamiento de aire después del equilibrado, para determinar que se cumplen los requisitos acústicos en los distintos espacios.

### ***Equilibrado de agua y aire.***

1. Se pondrán todos los sistemas de calefacción y aire acondicionado y resto de equipos en funcionamiento completo y continuado durante cada día de trabajo correspondiente al equilibrado y ensayo.
2. El contratista deberá de realizar previsiones para cambios de poleas en ventiladores que puedan requerirse. Se obtendrán los caudales de aire finales mediante el ajuste de la velocidad del ventilador.
3. Se realizará todo el trabajo necesario para completar los ensayos y el equilibrado del aire y de los sistemas de agua, incluyendo, pero no limitado, a lo siguiente:
  - Equilibrado, ajuste y ensayo de equipos de movimiento de aire y de distribución de aire, extracción y sistemas de recirculación.
  - Ensayo de las bombas de circulación
  - Equilibrado de la distribución de agua
  - Presentación de los datos de equilibrado y de ensayo completos, una vez terminados los ensayos y el equilibrado, para su comprobación.
4. Se realizará según UNE 100-010 mientras no se indique o apruebe otra.
5. Se seguirán asimismo las recomendaciones y procedimientos de los fabricantes de los elementos de equilibrado; tales como válvulas de equilibrado hidráulico.
6. Dentro del período de garantía, si hay evidencia de desajustes, la propiedad puede requerir la recomprobación y verificación de las salidas, ventiladores y aire de impulsión, aire de extracción, bombas y cualquier otro equipo listado en el informe de ensayo. Proporcionar los técnicos y los instrumentos cuando sea requerida la realización de los ensayos durante este período de garantía.

### ***Informes de equilibrados y pruebas de equipos***

Los informes conteniendo los resultados de pruebas y equilibrados contendrán tanto las condiciones de diseño como las condiciones actuales para cada elemento listado. Los informes se requieren para cada sistema de tratamiento de aire, extracción, impulsión, recirculación y sistemas de agua y transferencia térmica. Se incluirán como mínimo los siguientes datos, que sean aplicables:

1. Sistemas de impulsión de aire.
  - Fecha
  - Referencia y área servida

- Velocidad del ventilador
- Pérdida de presión a través del filtro
- Presión estática en la aspiración del ventilador
- Presión estática en descarga del ventilador
- Amperaje el motor del ventilador
- Amperaje nominal del motor
- Caudal de aire exterior (m<sup>3</sup>/s)
- Caudal de aire recirculado (m<sup>3</sup>/s)
- Caudal de aire de impulsión (m<sup>3</sup>/s)
- Condiciones del aire exterior (temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo)
- Condiciones del aire de retorno (temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo)
- Condiciones de aire de impulsión (temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo)
- Condiciones de entrada de baterías (temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo)
- Condiciones de salida de baterías (temperatura de bulbo seco y temperatura de bulbo húmedo)
- Ajuste del caudal respecto diseño (%)

## 2. Sistemas de extracción y de recirculación de aire.

- Fecha
- Referencia
- Area servida
- Velocidad del ventilador
- Amperaje del motor
- Amperios nominales del motor
- Caudal total (m<sup>3</sup>/s)
- Presión estática de entrada al ventilador
- Presión estática de salida del ventilador

- Ajuste del caudal respecto diseño (%)
3. Datos del Recinto.
- Referencia y nombre del recinto
  - Referencia de equipos de impulsión y extracción
  - Caudal impulsado por cada difusor ( $m^3/s$ )
  - Caudal de retorno ( $m^3/s$ ).
  - Ajuste del caudal respecto diseño (%).
4. Sistemas de agua (Bombas y elementos terminales de transferencia de calor).
- Condiciones exteriores en el momento del ensayo
  - Nombre de la bomba o equipo
  - Velocidad de la bomba
  - Amperaje de la bomba (operación individual)
  - Amperaje de la bomba (funcionamiento múltiple)
    - Amperios nominales del motor.
    - Presión de entrada a la bomba (funcionamiento individual)
    - Presión de entrada a la bomba (funcionamiento múltiple)
    - Presión de salida de bomba (funcionamiento individual)
    - Presión de salida de la bomba (funcionamiento múltiple)
    - Caudal (l/s) (funcionamiento individual)
    - Caudal (l/s) (funcionamiento múltiple)
    - Temperatura de impulsión
    - Temperatura de retorno
    - Flujo en l/s en cada unidad de elemento terminal
    - Flujo en l/s en cada punto de medición de flujo (válvulas de equilibrado)
    - Temperatura de entrada y salida en cada elemento terminal (en unidades de tratamiento de aire las temperaturas del agua deberán ser registradas al mismo tiempo que las condiciones del aire)
    - La presión de entrada y salida en cada elemento terminal

- Ajuste de parámetros respecto diseño (%)
- En torres de refrigeración se realizarán las medidas correspondientes al circuito de aire: datos de funcionamiento del ventilador, condiciones del aire, caudales, etc.

#### ***Periodo de funcionamiento***

Se mantendrá el sistema en funcionamiento durante un período de cinco días durante el cual la inspección final pueda realizarse por D.T. Una vez terminado, marcar la posición de ajuste de cada válvula de equilibrado y de cada compuerta para referencia permanente.

### **5.4. Pruebas finales de recepción provisional**

#### **5.4.1. Generalidades**

Una vez finalizado totalmente el montaje de la instalación y habiendo sido regulada y puesta a punto, el Contratista procederá a la realización de las diferentes pruebas finales previas a la recepción provisional, según se indica en los capítulos siguientes. Estas pruebas serán las mínimas exigidas.

Las pruebas serán realizadas por el Contratista en presencia de las personas que determine la Dirección, pudiendo asistir a las mismas un representante de la Propiedad.

Todas las mediciones se realizarán con aparatos pertenecientes al Contratista, previamente contrastados y aprobados por la Dirección.

Los resultados de las diferentes pruebas se reunirán en un documento denominado "PROTOCOLO DE PRUEBAS EN RECEPCION PROVISIONAL" en el que deberá indicarse para cada prueba.

- Croquis del sistema ensayado, con identificación en el mismo de los puntos medidos.
- Mediciones realizadas y su comparación con las nominales.
- Incidencias o circunstancias que puedan afectar a la medición o a su desviación.
- Persona, hora y fecha de realización.

#### **5.4.2. Redes de tuberías**

Al finalizar el montaje de toda la red de tuberías, estando cerrados los circuitos con las máquinas primarias y terminales, se procederá a realizar la prueba de estanqueidad mediante el llenado de la instalación y prueba estática conjunta a una presión equivalente a 1,5 veces la presión de trabajo (mínimo 600 KPa).

Tras la finalización de los trabajos de instalación de redes de agua se procederá a una limpieza química, siguiendo el proceso a continuación:

- Llenado de la instalación con disolución química para eliminar grasas y aceites.
- Llenado de la instalación con agua dosificada anticorrosiva, verificación de niveles y puesta en marcha de bombas.
- Vaciado por todos los puntos bajos.
- Limpieza de puntos bajos y filtros de malla.

Los agentes químicos de limpieza serán aprobados para eliminar suciedad dentro de la tubería, compuestos de barros, aceites de corte, y otros materiales extraños. Un certificado de la limpieza deberá de ser entregado a la Dirección Técnica.

### **5.4.3. Redes de conductos**

Las pruebas para la recepción de conductos se realizarán de acuerdo a la norma UNE 100-104.

En la prueba de estanqueidad la Dirección Técnica seleccionará las partes a analizar; pudiendo exigir a cargo del Contratista probar hasta un 8% de la red (en términos de la superficie total de conducto del proyecto). En caso de que el resultado de las pruebas determine que la instalación sea insatisfactoria, la Dirección Técnica podrá exigir a cargo del Contratista, aumentar el porcentaje de pruebas hasta donde sea necesario para verificar y asegurar que la instalación es satisfactoria. El Contratista reparará los puntos de fuga.

El porcentaje máximo admisible de fugas será del 7% del caudal nominal.

Tras la finalización de los trabajos de instalación de conductos se procederá a una limpieza consistente en retirar residuos de las compuertas, superficies de las caras de las baterías, álabes deflectores, etc. y limpiar los conductos en las proximidades de las aperturas antes de instalar las rejillas.

### **5.4.4. Mediciones a realizar**

A continuación, se especifica una serie de mediciones a realizar para la verificación del correcto funcionamiento de la instalación. Este listado no pretende ser exhaustivo, por lo que se realizarán cualesquiera otras mediciones que la Dirección Técnica estime conveniente para una completa comprobación de la instalación.

Las mediciones indicadas a continuación son las mínimas exigidas. Estas pruebas se podrán realizar conjuntamente con un representante de la Propiedad y aquellas personas que la Dirección determine.

La forma de realizar las mediciones será acorde con la norma ASHRAE o UNE correspondiente.

#### ***Eficiencias equipos frigoríficos***

Se realizará por cada equipo frigorífico existente las siguientes mediciones:

- Temperaturas agua o aire en entrada y salida del evaporador y condensador.
- Presiones de evaporador y condensador.

- Temperaturas seca y húmeda aire exterior.
- Potencia absorbida en bornes.
- Caudales de agua o aire en evaporador (previando los manguitos de medida para diafragma calibrado) y condensador.

Con las mediciones indicadas, se redactará el correspondiente protocolo, determinando los CEE (Coeficientes de Eficiencia Energética), tanto de enfriador como de condensador.

#### ***Medidas de temperatura y humedades ambientales acondicionados***

- Medida por fachada y planta.
- Medida en zona interior por planta.
- Medida de condiciones exteriores.

#### ***Medidas de temperatura de fluidos***

- Temperatura de impulsión y retorno en generadores de fluidos calientes.
- Temperatura de impulsión y retorno en generadores de fluidos fríos.
- Temperatura de impulsión y retorno en elementos terminales.

#### ***Medidas cuantitativas de fluidos***

- Caudal de cada bomba (obtenida por aplicación sobre curva de funcionamiento de la potencia absorbida y la presión de manómetros).
- Caudal de cada ventilador (medición directa con anemómetro o pitot en conducto general de impulsión. Comprobación con curva de características, potencia absorbida y presión diferencial).
- Caudal de aire de impulsión en cada una de las rejillas y difusores representativos de plantas.

#### ***Medidas de consumos***

- Potencia absorbida para cada uno de los motores que componen la instalación.

Si el motor acciona una máquina cuyo funcionamiento normal tenga un control de capacidad, la potencia absorbida se realizará a 100, 70 y 35% de máximo nominal.

#### ***Medidas eléctricas***

Las mediciones se realizan con aparatos de medida independientes a los montados permanentes, contrastando los posibles errores de medición.

- Tensiones de alimentación generales y parciales, a intensidad nominal o máxima.

- Frecuencia en cuadro general.
- Tierras generales de cuadro y parciales de máquinas.

Las medidas de potencia en cada máquina se realizarán en la prueba particular de cada una. En el protocolo de medidas se indicará, además:

- Prueba de diferenciales.
- Prueba de magnetotérmicos.
- Calibrado y prueba de guardamotores.
- Calibrado y prueba de térmicos.
- Calibrado y prueba de arrancadores.
- Verificación de enclavamientos.

#### **5.4.5. Resultados obtenidos**

Los resultados obtenidos serán presentados en el protocolo de pruebas correspondientes.

Las mediciones obtenidas se considerarán aceptables si se encuentran dentro de los márgenes indicados a continuación. En caso contrario se adoptarán las medidas correctoras necesarias para la consecución de los resultados deseados.

- Medidas de temperatura y humedad ambientales. Las indicadas en la memoria, para las hipótesis de cálculo consideradas, con variaciones admisibles de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  en temperatura seca y  $\pm 5\%$  en humedad relativa.
- Medidas de temperatura de fluidos. Las indicadas en las tablas de características con las siguientes desviaciones admisibles:
  - Agua caliente  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .
  - Agua fría  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ .
  - Aire caliente  $\pm 3^{\circ}\text{C}$ .
  - Aire frío  $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ .
- Medidas cuantitativas de fluidos. Las indicadas en las tablas de características con una desviación máxima del 10%.



