

**Proyecto: CLIVEGESA**

# Directriz para la climatización y ventilación de Centros de Salud



12 de noviembre de 2009

## ÍNDICE

<b>1 OBJETIVO DE LA DIRECTRIZ .....</b>	<b>5</b>
<b>2 CONSIDERACIONES ARQUITECTÓNICAS Y CONSTRUCTIVAS .....</b>	<b>6</b>
2.1 Calificación energética .....	6
2.2 Puerta de acceso, vestíbulo principal y huecos verticales .....	6
2.3 Punto de atención continuada .....	6
2.4 Sala de máquinas.....	6
2.4.1 Generalidades .....	6
2.4.2 Accesos .....	7
2.4.3 Salas de calderas de combustibles sólidos o líquidos.....	7
2.4.4 Salas de calderas de combustible gaseoso.....	8
2.4.5 Instalación de maquinarias frigoríficas.....	9
2.5 Agua caliente sanitaria .....	11
2.6 Elementos de regulación y control .....	12
2.6.1 Sistema de Gestión Térmica Centralizada .....	12
2.6.2 Producción de energía térmica .....	14
2.6.3 Equipos de transporte de fluidos .....	14
2.6.4 Circuitos de calefacción y suelo radiante.....	15
2.6.5 Circuitos de climatización y ventilación.....	15
2.6.6 Válvulas de regulación.....	16
2.6.7 Sensores de temperatura de fluido térmico .....	16
2.6.8 Sensores de temperatura ambiente.....	17
2.6.9 Sensores de temperatura exterior .....	18
2.6.10 Documentación .....	18
<b>3 CONFORT .....</b>	<b>20</b>
3.1 Definición.....	20
3.2 Condiciones térmicas .....	20
3.2.1 Temperaturas .....	20
3.2.2 Velocidad del aire .....	21
3.2.3 Humedad relativa.....	22
3.3 Zona de ocupación.....	22
3.3.1 Definición .....	22
3.4 Ruidos y vibraciones .....	22
<b>4 LA VENTILACIÓN .....</b>	<b>24</b>

4.1	Sistemas de ventilación.....	24
4.2	Requerimientos .....	24
4.2.1	Caudales.....	24
4.2.2	Contaminantes específicos.....	25
4.2.3	Presión del local .....	25
4.2.4	Filtración .....	26
4.2.5	Régimen de funcionamiento .....	26
4.2.6	Nivel sonoro .....	27
4.3	Diseño de los sistemas de ventilación .....	27
4.3.1	Toma de aire exterior y salida del aire exterior.....	27
4.3.2	Recirculación .....	28
4.3.3	Ventiladores.....	30
4.3.4	Descargas de aire contaminado. ....	30
4.3.5	Difusores.....	30
4.3.6	Trazado de la red.....	31
<b>5</b>	<b>CALEFACCIÓN.....</b>	<b>33</b>
5.1	Red de distribución de agua.....	33
5.1.1	Trazado de la red.....	33
5.1.2	Circulación del agua .....	33
5.1.3	Equilibrado hidráulico .....	34
5.2	Generadores .....	35
5.2.1	Generalidades .....	35
5.2.2	Calderas .....	35
5.2.3	Quemadores .....	35
5.3	Emisores .....	35
5.3.1	Radiadores y paneles de instalación .....	35
5.3.2	Suelo radiante.....	36
5.4	Pruebas, puesta en marcha y recepción .....	37
5.4.1	Tuberías, accesorios y válvulas.....	37
5.4.2	Suelo radiante.....	37
5.4.3	Puesta en funcionamiento de la centralita.....	38
5.4.4	Comprobaciones generales .....	38
5.5	Recepción de la instalación.....	38
<b>6</b>	<b>REFRIGERACIÓN.....</b>	<b>39</b>

6.1	Criterios generales .....	39
6.2	Equipos de refrigeración .....	39
6.2.1	Generalidades .....	39
6.2.2	Fraccionamiento de potencia.....	39
6.3	Elementos de regulación.....	40
6.3.1	Sonda de temperatura de ambiente .....	40
6.4	Sistemas de refrigeración individuales.....	41
6.5	Sistemas de refrigeración centralizados .....	41
6.5.1	Sistemas todo aire .....	41
6.5.2	Sistemas todo agua .....	42
6.6	Tuberías y accesorios .....	43
6.6.1	Generalidades .....	43
6.6.2	Alimentación .....	43
6.6.3	Vaciado.....	43
6.6.4	Purga .....	44
6.6.5	Vaso de expansión .....	44
6.6.6	Aislamiento térmico .....	44
6.6.7	Montaje .....	44
6.7	Conductos y accesorios .....	45
6.7.1	Montaje .....	45
6.8	Documentación .....	45
6.9	Prueba y puesta en marcha y recepción.....	45
6.9.1	Pruebas de los quipos frigoríficos.....	46
6.9.2	Pruebas de estanqueidad en la red de tuberías.....	46
6.10	Comprobaciones generales .....	47
6.11	Recepción de la instalación.....	47
6.12	Plan de mantenimiento.....	47
<b>7</b>	<b>PROYECTO.....</b>	<b>48</b>
7.1	Memoria descriptiva y anejos de cálculos.....	48
7.1.1	Identificación del trabajo .....	48
7.1.2	El espacio a acondicionar.....	48
7.1.3	Los cerramientos .....	48
7.1.4	Sistema o sistemas de climatización elegidos.....	49
7.1.5	Método del cálculo de cargas .....	49

7.1.6	Fuentes energéticas y salas de máquinas.....	49
7.1.7	Las redes de tuberías .....	50
7.1.8	Unidades de tratamiento de aire.....	50
7.1.9	Las redes de conductos.....	50
7.1.10	Unidades terminales .....	50
7.1.11	Sistemas de control .....	50
7.1.12	Normativa de aplicación.....	51
7.1.13	Anejos de cálculo.....	51
7.1.14	Memoria justificativa de los programas LIDER y CALENER-GT.....	51
7.2	Planos y esquemas .....	51
7.2.1	Esquemas de principio .....	51
7.2.2	Plantas de la instalación .....	52
7.2.3	Detalles de la instalación .....	52
7.3	Pliego de condiciones técnicas .....	52
7.3.1	Generalidades .....	52
7.3.2	Fuentes energéticas .....	53
7.3.3	Redes de tuberías .....	53
7.3.4	Redes de conductos .....	53
7.3.5	Unidades de tratamiento de aire.....	53
7.3.6	Unidades de control.....	53
7.4	Mediciones y presupuesto.....	53
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>55</b>

## **1 OBJETIVO DE LA DIRECTRIZ**

Esta directriz tiene por objeto definir los criterios de diseño; las pruebas de puesta en marcha y recepción, así como la documentación que debe contener el proyecto de los sistemas de calefacción y refrigeración y ventilación para los centros de salud de Castilla y León.

Los centros de salud suelen estar constituidos por diferentes dependencias: consultas, salas de curas, salas de extracciones, salas de reuniones, sala de estar para el personal, salas de espera y/o pasillos, vestuarios, gimnasio, administración, archivo de historias, almacén y Punto de Atención Continuado (P.A.C.), que suele contar con una sala de curas propias y alojamiento para el personal con habitaciones con cuarto de baño, una sala de estar y cocina.

La finalidad de los sistemas de climatización y ventilación del centro de salud es mantener la calidad del aire y las condiciones de temperatura y humedad dentro de los niveles aceptables, garantizando a la vez que los propios sistemas de climatización no sean una fuente de contaminación e infecciones. Además, estos sistemas deberían tener una alta eficiencia energética.

Dadas las peculiaridades de los centros de salud se enumeran con detalle las funciones que deben cumplir sus instalaciones de climatización y ventilación:

- Diluir los contaminantes generados por las personas/equipos mediante un número adecuado de renovaciones hora de aire.
- Evitar las corrientes de aire desde salas sucias hacia salas limpias por lo que es necesario establecer diferencias de presión ambiental adecuadas entre dichas salas.
- Proporcionar un ambiente confortable para los pacientes y personal sanitario controlando la temperatura, humedad y la calidad del aire interior.

En el anexo 1 se recoge la normativa nacional vigente más importante relacionada con esta directriz. También se ha incorporado en los anexos 2, 3 y 4 recomendaciones, tablas y valores de referencia aplicables a centros de salud.

## 2 CONSIDERACIONES ARQUITECTÓNICAS Y CONSTRUCTIVAS

### 2.1 Calificación energética

Los centros de salud de Castilla y León deben alcanzar una calificación de eficiencia energética del edificio en proyecto/ edificio terminado de B de acuerdo al Real Decreto 47/2007. Para su justificación deben presentar la memoria del programa Limitación de la Demanda Energética (LIDER) y la memoria del programa calificación energética de edificios: grandes edificios terciarios (CALENER GT).

### 2.2 Puerta de acceso, vestíbulo principal y huecos verticales

La experiencia ha demostrado que comunicar directamente el acceso del centro de salud con el vestíbulo principal y huecos verticales que atraviesan de arriba abajo el edificio, como por ejemplo huecos de escaleras, son causa de discomfort tanto en el vestíbulo principal como en el resto del edificio. Por ello, en caso de optar por una disposición de este tipo se deberá:

- Colocar dos puertas consecutivas suficientemente separadas, que configuran una exclusiva, o una puerta giratoria, que evite el tiro del hueco vertical.
- Incluir una cortina de aire en la puerta de acceso interna.
- Justificar el patrón de flujo de la zona de acceso, de forma que se garantice que no existe tiro desde los huecos verticales

### 2.3 Punto de atención continuada

La zona donde se ubica el punto de atención continuada debe ser una zona de acceso y funcionamiento independiente del resto del centro de salud, que permita separar la actividad asistencial del centro de salud de la del punto de atención continuada.

### 2.4 Sala de máquinas

#### 2.4.1 Generalidades

Todas las salas de máquinas deben ser consideradas como **salas de riesgo especial** por lo que se debe cumplir la DB SI CTE. Además deben verificar que:

- Ningún punto de la sala de máquinas estará a más de 7,5 metros de la salida, cuando la sala tenga más de 100 m<sup>2</sup>.

- Cuando la sala tenga más de un acceso, uno de ellos al menos dará salida directa al exterior. Este acceso no estará próximo a escaleras ni a escapes de humos o generadores de fuego.
- Los elementos delimitadores y portantes tendrán una resistencia al fuego de, por lo menos, R 180.(UNE-EN 1365)
- Los elementos delimitadores no portantes tendrán una resistencia al fuego de EI 180 (UNE-EN 1364) (No permitirán filtraciones de humedad).
- Cuando la sala sea adyacente a un local ocupado, en este último, los niveles de ruidos y vibraciones deben cumplir con la Ley 5/2009 de 4 de junio, del ruido de Castilla y León.
- No se podrá ventilar a través de otros locales cerrados.
- Los conductos de ventilación que salgan de la sala deben llevar compuertas cortafuegos.
- El nivel de iluminación mínimo medio será, de 200 lux, con una uniformidad media de 0,3. Las luminarias y tomas de corrientes tendrán un grado de protección de IP55 y una protección mecánica mínima de grado 7 (UNE 20-324).
- La sala dispondrá de un sistema eficaz de desagüe.

#### 2.4.2 Accesos

Las puertas de la sala deben abrirse en el sentido de salida y estarán provistas de cerraduras con llave desde el exterior y de apertura fácil desde el interior, incluso si se ha cerrado desde el exterior.

En las proximidades de la puerta principal de acceso y fuera de la sala de máquinas se situará el cuadro eléctrico de protección y mando de los equipos instalados (o, en caso que no se pueda, al menos el interruptor general) y si existe, el interruptor del sistema de ventilación forzada, que será independiente del interruptor general.

#### 2.4.3 Salas de calderas de combustibles sólidos o líquidos

##### *Especificaciones dimensionales*

La distancia mínima entre equipos y entre éstos y los cerramientos no será nunca menor de 80 cm. En la parte frontal de la caldera deberá existir un espacio libre de longitud al menos vez y media la longitud del equipo, no pudiendo ser inferior a 1 m, con el fin de poder efectuar las operaciones de limpieza de tubos.

En cuanto a la altura libre sobre equipos, la cota de un metro debajo de cualquier obstáculo es el valor mínimo, además la sala de máquinas tendrá una altura superior a 2,4 m.

### *Ventilación*

Si la sala de calderas linda con el exterior (patios, solares, etcétera) deberá disponer en su parte inferior de unas aberturas de entrada de aire cuya sección total vendrá dada:

$$S_1 \text{ (en cm}^2\text{)} = Q/500$$

Siendo Q = la potencia calorífica total instalada en los equipos de combustión en kcal/h. No se admitirán valores de S<sub>1</sub> menores de 2.500 cm<sup>2</sup> para las salas de calderas.

En la parte superior de una de las paredes que den al exterior y en posición opuesta a las aberturas de entrada de aire, existirán otras aberturas de salida. La sección total S<sub>2</sub> de estas aberturas de salida vendrá dada por la expresión.

$$S_2 = S_1/2 \text{ (en cm}^2\text{)}$$

### *Tanques de combustibles*

Se cumplirá el Real Decreto 1523/1999, de 1 de Octubre- Instrucción Técnica complementaria MI-IP 03 "Instalaciones petrolíferas para uso propio".

### *Protección contra el fuego*

Se instalarán extintores de eficacia mínima 89B, uno en el exterior de la sala y próximo a la puerta de acceso y otros en el interior, tal que la distancia de cualquier punto de la sala a un extintor no sea superior a 10 metros.

#### *2.4.4 Salas de calderas de combustible gaseoso*

##### *Especificaciones dimensionales*

La distancia mínima entre equipos y entre éstos y los cerramientos será al menos de 80 cm. En la parte frontal de la caldera existirá un espacio libre de longitud al menos a vez y media la longitud del equipo, nunca menor de 1 m, con el fin de poder efectuar las operaciones de limpieza de tubos.

En cuanto a la altura libre sobre equipos, la cota de un metro debajo de cualquier obstáculo es el valor mínimo y la sala de máquinas no debe tener nunca una altura inferior a 2,4 m.

### *Ventilación*

En la tabla 2.1 se muestra un resumen de los requisitos de superficie y caudal para la obtención del aire necesario para la combustión y para la ventilación en salas de máquinas y equipos autónomos a gas.

**Tabla 2.1:** Resumen de necesidades de aire para ventilación y combustión en salas de máquinas y equipos autónomos a gas.

Situación Abertura	Suministro de aire por medios naturales				Suministro de aire por medios mecánicos	
	Mediante orificio		Mediante conducto			
Inferior	Ventilación y combustión $S = 5 \times P$	Sólo ventilación $S = 20 \times A$	Ventilación y combustión $S = 7,5 \times P$	Sólo ventilación $S = 30 \times A$	Ventilación y combustión Caudal normal $Q=10xA+2xP$	Ventilación y combustión Caudal aumentado $Q=20xA+2xP$
Superior	$S = 10 \times A$ (min. 250 cm <sup>2</sup> )		$S = H / 2$ (min. 250 cm <sup>2</sup> )			

S: Sección libre mínima total requerida para los orificios de ventilación, cuando éstos sean circulares, expresados en cm<sup>2</sup>. Cuando los orificios de ventilación sean rectangulares la sección libre mínima deberá aumentarse en un 5%.

Q: Caudal de aire expresado en m<sup>3</sup>/h.

A: Superficie en planta de la sala de máquinas expresada en m<sup>2</sup>.

P: Suma de los consumos caloríficos nominales, expresados en kW, de los generadores y/o equipos de cogeneración instalados en la sala.

H: Suma de las secciones de los conductos de evacuación de los productos de la combustión de todos los generadores y/o equipos de cogeneración instalados en la sala.

### *Protección contra el fuego*

Se instalarán extintores de eficacia C, uno en el exterior de la sala y próximo a la puerta de acceso y otro/s en el interior tal que la distancia de cualquier punto de la sala a un extintor no sea superior a 10 metros. No deben instalarse extintores automáticos sobre los quemadores.

Se instalará por cada 25 m<sup>2</sup> un detector de gas con corte de gas, a menos de 0,2 metros del suelo para gases más densos que el aire y a menos de 0,5 metros del techo para gases menos densos que el aire. Se protegerán adecuadamente de choques y conectado a una centralita de alarma óptica y acústica. Los detectores deben activar el sistema de corte antes de que se alcance el 50 % del límite inferior de explosividad del gas y deben cumplir con las normas UNE-EN 50194, UNE-EN 50244 y UNE-EN 50054

#### *2.4.5 Instalación de maquinarias frigoríficas*

Los generadores de calor y las máquinas frigoríficas deberán situarse en salas separadas, salvo cuando la sala de máquinas sea un edificio independiente, con múltiples salidas directas al exterior. Se recuerda el cumplimiento de la instrucción MI IF-007 de sala de máquinas del reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.

Las dimensiones y medidas mínimas necesarias para la instalación de los equipos en las salas son las que se muestran en la figura 2.1 y figura 2.2.

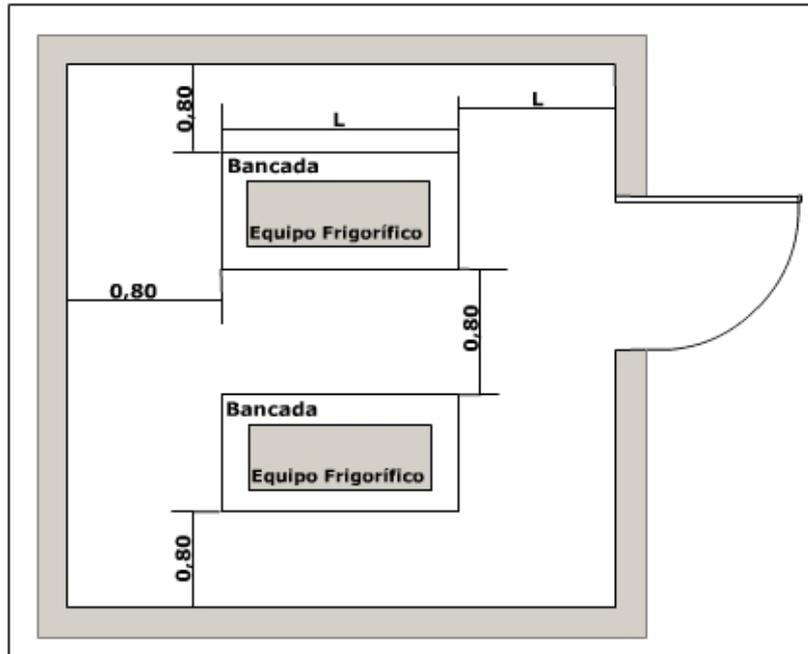


Figura 2.1: Planta de la sala de máquinas frigoríficas (cotas en metros)

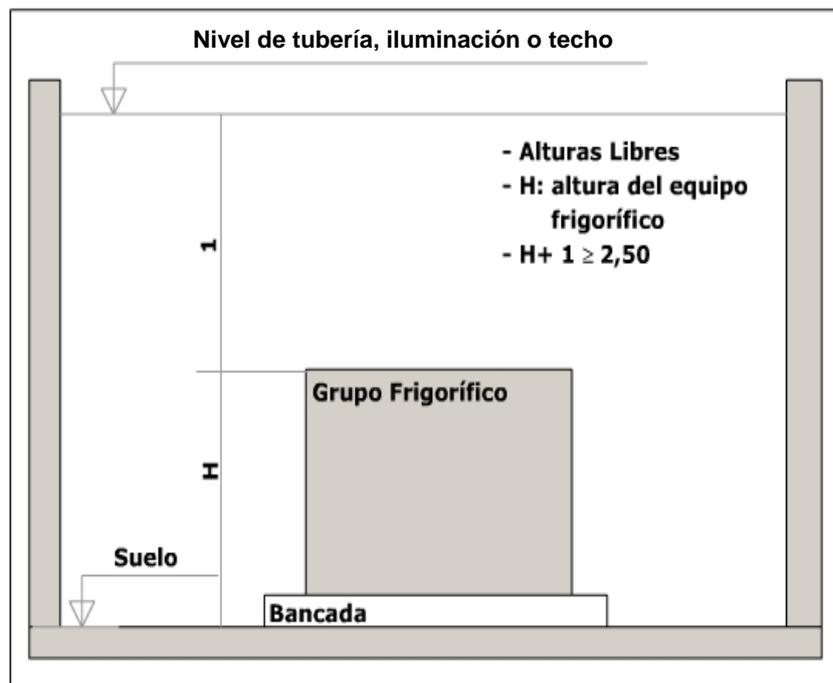


Figura 2.2: Alzado de la sala de máquinas frigoríficas (cotas en metros)

En el caso de maquinarias situadas a la intemperie los espacios mínimos de los equipos entre sí serán los indicados anteriormente para interiores.

Prevalecen las exigencias del fabricante, en cuanto a instalación se refiere, si son más exigentes que las indicadas anteriormente..

### *Ventilación*

En el caso de ventilación natural directa se precisa de al menos una abertura de superficie total libre dada por la ecuación siguiente:

$$S=0,14*C^{1/2}$$

donde S es la superficie neta de las aberturas, en metros cuadrados.

C es la carga de refrigerante más elevada contenida en un equipo, en kilogramos, según lo establecido en la instrucción MI IF 007.

En caso de ventilación forzada se realizará mediante uno o más ventiladores extractores cuyo caudal Q [l/s] será como mínimo:

$$Q=50*C^{2/3}$$

donde C es la carga de refrigerante más elevada contenida en un equipo, en kilogramos, según lo establecido en la instrucción MI IF 007.

### *Equipos de disipación del calor*

Para todos los casos se utilizarán condensadores refrigerados por aire. Los condensadores se dimensionarán para una temperatura exterior igual a la del máximo percentil más 3°C.

## **2.5 Agua caliente sanitaria**

En los Centros de Salud con sistema centralizado para la producción de A.C.S. será tomará los siguientes valores:

- Centros de Salud sin P.A.C. 24 horas . . . . .107,2 l/consulta día.
- Centros de Salud con P.A.C. 24 horas . . . . . 156,9 l/consulta día.

Datos obtenidos del estudio realizado a partir de consumos energéticos de C.S. de Castilla y León.

La energía solar térmica debe ser considerada en la producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS).

## **2.6 Elementos de regulación y control**

Se recuerda el cumplimiento del R.I.T.E. en cuanto a: la IT 1.2.4.3 a control de la instalación; IT 1.2.4.4 contabilización de consumos y IT 1.3.4.2.12, unidades terminales.

### *2.6.1 Sistema de Gestión Térmica Centralizada*

Todo Centro de salud Contará con un “Sistema de Gestión Técnica Centralizada” (SGTC). Este sistema deberá estar basado en una arquitectura de sistema abierto, con control distribuido, y permitirá la supervisión y control de todas las instalaciones que se especifiquen en los planos.

Sólo deberá existir un SGTC de instalaciones en cada edificio, en el que todos los equipos estarán conexonados entre sí, y aportarán y recibirán información del SGTC.

Las centrales o estaciones de automatización de los diferentes equipos, y en su caso, los ordenadores de gestión técnica de edificios, deberán utilizar el sistema operativo Linux (software libre y código abierto). Deberán llevar integrado un servidor Web para dotar a la plataforma con lo necesario para satisfacer las necesidades actuales y futuras.

El SGTC dispondrá en origen del estándar de comunicación internacional BACnet (Building Automation and Control Networks - Automatización de edificios y redes de control), estándar internacional ISO 16484-5. BACnet es un protocolo de comunicación para redes de datos en sistemas de automatización de edificios y control de edificios. Toda la comunicación entre los componentes del sistema estará basada en BACnet, así como la transmisión de datos entre las estaciones de automatización y el ordenador de gestión técnica del edificio, y tendrán el certificado de eficiencia energética “eu.bac”.

El sistema de regulación incorporará la tecnología LonWorks® (ISO/IEC14908, ANSI/EIA-709.x y EIA-852 así como EN14908) siendo, por lo tanto, una solución abierta que pueda integrar todo tipo de instalaciones.

A través del protocolo TCP/IP, los componentes del sistema podrán comunicar vía Internet. Todos los datos de las estaciones de automatización se encontrarán disponibles.

El sistema de regulación estará provisto de dos o más buses CAN que se podrán conmutar como bus de campo o de panel de control. Esto permite mayor flexibilidad a la hora de aprovechar los recursos.

Las centrales o estaciones de automatización se podrán integrar cómodamente dentro de redes nuevas o existentes, mediante Ethernet y deberán tener un acceso remoto que permita al usuario movilidad y flexibilidad. Este acceso remoto tiene que ser posible a través del navegador, sin necesidad de software adicional.

Las centrales o estaciones de automatización tendrán una pantalla color TFT, con tecnología táctil, de manejo fácil e intuitivo para cualquier aplicación relacionada con la gestión del edificio. Con la visualización de conmutadores y leds, de sus valores, existe la posibilidad de realizar de forma sencilla y efectiva pantallas individuales de manejo.

Las centrales o estaciones de automatización estarán provistas de memoria de alarmas, registro de sucesos con fecha y hora, avisos entrantes y salientes (que deberán quedar grabados), confirmaciones provistas con nombre de usuario, memoria de históricos de los distintos valores, programas anuales y semanales y funciones SPS (enclavamientos lógicos) libres, y como macros fijos (objetos de hardware).

Para el manejo de las estaciones de automatización solamente se necesitará una conexión de red y un explorador de Internet. No se requerirá ningún plugin o software adicional. Disponiendo de una conexión a Internet se podrá acceder a las estaciones de automatización desde cualquier lugar del mundo.

Al sistema se le podrá unir un módem para su telegestión, envío de sms, de históricos, modificar a distancia la programación, etc.

Si el edificio tiene un ordenador de gestión actuará como central de control y asumirá las tareas de gestión para el funcionamiento óptimo del equipamiento técnico del edificio o las instalaciones técnicas. Mediante la conexión de este ordenador de gestión a las centrales o estaciones de automatización, y a otros equipos del nivel de automatización y del nivel de campo, el usuario tendrá la posibilidad de monitorizar, gestionar, comprobar y controlar las instalaciones técnicas en el nivel de gestión.

El ordenador de gestión, este deberá tener una interface de usuario sencilla y clara, para guiar al usuario de forma estructurada a través de la instalación. Su manejo será a través de botones, menús desplegados y/o textos claros asociados a los distintos parámetros, para proporcionar una gran transparencia y un manejo libre de errores. Además, será necesario un sistema de guía y ayuda, para que las aplicaciones disponibles en el ordenador de gestión puedan ser manejadas con facilidad por los usuarios, incluso por aquellos usuarios que utilicen esporádicamente dicho ordenador de gestión.

Como se ha dicho antes, el ordenador de gestión dispondrá del sistema operativo Linux multitarea/multiusuario, capaz de trabajar en tiempo real

garantizando la versatilidad y fiabilidad de las centrales de datos. Deberá disponer de bloque de noticias, consultas rápidas, alarmas y estados, históricos, salvado de datos, protocolos de funcionamiento, protocolos de acceso, protocolos de impresora.

### *2.6.2 Producción de energía térmica*

En la producción se controlará la marcha-parada del generador, su estado y su alarma, el interruptor de flujo de agua, las temperaturas de entrada y salida y la marcha-parada, estado y alarma de las bombas de primario, en el caso de que existan.

En el caso de un generador de calor se controlará también la temperatura de los humos.

Desde el control se podrá secuenciar el funcionamiento de distintos generadores y ajustar la producción a la potencia demandada por el edificio.

De acuerdo a la IT 1.2.4.4 contabilización de consumos, se contabilizará la energía que entrega la instalación (por contadores de energía o integrando en el tiempo el producto del caudal que pasa por el generador y el salto térmico que se produce en él) y la que consume, bien en m<sup>3</sup> de gas o de gasóleo o de KWh. eléctricos. Sólo de esta forma es posible hallar el rendimiento de la instalación.

Si en el edificio existe un sistema de captación solar se registrará también la energía que produce y entrega a la instalación.

### *2.6.3 Equipos de transporte de fluidos*

Se recuerda la obligatoriedad de cumplir las siguientes Instrucciones Técnicas del RITE:

I.T. 1.2.4.2.5. Eficiencia energética de los equipos para el transporte de fluidos.

I.T. 1.2.4.2.6. Eficiencia energética de motores eléctricos.

Desde el sistema de regulación se podrá seleccionar el funcionamiento (manual –marcha o parado- o automático) de los equipos de transporte de fluidos.

Además el sistema deberá llevar incorporados contadores de horas de funcionamiento para estos equipos.

En el caso de utilizar variadores de frecuencia estos se regularán desde el sistema de regulación, obteniéndose lectura en todo momento de la presión del fluido.

#### *2.6.4 Circuitos de calefacción y suelo radiante*

Cada circuito contará con una sonda de temperatura exterior, una sonda de temperatura de impulsión y una sonda de temperatura ambiente. Desde el sistema de regulación DDC se podrá modificar la pendiente de la recta de temperatura del agua de impulsión, almacenar los históricos, modificar programas horarios, controlar la/las bombas y la válvula de dos o tres vías.

El sistema debe tener un dispositivo de seguridad que corte el circulador de agua si por un fallo de la instalación de regulación, la temperatura del agua sobrepasa los 80 °C en calefacción y 60 °C en suelo radiante.

El esquema de funcionamiento será un sistema de caudal constante y temperatura variable por circuito.

En calefacción, se instalará una válvula termostática en cada una de las unidades terminales de los despachos y consultas (acometida de agua a radiadores en parte alta).

En suelo radiante, cada circuito llevará un termostato ambiente que regule la acometida de agua al circuito desde el colector.

Cada circuito llevará un sistema de regulación y un caudalímetro. En cada circuito se indicará el caudal de diseño en un lugar visible y próximo al caudalímetro correspondiente.

#### *2.6.5 Circuitos de climatización y ventilación*

Cada zona contará con una ventilación adecuada. En los climatizadores que se utilicen para tal fin se controlará la marcha-parada, estado y alarma del ventilador, la apertura y su estado de la compuerta de aire exterior (el servo, en este caso, será todo-nada), la caída de presión que se produce a ambos lados de los filtros, la marcha-parada y estado del equipo de humectación y la temperatura y humedad del aire de impulsión, que deberán rondar los 20°C y el 50%. Desde el sistema de regulación DDC se podrá modificar las consignas del aire de impulsión, almacenar los históricos, modificar programas horarios, controlar el ventilador y las válvulas de dos o tres vías.

El esquema de funcionamiento será un sistema de caudal y temperatura constante.

### 2.6.6 Válvulas de regulación

La válvula que modula su apertura para conseguir la temperatura de impulsión deseada será de asiento con actuador proporcional (0..10Vcc) y se colocará de tal forma que su funcionamiento sea mezcladora para evitar ruidos y mejorar su eficacia. Se deberá dimensionar la válvula, de tal forma que con el caudal máximo de proyecto y la válvula abierta, la pérdida de presión que se producirá en la válvula esté comprendida entre 0,6 y 1,3 veces la pérdida del elemento controlado.

Antes de montar la válvula hay que observar que no quede suciedad o partículas en las tuberías que podrían impedir un cierre hermético o podrían dañar el asiento de la válvula. Filtros antepuestos de fábrica son un factor de seguridad.

Con el fin de evitar la formación de remolinos en el cuerpo de la válvula, este debería montarse un tramo recto de la tubería. Como longitud mínima entre brida de la válvula y codo o similar se utilizará el valor 12,5 x diámetro nominal.

El lugar de montaje debe elegirse de forma que se mantenga la temperatura ambiente en los límites indicados de 0 a 50°C para el servomotor.

En el montaje se debe observar la presión diferencial máxima admitida así como la dirección del caudal indicada.

Para poder quitar la carcasa debe preverse un espacio de 110 mm en vertical hasta donde empieza la carcasa

A través de dos marcas en la consola del servomotor se visualizarán las posiciones finales superior e inferior de la válvula.

Tendrán un grado de protección mínimo de IP54 y el tiempo de la carrera será de 140 segundos.

### 2.6.7 Sensores de temperatura de fluido térmico

El cable de conexión entre las sondas y a la central de regulación no se instalara paralelo o próximo a otras conducciones eléctricas, sobre todo cuando estas albergan conexiones de variadores de frecuencia.

El cableado de las sondas se realizará con cable trenzado y apantallado.

Para una medición rápida, la vaina debería indicar en dirección contraria al caudal. Un lugar favorable de montaje puede ser un codo en la tubería.

En el lugar de montaje en la tubería no deben producirse capas de temperatura. Se recomienda la colocación detrás de bombas o después de una mezcla de dos caudales de agua mantener una distancia mínima entre válvula y sonda de aprox. 10 veces el diámetro de tubería.

El fluido térmico circulará libremente alrededor de la vaina que contiene el sensor.

La sonda sólo se coloca dentro de una vaina y se fijará con un tornillo sin impermeabilizar la caña de la sonda.

Para una mejor transmisión de calor entre vaina y caña se debería introducir un líquido transmisor de calor en la vaina. Para ello, la vaina debería indicar hacia abajo.

Para evitar la entrada de humedad a la carcasa de la sonda (condensación/fugas de tubería), el prensaestopas debería colocarse hacia abajo. Si esto no fuera posible, habrá que prever el cable de conexión con un bucle indicando hacia abajo.

Deberán tener un grado de protección IP65.

La constante de tiempos no será superior a 20 segundos en agua en movimiento.

#### *2.6.8 Sensores de temperatura ambiente*

El cable de conexión entre las sondas y a la central de regulación no se instalará paralela o próxima a otras conducciones eléctricas, sobre todo cuando estas albergan conexiones de variadores de frecuencia.

El cableado de las sondas se realizará con cable trenzado y apantallado.

Tendrán un grado de protección IP30 y se podrán compensar in situ.

Se instalará una sonda por cada circuito. Situarla en una pared interior a 1,5 metros del nivel del suelo.

Para una rápida y correcta medición de la temperatura ambiente la sonda de ambiente debe ser montada de forma que el aire circule libremente alrededor de ella, midiendo la temperatura promedio de la zona cubierta por su circuito correspondiente. No debe ser ubicada en lugares donde una fuente de aire, una pared externa fría o caliente, la radiación solar o equipos considerados como fuentes de calor puedan afectarla.

### *2.6.9 Sensores de temperatura exterior*

El cable de conexión entre las sondas y a la central de regulación no se instalará paralelo o próximo a otras conducciones eléctricas, sobre todo cuando estas albergan conexiones de variadores de frecuencia.

El cableado de las sondas se realizará con cable trenzado y apantallado.

La sonda de temperatura exterior se fijará en dos puntos con el estribo de fijación en el exterior del edificio (prensaestopas de entrada de cable hacia abajo).

Al seleccionar el lugar de montaje se deberían observar los siguientes puntos:

Seleccionar el lugar de montaje en función del concepto de la instalación, p.ej. punto cardinal según la correspondiente regulación de zona.

Tener en cuenta la futura accesibilidad para controles de mantenimiento.

La sonda de temperatura exterior debe ser expuesta a corrientes de aire exterior, por ello no debe ser montada en nichos del edificio o directamente debajo de salientes del tejado.

La sonda de temperatura exterior no debe ser expuesta a la radiación solar directa. Si no se pudiera evitar por causa de razones constructivas, se colocará una tapa protectora para esta sonda.

No montar en paredes exteriores detrás de las cuales se encuentre alguna fuente de calor, p.ej. chimenea.

No montar encima de ventanas, puertas o salidas de ventilación.

Deberán tener un grado de protección IP65. La constante de tiempos será de 20 minutos.

### *2.6.10 Documentación*

La puesta en marcha y recepción se llevará a efecto una vez entregado el proyecto definitivo de la instalación.

La documentación mínima que debe contener este documento se especifica en el apartado 7 proyecto.

Se recuerda el cumplimiento de IT 2.4, IT 3.2 y IT 3.3 en cuanto a la documentación que la empresa instaladora debe proporcionar, esta incluirá las

pruebas de eficiencia energética, el mantenimiento y uso de las instalaciones térmicas y el programa de mantenimiento preventivo.

### **3 CONFORT**

#### **3.1 Definición**

Confort es un conjunto de condiciones en las cuales un porcentaje superior al 90% de los ocupantes de un recinto se encuentran satisfechos con las condiciones ambientales (térmicas, de calidad de aire, sonoras, luminosas, etc.).

#### **3.2 Condiciones térmicas**

En el confort térmico intervienen 6 variables:

- Actividad metabólica (met)
- Vestimenta (clo)
- Temperatura de los cerramientos (°C)
- Velocidad del aire (m/s)
- Temperatura del aire (°C)
- Humedad relativa (%)

La UNE-EN-ISO 7730 desarrolla la relación de estas variables con el confort térmico, para ello establece los parámetros, VMP (Voto Medio Previsto) y PPI (Porcentaje de Personas Insatisfechas).

Las condiciones que afectan al confort térmico deben ser mantenidas en la zona ocupada definida en el apartado zona de ocupación.

##### *3.2.1 Temperaturas*

Examinando los resultados de las expresiones que permiten estimar el VMP y el PPI se obtienen los resultados de temperatura de confort de la Tabla 3.1. Los cálculos de temperatura fueron realizados considerando un clo de 0,5 para verano y de 1 para invierno (a excepción de las consultas que se utiliza un clo de 0,8), una humedad relativa del 50%, una velocidad del aire 0,15 m/s para verano y a 0,2 m/s para invierno, la temperatura de las paredes es igual a la del ambiente, y para un PPI del 5%. (Ver tabla 1 del Anexo 2 para obtener el valor del met).

Los cálculos extensos del VMP y PPI para diferentes parámetros del cuerpo y del ambiente están tabulados en la norma UNE-EN ISO 7730

**Tabla 3.1:** Temperaturas de confort.

<i>Local</i>	<i>Temperatura Invierno(°C)</i>	<i>Temperatura Verano (°C)</i>
Admisión (Conserjería/Recepción/Administración)	22	25
Archivo	22	25
Consulta/Reconocimiento tipo	23	24
Consulta/ Tratamiento enfermería	23	24
Tratamientos/Urgencias	22	24
Odontología/ORL/Oftalmología	22	24
Rehabilitación/Usos Múltiples	-	-
Rayos X	19	23
Toma de Muestras/Clasificación	22	24
Laboratorio Básico	22	24
Zona de esperas	23	26
Estar Personal	23	26
Biblioteca Juntas	22	25
Despacho 1 Persona	22	24
Despacho 2 Personas	22	24
Despacho 3 Personas	22	24
Despacho Coordinación	22	24
Dormitorios Personal de Guardia	23	26
Sala Observación Urgencias	19	23
Oficio Cocina	19	23
Almacén de material de limpieza	19	23
Almacén de sucio	-	-
Almacén de farmacia y/o material limpio	-	-
Aseos Públicos General (mínimo)	22	24
Aseos Minusválidos	22	24
Aseos Vestuario Personal (mínimo)	22	24
Aseos Vestuario Personal (medio)	22	24
Mantenimiento	16	20
Vestíbulo Acceso Principal	22	24
Pasillos	22	24

### 3.2.2 Velocidad del aire

Se recomienda una velocidad del aire en la zona ocupada inferior a 0,15 m/s para verano e inferior a 0,2 m/s para invierno. En ningún caso la velocidad del aire en la zona de ocupación superará los 0,25 m/s.

### 3.2.3 Humedad relativa

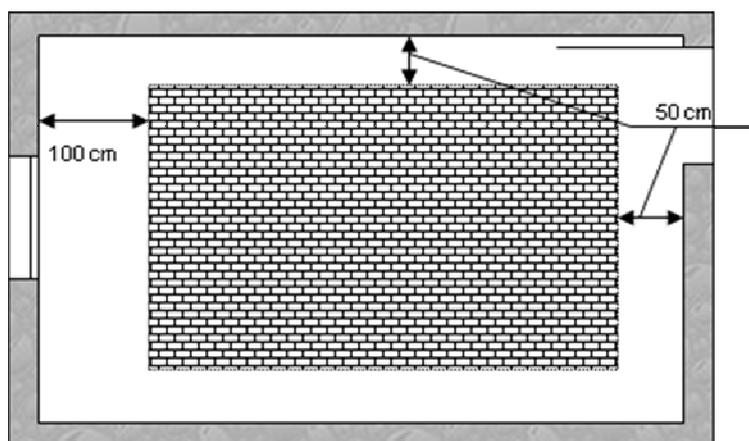
La humedad relativa debe permanecer entre el 40% y el 60%. Se adoptará como valor óptimo de diseño una HR de un 50%.

## 3.3 Zona de ocupación

### 3.3.1 Definición

Se define la zona de ocupación como aquella en la cual debe garantizarse el confort, UNE-EN 13779. Está comprendida en la planta de un local como se representa la figura 3.1 y en alzado está comprendida entre 5 cm del suelo y 130 cm para personas sentadas y 180 cm para personas de pie.

Fuera de la zona de ocupación los criterios de confort no tienen porque garantizarse. Además, el mantenimiento de los criterios de confort fuera de esta zona se traduce en un derroche de energía en casi todas las circunstancias.



**Figura 3.1:** Definición de zona de ocupación

Nota: El proyectista deberá tener en cuenta las limitaciones impuestas por la zona de ocupación en el momento de determinar la disposición del mobiliario, para que el mismo quede dentro o fuera de la zona de ocupación según corresponda.

## 3.4 Ruidos y vibraciones

Los valores límites de niveles sonoros producidos por emisores acústicos cumplirán el anexo I de la Ley 5/2009 de 4 de junio, del ruido de Castilla y León, siendo el límite de inmisiones en interiores los especificados en la tabla 3.2.

**Tabla 3.2:** Límite de inmisiones en interiores.

Área receptora interior	$L_{Aeq, 5s}$ dB (A)*	
	Día 8 h – 22 h	Noche 22 h – 8 h
Uso sanitario y bienestar social	30	25

(\*) Cuando en el proceso de medición de un ruido se detecte la presencia de componentes tonales emergentes, componentes de baja frecuencia o ruido de carácter impulsivo se aplica el  $L_{K_{eq,T}}$ .

Los centros de salud deberán cumplir con los niveles máximos de vibraciones determinado en el anexo IV de la citada Ley del ruido, no pudiendo exceder, en el interior de los recintos receptores de los centros de salud los especificados en la tabla 3.3.

**Tabla 3.3:** Valores límites de vibraciones.

Área receptora interior	$L_{aw}$
Uso sanitario y bienestar social	72

Donde  $L_{aw}$  es el índice de vibración, se mide en decibelios (db) y se determina aplicando la fórmula siguiente:

$$L_{aw}=20 * \lg(a_w/a_0)$$

Siendo:  $a_w$ : el máximo del valor eficaz (RMS) de la señal de aceleración, con ponderación en frecuencia  $w_m$  en tiempo  $t$ , en  $m/s^2$ .

$a_0$ : la aceleración de referencia ( $a_0=10^{-10}$   $m/s^2$ ).

La realización de las medidas de los niveles de ruido y vibraciones se deben hacer de acuerdo al anexo V “Métodos de evaluación” de la Ley 5/2009 de 4 de junio, del ruido de Castilla y León.

## **4 LA VENTILACIÓN**

La ventilación permite el aporte de aire fresco y la dilución de contaminantes del aire de un ambiente interior. Esta normativa tiene por objeto definir los criterios de ventilación en los centros de salud necesarios para mantener una calidad del aire ambiente aceptable.

El sistema de ventilación debe impulsar aire fresco a un local y extraer el aire viciado para mantener los requerimientos de calidad del aire interior.

### **4.1 Sistemas de ventilación**

Los centros de salud deberán disponer de un sistema de ventilación que garantice la calidad del aire interior.

Sea cual sea el sistema elegido, deberá permitir el funcionamiento independiente de la ventilación de la zona de urgencias.

Los sistemas de ventilación podrán ser de dos tipos, independientes o asociados al sistema de climatización.

Los sistemas de ventilación independientes son aquellos en los que existe una instalación dedicada en exclusiva a ventilar del local. Pueden ser sistemas de ventilación mecánica o natural.

En los sistemas de ventilación mecánica la instalación de extracción y/o impulsión dispondrá de ventiladores que garanticen que los caudales evacuados y aportados sean los de diseño.

Los sistemas de ventilación natural sólo se instalarán en centros de salud aislados y con una superficie inferior a 150 m<sup>2</sup>. La instalación de impulsión podría ser sustituida por rejillas incorporadas a la carpintería de las ventanas exterior.

En los sistemas de ventilación asociados a sistemas de climatización, la ventilación del recinto se realiza evacuando una parte del caudal de retorno de climatización. El caudal de aire fresco se incorpora al caudal de climatización. Por tanto, la climatización y ventilación comparten la misma instalación.

### **4.2 Requerimientos**

#### *4.2.1 Caudales*

La calidad de aire interior en todas las dependencias del centro de salud será IDA1 y el caudal de aire de ventilación será el resultado mayor de aplicar los

tres métodos siguientes: Nivel de CO<sub>2</sub>. El caudal de aire será el que garantice que la concentración en el aire esté por debajo de 350 ppm.

- Calidad del aire percibido. El caudal de aire será el que garantice que la calidad del aire percibido este por debajo de 0,8 dp.
- Tasa de aire exterior por persona. El caudal exterior mayor de 20 l/s por persona.

(Ver Anexo 3 para obtener una referencia de ocupación)

#### *4.2.2 Contaminantes específicos*

En los centros de salud pueden existir equipos o sustancias con efectos adversos para la salud. En tal caso deben ser estudiados por su nivel de peligrosidad, partiendo de un método de dilución y estableciendo los límites permitidos por la OMS.

Se realizarán extracciones localizadas mediante la colocación de campanas de flujo laminar para extracción de contaminantes de un excesivo riesgo para el personal sanitario como son los medicamentos citotóxicos.

#### *4.2.3 Presión del local*

El centro de salud debe estar en sobrepresión con el exterior, determinando que los locales en depresión deben estar a una presión mayor a la presión exterior.

El requerimiento de locales en sobrepresión ó depresión con respecto a locales contiguos indicados en la Tabla 4.1 pretende garantizar que el aire circula desde locales con requisitos mayores, respecto a la ausencia de gérmenes u otros contaminantes, hacia otros con requisitos menores.

**Tabla 4.1** Presurización recomendada para un local

<i>Local</i>	<i>Presión</i>	<i>Sistema de Impulsión</i>
Vestíbulo (Conserjería / Recepción / Administración / Pasillos)	Neutra	Impulsión-extracción
Archivo	Neutra	Impulsión-extracción
Consulta / Reconocimiento tipo	Neutra	Impulsión-extracción
Consulta / Tratamiento enfermería	Neutra	Impulsión-extracción
Tratamientos / Urgencias	Sobre-presión	Impulsión-extracción
Odontología / ORL / Oftalmología	Sobre-presión	Impulsión-extracción
Rehabilitación / Usos Múltiples	Depresión	Impulsión-extracción
Rayos X	Depresión	Impulsión-extracción
Toma de Muestras / Clasificación	Depresión	Impulsión-extracción
Laboratorio Básico	Depresión	Impulsión-extracción
Zonas de espera	Neutra	Impulsión-extracción
Estar Personal	Neutra	Impulsión-extracción
Biblioteca Juntas	Neutra	Impulsión-extracción
Despachos	Sobre-presión	Impulsión-extracción
Dormitorios Personal de Guardia	Sobre-presión	Impulsión-extracción
Sala Observación Urgencias	Sobre-presión	Impulsión-extracción
Oficio Cocina	Depresión	Extracción
Almacén de material de limpieza	Depresión	Impulsión-extracción
Almacén de sucio	Depresión	Extracción
Almacén de farmacia y/o material limpio	Sobrepresión	Impulsión-extracción
Aseos	Depresión	Extracción
Aseos / Vestuario Personal	Depresión	Extracción
Mantenimiento	Depresión	Extracción

Nota: Las sobrepresiones y depresiones son relativas a la presión neutra.

#### 4.2.4 Filtración

El subsistema de impulsión de aire fresco dispondrá de un prefiltro de clase G4 en la toma de aire justo después de la malla protectora. Aguas abajo del ventilador se colocará un filtro F9.

#### 4.2.5 Régimen de funcionamiento

En horas de servicio de los locales de consultas y urgencias, el régimen de funcionamiento de la ventilación de cada uno de ellos debe ser del 100%. Cuando estos locales se encuentren fuera de servicio debe mantenerse un régimen de funcionamiento del 20% para garantizar la no deposición de partículas en los conductos de ventilación.

#### 4.2.6 Nivel sonoro

El nivel sonoro asociado al sistema de ventilación en el interior del centro de salud será inferior a 25 db A. La realización de las medidas de los niveles sonoros se deben hacer de acuerdo al anexo I de la Ley 5/2009 de 4 de junio, del ruido de Castilla y León.

### 4.3 Diseño de los sistemas de ventilación

El objetivo del diseño será conseguir un sistema de ventilación eficaz, limpio, silencioso y con buena eficiencia energética.

#### 4.3.1 Toma de aire exterior y salida del aire exterior

Las distancias mínimas de separación entre la toma de aire exterior y las fuentes de contaminación se indican en la 4.2.

A efectos de cálculo de las distancias anteriores, debido a que la climatizadora debe encontrarse dentro de un recinto cerrado, se considerará que las tomas de aire exterior son las rejillas que permiten el paso de aire desde el exterior al interior del recinto, no las de la climatizadora.

**Tabla 4.2.** Distancias mínimas de separación de las tomas de aire exterior.

Fuente de contaminación	Distancia mínima (m)
Lugar de circulación de vehículos	10
Cubiertas o tejados	2.5
Terreno	2.5

Para establecer la distancia mínima de separación entre la toma de aire exterior y las descargas de aire procedente de las extracciones, se considera que el aire extraído de los centros de salud le correspondiente un factor de dilución  $f=15$ . Teniendo esto en cuenta, la distancia de separación será:

$$d = 0,04\sqrt{Q}\left(\sqrt{15} \pm \frac{V}{2}\right)$$

donde  $d$  es la distancia mínima de separación en metros,  $Q$  es el caudal de descarga en l/s,  $V$  es la velocidad de descarga en m/s y se toma el signo “+” si la toma de aire exterior está orientada hacia la descarga y “-” en caso contrario. Esta expresión es válida para caudales entre 75 y 1500 l/s; para caudales superiores o inferiores se emplea el valor límite correspondiente.

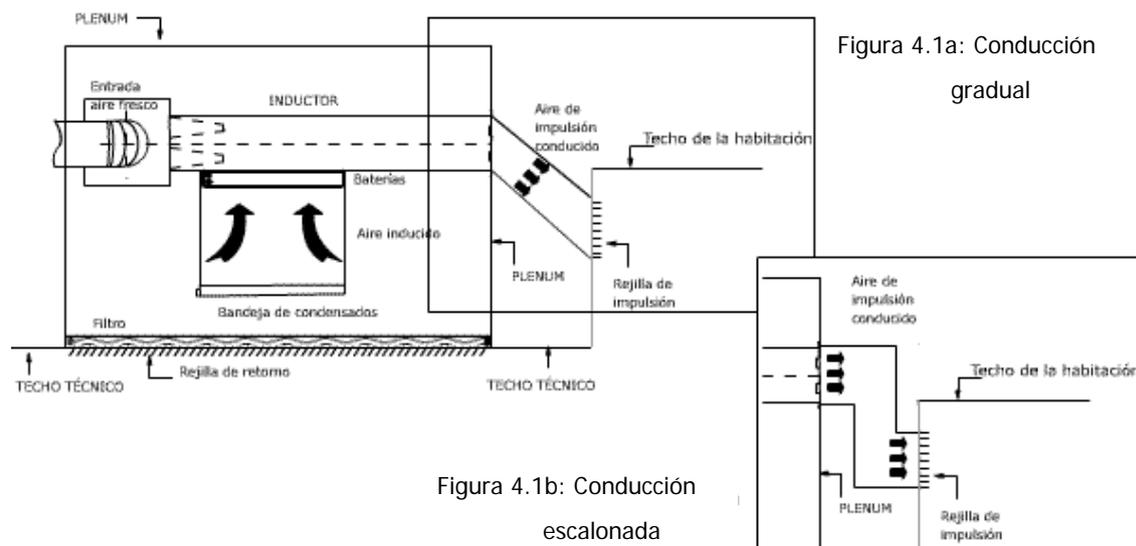
La separación mínima entre descargas de aire procedente de centros de salud y aberturas, tales como puertas o ventanas será de al menos la mitad de la proporcionada por la fórmula anterior.

Las distancias indicadas representan valores mínimos que, debido tanto a la variabilidad de las condiciones meteorológicas como a las estructuras de los

edificios colindantes y a la orografía del terreno, deben ser objeto de análisis crítico.

#### 4.3.2 Recirculación

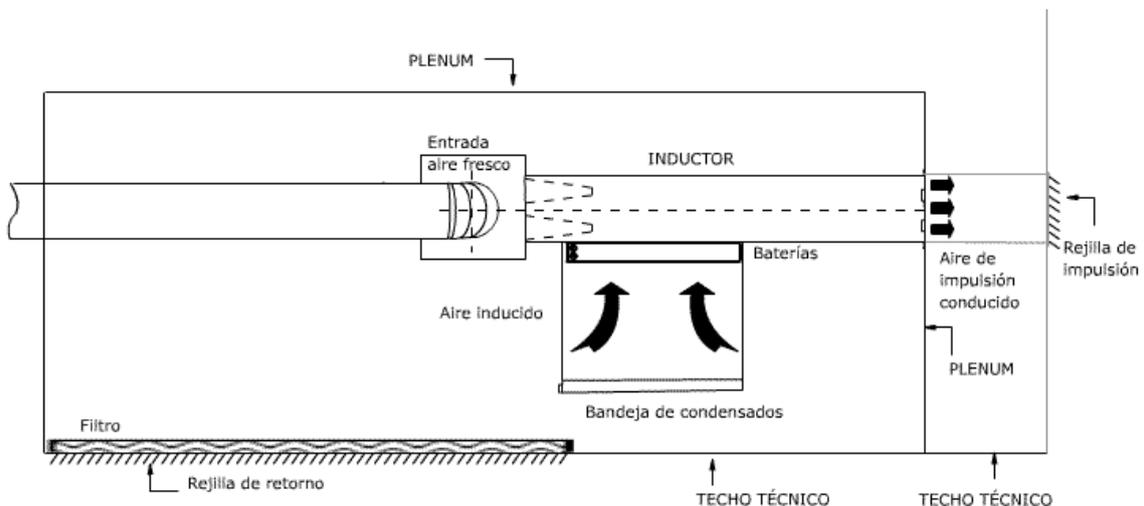
- La recirculación de aire solo se podrá realizar dentro del mismo local en el caso de las consultas y salas de curas. En las partes comunes no se podrá mezclar aire de locales con otros usos.
- En el caso de que la impulsión del aire del inductor no se pueda hacer de forma directa, por haber diferencias de alturas entre el inductor y la rejilla de impulsión la conducción, deberá ser gradual y en dicho caso se deberá analizar si es necesario el uso de lamas horizontales para direccional el flujo de aire hacia arriba y de esta forma cumplir con las velocidades máximas permitidas en la zona ocupada en la figura 4.1a. En ningún caso se permitirá realizar una conducción escalonada como se muestra en la figura 4.1b.



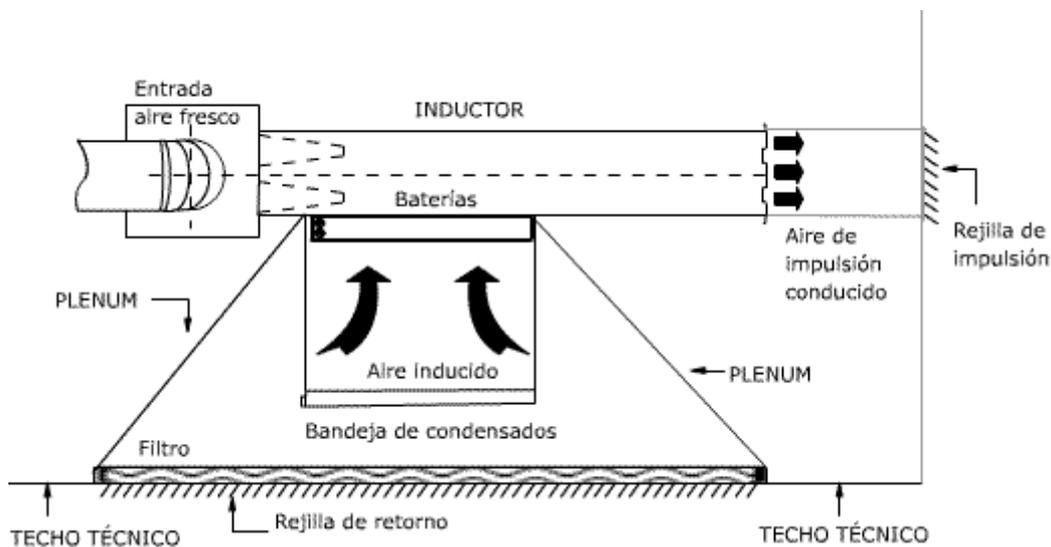
**Figura 4.1a y 4.1b:** Esquema de la conducción permitida y no permitida.

- El aire recirculado o inducido deberá conducirse desde la rejilla de retorno al inductor.
- En el caso que la configuración del sistema de impulsión impidiera conducir el aire recirculado o inducido se deberá instalar el sistema dentro de un plenum estanco construido especialmente para este fin (figuras 4.1, 4.2 y 4.3). Además:
  1. En ningún caso se podrá utilizar el falso techo como plenum.
  2. La construcción del plenum se deberá realizar de acero inoxidable, chapa galvanizada, aluminio, resina epoxi, o de escayola.

3. El plenum deberá ser estanco y no se permitirá que sea atravesado por ningún tipo de conducción eléctrica, de agua, de saneamientos o de otro tipo, a excepción de las necesarias para el funcionamiento del sistema que se albergue en el mismo.
4. En el caso de que sea necesario atravesar el plenum por conducciones de agua para la alimentación del sistema albergado, se deberá cuidar el sellado para asegurar la estanqueidad del plenum
5. Dentro del plenum no se podrán instalar llaves de corte de conductos de agua, térmicas o diferenciales ni ningún tipo dispositivo de control eléctrico o electrónico.
6. Si el plenum alberga un dispositivo que pudiera generar vibraciones, tanto el dispositivo, como el propio plenum deberán contar con soportes antivibratorios que cumplan la norma UNE 100-153.
7. Además deberá ser fácilmente registrable para facilitar las tareas de mantenimiento y limpieza.



**Figura 4.2:** Esquema de la instalación de un inductor dentro de un plenum.



**Figura 4.3:** Esquema de la instalación de un inductor conducido en un plenum.

#### 4.3.3 Ventiladores

Los ventiladores montados en terrazas o tejados requieren de un aislamiento antivibratorio, UNE 100153.

Todos los ventiladores deben tener acoplamientos flexibles con los conductos de aspiración y descarga

A la salida de los ventiladores del subsistema de impulsión se colocará un filtro F9. Así mismo se incorporará un silenciador a la salida del ventilador.

#### 4.3.4 Descargas de aire contaminado.

Se situarán lo más alejadas posibles de las tomas de aire así como de las ventanas del local.

Las descargas de aire exterior deben estar protegidas de la entrada del agua de lluvia mediante rejas de lamas inclinadas 45° hacia abajo y de cuerpos extraños mediante una malla con una luz de paso máximo de 5mm.

#### 4.3.5 Difusores

Las rejillas de impulsión de aire deberán situarse de manera que el aire se distribuya uniformemente en la zona ocupada.

Tanto las toberas con rejillas de impulsión deben ser regulables manualmente o bien autorregulables.

Las rejillas de impulsión y extracción, deberán dimensionarse de forma que en la zona ocupada las velocidades sean inferiores a 0,15 m/s en verano y a 0,2 m/s en invierno y el nivel de ruido cumplirá lo establecido en el apartado de confort.

Se realizará un control funcional de las rejillas de impulsión del sistema, mediante la medición de caudal de aire y su comparación con los caudales de proyecto, siguiendo el procedimiento de muestreo descrito en el anexo 5 conforme a la norma UNE-EN-12599.

#### 4.3.6 Trazado de la red

##### *Sección de conductos*

Los conductos deberán ser rígidos, metálicos de sección circular, plenamente estancos y estarán firmemente asegurados a la estructura por colgadores o soportes laterales metálicos.

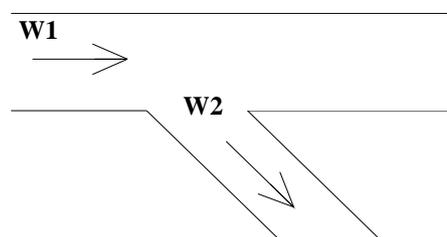
Si por razones de espacio no es posible que los conductos sean circulares serán de sección rectangular, con una relación entre todos menor de 2.

##### *Velocidades y presiones en conductos*

La estanqueidad de los conductos será de la clase C, conforme a las normas UNE-EN 13779 y UNE-EN 12237.

La relación entre las velocidades del aire en el conducto principal de impulsión y en el de derivación debe encontrarse entre 0,5 y 1 (figura 4.1).

$$W2/W1 > 0,5$$



**Figura 4.1:** Relación entre las velocidades del conducto principal y los ramales

##### *Accesorios*

Los accesorios introducen modificaciones en la geometría de los conductos. Su diseño debe ser lo más aerodinámico posible, de modo que no se produzcan

ruidos, ni zonas muertas de deposición de suciedad, minimizando además las pérdidas de carga.

#### *Deformaciones locales de la geometría*

Se produce cuando es necesario deformar el conducto para atravesar o salvar un obstáculo. Posteriormente el conducto volverá a su sección original.

En los casos en que sea necesaria una variación del perímetro se buscará mantener el área constante y la pendiente de las piezas laterales no debe sobrepasar 20°, tanto para reducir como para aumentar, realizándose las transformaciones en un solo sentido. Si fuera necesario reducir la sección, esta reducción deberá ser menor del 20% del área inicial, para evitar ruidos, y la pendiente de las piezas laterales cumplirán lo anterior.

#### *Registros de inspección y limpieza*

La instalación deberá disponer de los registros necesarios para poder inspeccionar adecuadamente el estado de los conductos y accesorios, y proceder a su limpieza en caso necesario. Máxima separación entre registros 10m.

Estos registros cuando no estén abiertos mantendrán la estanqueidad clase C.

#### *Otros accesorios*

Además de los elementos anteriormente citados se deberán incluir todos aquellos elementos que se especifiquen en otras normas, tales como las relativas a incendios.

## 5 CALEFACCIÓN

### 5.1 Red de distribución de agua

#### 5.1.1 Trazado de la red

Todas las instalaciones de calefacción deben poseer circuitos independientes por cada orientación del edificio y por cada planta.

La zona de PAC debe ser alimentada por un circuito independiente.

La instalación siempre se hará bitubular con retorno invertido.

Las tuberías deben ir por falsos techos o suelos practicables, solo se permite empotrar las tuberías de alimentación de los emisores.

Los montantes verticales deben realizarse por patinillos registrables con puertas de acceso y separados de los patinillos eléctricos o de comunicaciones.

#### 5.1.2 Circulación del agua

La velocidad del agua por el interior de las tuberías tiene que ser superior a 0,5 m/s para evitar la sedimentación en su interior y no debe superar 2 m/s para evitar el aumento del nivel sonoro, (en tuberías de material plástico la velocidad máxima puede llegar a 3 m/s).

#### *Tuberías*

Las tuberías que se emplean para calefacción deben garantizar que sus características se mantendrán, al menos, durante 50 años de funcionamiento y de uso continuado de circulación de agua a la temperatura y presión de trabajo.

No se admite la utilización de tubos de acero galvanizados.

No se admite la utilización simultánea de tubos metálicos de materiales diferentes en instalaciones de calefacción. Si por algún motivo se tuviera que compatibilizar dos metales diferentes la unión nunca se realizaría directamente, para ello se utilizaría manguitos antielectrolíticos, con el previo consentimiento de la dirección facultativa de la obra.

Las tuberías de material plástico para calefacción deberán ser de Clase 5, de acuerdo con la norma ISO 10508

### *Accesorios*

Todos los circuitos deben tener un dispositivo de regulación que permita durante la recepción equilibrar la instalación a la empresa instaladora y que permita su reequilibrado una vez la instalación esté en funcionamiento por la empresa mantenedora. Estas válvulas de equilibrado se deben instalar en el retorno por las siguientes razones:

- Se minimiza el atrapamiento de aire.
- Se reducen los ruidos.
- Decrece la posibilidad de cavitación en la válvula de control.

Además, se deben situar en el sentido tal que el agua tienda a abrir la válvula y en un tramo recto de tubería aguas arriba cuya longitud sea al menos 5 veces su diámetro y aguas abajo a una distancia de al menos 2 veces el diámetro. Así el control del caudal es más preciso y los ruidos se atenúan.

En dicho tramo recto no debe instalarse ningún elemento que pueda crear perturbaciones como por ejemplo una sonda interna de temperatura.

### *Purgadores*

Los purgadores automáticos se instalarán siempre con una válvula de corte previa. Se recuerda el cumplimiento de IT.1.3.4.2.3 del R.I.T.E.

### *Vaso de expansión*

Los vasos de expansión serán cerrados, dimensionados de acuerdo a la norma UNE 100155. Se recuerda el cumplimiento de IT.1.3.4.2.4 del R.I.T.E.

### *Soportes de fijación*

Los soportes de fijación de la tubería deben permitir el libre desplazamiento de la tubería con el fin de evitar esfuerzos de dilatación a las líneas de distribución.

### *Compensadores de dilatación*

Cuando existan líneas de tubería de más de 15 metros, sin cambios de dirección, se instalarán compensadores de dilatación de tipo "lira" para pequeños diámetros, o compensadores axiales, para grandes diámetros. Se recuerda el cumplimiento de la IT 1.3.4.2.6 del R.I.T.E. sobre dilatación.

#### *5.1.3 Equilibrado hidráulico*

Cada circuito independiente dispondrá de un sistema de equilibrado hidráulico dinámico, que permita la medición y ajuste de caudal y que compense, en todo momento, las variaciones que puedan existir en la instalación, manteniendo el

caudal constante. Todos los circuitos serán objeto de comprobación, de forma que el caudal ajustado y el de proyecto coincidan. Cada circuito contará con una placa en la que se especifique el caudal de proyecto del circuito.

## **5.2 Generadores**

### *5.2.1 Generalidades*

Se recuerda el cumplimiento de IT 1.2.4.1.2 del R.I.T.E. en cuanto a mayor rendimiento energético y menor impacto ambiental.

### *5.2.2 Calderas*

Las calderas deben ser de chapa de acero, sobrepresionadas y tener un marcado de prestación energética superior a tres estrellas según el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero.

Se recuerda el cumplimiento de la IT 1.2.4.1.2.2 del R.I.T.E. en cuanto a la cantidad de generadores dependiendo de la potencia de la central de producción de calor.

### *5.2.3 Quemadores*

No se permitirán quemadores atmosféricos.

Los quemadores de gas deben ser modulantes.

Los quemadores de gasóleo deberán cumplir con lo especificado en la IT 1.2.4.1.2.3 del R.I.T.E., con respecto a su regulación de quemadores.

## **5.3 Emisores**

### *5.3.1 Radiadores y paneles de instalación*

Para obtener una temperatura uniforme en todo el local, conviene emplazar los emisores en la pared más fría.

Los emisores no se ubicaran en nichos, ni se colocaran encima repisas ni cubre radiadores que reduzcan su potencia calorífica.

Se situarán verticalmente y de forma que las tuberías de ida y retorno no soporten ningún esfuerzo debido al peso del emisor.

No se deben instalar emisores tipo radiador de más de 15 elementos, salvo que se trate de emisores de muy baja silueta (inferior de 40 cm).

Los emisores tipo radiador con menos de 10 elementos se colocaran con dos soportes y por encima de 10 elementos con tres soportes. No se admiten patas.

Los emisores tipo panel se colocarán con dos soportes y cuando sobrepasen los 1800 mm de longitud se instalarán con tres soportes.

Los emisores se situarán a una distancia mínima de la pared y del suelo:

- Radiadores a 10 cm del suelo y 5 cm de la pared
- Paneles a 10 cm del suelo y 2,5 cm de la pared.

En el caso de paneles de chapa o radiadores de chapa las tuberías deben ser de acero negro o material plástico.

Los emisores se conectarán de forma que la entrada de agua se realice por la parte superior y el retorno por la parte inferior del extremo opuesto.

Cada emisor llevará detentor en el retorno y purgador manual en la parte opuesta a la entrada de agua en el emisor.

Todos los emisores llevaran llaves de corte con posibilidad de incorporar cabeza termostática.

### *5.3.2 Suelo radiante*

El suelo radiante se calculará para no sobrepasar los 26 °C de temperatura superficial en el suelo.

El tipo de tubo que se instale debe poseer un certificado de garantía de duración superior a 50 años, emitido de acuerdo a norma UNE-EN 1264

El diámetro externo del tubo será de 20mm.

No se admitirán empalmes que queden bajo la solera de cemento.

Los circuitos no deberán pasar de 100 m de longitud de tubo, con el fin de que la potencia consumida por las bombas no sea excesiva.

El radio mínimo de curvado debe ser de al menos de 130 mm.

La separación entre tubos paralelos debe ser de 30 cm.

La distancia mínima entre tubos y tabiques interiores debe ser de 10 cm y entre tubos y la cara interior de los muros exteriores de 15 cm.

Todos los circuitos dispondrán de una válvula de corte en función de la temperatura ambiental de la zona que calefactan.

El circuito se debe instalar como se muestra en la figura 5.1, disminuyendo la separación de las tuberías cerca de las paredes más frías del local.

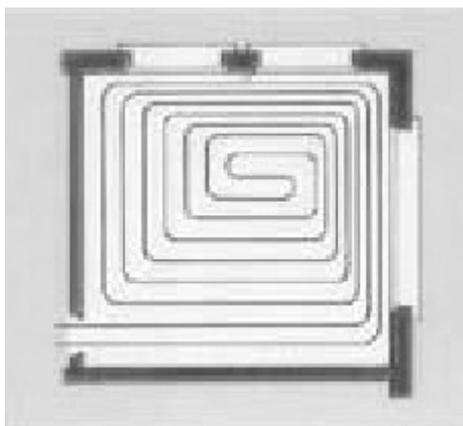


Figura 5.1: Esquema de la distribución del conducto en el suelo radiante. Pruebas, puesta en marcha y recepción

## 5.4 Pruebas, puesta en marcha y recepción

### 5.4.1 Tuberías, accesorios y válvulas

Se recuerda el cumplimiento de IT 2.2.2 y IT 2.2.4 del RITE, en cuanto las pruebas, puesta en marcha y recepción de tuberías, accesorios y válvulas, así como la UNE-EN 12599:01. Y la I.T. 2.3 del R.I.T.E. sobre ajuste y equilibrado.

- IT 2.2.2.1 Generalidades
- IT 2.2.2.2 Preparación y limpieza de redes de tuberías
- IT 2.2.2.3 Prueba preliminar de estanqueidad
- IT 2.2.2.4 Pruebas de resistencia mecánica
- IT 2.2.2.5 Reparación de fugas
- IT 2.2.4 Prueba de libre dilatación
- IT 2.3 Ajuste y equilibrado
- IT 2.3.3 Sistema de distribución de agua

### 5.4.2 Suelo radiante

Los pasos a seguir para una correcta ejecución y prueba del suelo radiante se encuentran desarrollados en el Anexo 4.

Concluida la instalación del acabado superficial y trascurrido el tiempo normal de fraguado, se puede volver a poner en marcha la calefacción. Se repasarán

todos los racores de fijación y se pondrá a la presión normal de trabajo para la que ha sido prevista la instalación.

La aportación de calor en el suelo radiante se realizará de forma progresiva durante algunos días, subiendo un promedio de 5 °C cada 24 horas a partir de 20 °C de temperatura de agua.

#### *5.4.3 Puesta en funcionamiento de la centralita*

En la puesta en funcionamiento se ajustará la recta de regulación de acuerdo a las características del edificio y las condiciones de funcionamiento. Se recuerda el cumplimiento de la IT 2.3.4.

#### *5.4.4 Comprobaciones generales*

Las comprobaciones generales se deben realizar para todos los elementos que están involucrados en la instalación siguiendo el procedimiento de muestreo descrito en el anexo 5.

### **5.5 Recepción de la instalación**

La recepción de la instalación consistirá en hacer una prueba de funcionamiento donde se alcancen las consignas de presión y temperatura de todos los circuitos. Se comprobará que el equilibrado de los diferentes circuitos se mantiene y que los sistemas de regulación funcionan.

## **6 REFRIGERACIÓN**

### **6.1 Criterios generales**

Sea cual sea el sistema a instalar se deberá seleccionar con criterios que persigan: la seguridad, el confort, la eficiencia energética y el menor impacto ambiental.

Durante el procedimiento de análisis, se deben estudiar las distintas demandas al variar: la hora del día, el mes y el año, para hallar la demanda máxima simultánea, así como las demandas parciales y la mínima. Para ello se exigirá una simulación horaria de las necesidades frigoríficas del edificio, teniendo en cuenta los distintos tipos de cargas

- Interiores: ocupación, iluminación, ordenadores, etc.
- Exteriores: situación y orientación; sombras; transmisión de calor y radiación solar a través de cerramientos; conductividad a través de paredes interiores y exteriores, suelo y techo; puentes térmicos y ventilación.

### **6.2 Equipos de refrigeración**

#### *6.2.1 Generalidades*

El proyectista debe indicar el coeficiente EER y el COP de cada equipo al variar la demanda desde el máximo hasta el límite inferior de parcialización en las condiciones de diseño del condensador y del evaporador. Además se deben cumplir con lo estipulado en las instrucciones de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas MI IF 009 respecto a las protecciones de las instalaciones contra sobrepresiones.

#### *6.2.2 Fraccionamiento de potencia*

El diseño de las centrales de producción de frío debe realizarse con el objetivo de maximizar la eficiencia de cada una de las máquinas y mantener constante la eficiencia del sistema.

Si el límite inferior en la variación de la demanda térmica es un 10% menor que el límite inferior de la máquina se debe recurrir a la parcialización de la potencia suministrada.

El grado de parcialización de la maquinaria frigorífica por compresión mecánica movida por un motor eléctrico tendrá los dispositivos necesarios para reducir la potencia suministrada al sistema al variar la demanda de éste.

La Norma UNE 86-609 determina el grado de parcialización (Tabla 6.1) en función de la potencia térmica. Dicha parcialización podrá obtenerse escalonadamente o con continuidad.

**Tabla 6.1:** Grado de parcialización en función de la potencia térmica

Número mínimo de escalones de parcialización	Potencia nominal según UNE 86-609 (Kw) En régimen de frío (*)
1	50
2	160
3	340
4	650
6	1000

- en las condiciones I de la tabla 2 de la UNE 86-609

### 6.3 Elementos de regulación

Todos los sistemas de regulación, ubicados en la sala de calderas, deben poder ser telegestionados con un sistema de comunicación abierto.

#### 6.3.1 Sonda de temperatura de ambiente

Instalar una sonda por cada circuito. Situarla en una pared interior a 1,5 metros del nivel del suelo.

Cada sonda se instalada en un lugar tal que mida una temperatura promedio de la zona cubierta por su circuito correspondiente. No se ubicará allí donde una fuente de aire, una pared externa fría o caliente, la radiación solar o equipos considerados como fuentes de calor puedan afectarla.

No se deben instalar en ambientes donde el público tiene libre acceso (salas de esperas, pasillos, etc.).

Las sondas solo podrán regular un diferencial máximo de  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  sobre la consigna. Esta última se controlará desde la centralita de control de los equipos.

Las conexiones de las sondas a la central de regulación no han de circular paralelas próximas a otras conducciones eléctricas.

## **6.4 Sistemas de refrigeración individuales**

Se entiende por sistemas de refrigeración individuales aquellos sistemas de expansión directa.

Sólo se permitirá la instalación de este sistema cuando la superficie a refrigerar no supere el 25% del centro de salud y se debe cumplir con lo estipulado en el reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas MI IF 004, sobre la carga máxima de refrigerante por m<sup>3</sup> habitable por equipo.

## **6.5 Sistemas de refrigeración centralizados**

### *6.5.1 Sistemas todo aire*

#### *Unidades de tratamiento de aire (U.T.A.)*

- Las unidades deben ubicarse en la cubierta del edificio o en recintos específicos.
- Sólo se podrán utilizar los medios enfriadores de agua y los de expansión directa de refrigerantes.

#### *Recuperador*

Se utilizarán recuperadores cuando el caudal de aire de extracción sea superior a 0,5 m<sup>3</sup>/s. Los recuperadores a emplear deben impedir la recirculación de aire extraído. Respecto al aire de impulsión, se recomiendan los formados por doble batería en circuito cerrado. Se recuerda el cumplimiento de IT 1.2.4.5.2 del R.I.T.E.

#### *Ventiladores*

Estarán correctamente instalados para no transmitir vibraciones a los conductos. Además dispondrán de un silenciador para minimizar el ruido transmitido a los locales climatizados

#### *Filtros*

Se deberá instalar un filtro tipo bolsa F9 en la boca de impulsión y un prefiltro de superficie quebrada G4 para todas las bocas de entrada de aire a la U.T.A.

## Humectadores

Se utilizarán humectadores de vapor y cada climatizadora contará con un sistema autónomo.

### 6.5.2 *Sistemas todo agua*

Se recomiendan los sistemas de 2 tubos.

Las bandeja de condensados serán de acero inoxidable y tendrá una inclinación de 2% y estarán equipadas con un tubo de desagüe con sifón. En los casos en donde no se garantice la correcta evacuación del condensado por caída natural se instalarán una bomba para extraerlo. La conexión se realizara a pluviales o a un desagüe independiente. En ningún caso esta conexión se realizará a fecales.

Los niveles de ruidos provocados por los terminales no podrán superar los indicados del anexo IV de la Ley 5/2009 de 4 de junio, del ruido de Castilla y León "Niveles de Ruido".

## *Inductores*

Los inductores deben diseñarse conforme a los siguientes criterios:

El caudal principal del inductor cumplirá con el apartado 4.2.1 de esta directriz.

La velocidad del aire en la zona ocupada no debe superar lo indicado en el apartado 3.2.2 de esta directriz.

El coeficiente de inducción debe ser el más alto posible pero sin superar los 25 dB A en horario nocturno.

## *Fancoils*

Se recomienda que estos elementos solo se instalen en las zonas de administración.

Para obtener una temperatura uniforme en todo el local, conviene emplazar los emisores en la pared exterior del local en carga térmica máxima.

Si los fancoils son de consola deben cumplir con los siguientes puntos en cuanto a su instalación.

- No se ubicaran en nichos, ni se colocaran encima de los mismos repisas ni cualquier otro elemento que reduzcan su potencia calorífica.

- Se instalarán de forma que las tuberías no soporten ningún esfuerzo debido al peso del emisor.

## 6.6 Tuberías y accesorios

### 6.6.1 Generalidades

El sistema debe ser cerrado con retorno inverso.

La instalación de la red de tuberías se realizará de tal forma que permita el fácil acceso a la misma y a sus accesorios y además facilitar la instalación del aislante térmico en todo el su recorrido.

La velocidad del agua en las tuberías estará comprendida entre los 1,2 y 2,1 m/s.

### 6.6.2 Alimentación

La alimentación del circuito para su llenado se debe realizar con presión desde el punto de nivel geométrico más bajo, para favorecer la evacuación de aire hacia los puntos elevados.

Si la alimentación del circuito cerrado es directa, se instalará una válvula de prevención de inversión de flujo.

Si la alimentación es automática se anexará un contador de agua para la detección de fugas.

El diámetro mínimo de las conexiones según la potencia térmica de la instalación se elegirá según lo especificado en la Tabla 6.1, en función de la potencia frigorífica del circuito.

**Tabla 6.1:** Diámetro de la conexión de alimentación

Potencia frigorífica (kW)	DN (mm)
P<50	20
50<P<150	25
150<P<500	32
500<P	40

### 6.6.3 Vaciado

Las redes se diseñarán para que puedan vaciarse por zonas o en su totalidad.

El diámetro mínimo de la válvula para el vaciado total de la instalación se encuentra especificado en la tabla 6.2 en función de la potencia frigorífica del circuito.

**Tabla 6.2:** Diámetro de la conexión de vaciado

Potencia frigorífica (kW)	DN (mm)
P < 50	25
50 < P < 150	32
150 < P < 500	40
500 < P	50

#### 6.6.4 Purga

Todos los puntos altos del circuito dispondrán de dispositivos de purga, manual o automático de diámetro nominal no inferior a 15 mm.

Entre el purgador y el circuito existirá una llave de corte, con el fin de que puedan ser sustituidos sin tener que vaciar la instalación.

#### 6.6.5 Vaso de expansión

El vaso de expansión será cerrado y con diafragma. Los cálculos necesarios para la elección del mismo se efectuará siguiendo la Norma UNE 100-155.

Se instalará en la línea de conexión del vaso de expansión con el circuito una válvula de seguridad de 20 mm de diámetro nominal como mínimo, tarada a una presión de 0,5 bar por encima de la presión máxima de trabajo del vaso de expansión.

#### 6.6.6 Aislamiento térmico

El espesor de aislamiento se determinará conforme a lo establecido en el R.I.T.E. IT.1.2.4.2.1.3 "Procedimiento alternativo" siguiendo los criterios indicados en la norma UNE-EN ISO 12241.

Para evitar condensaciones intersticiales se instalará una adecuada barrera de vapor, la resistencia total será superior a 50 MPa.m<sup>2</sup> s/g, se consideran válidos los cálculos realizados siguiendo el procedimiento del apartado 4.3 de la norma UNE-EN-ISO 12241

Para evitar la congelación del agua en tuberías se aplicará un aislamiento calculado según UNE-ISO 12241. Los cálculos se efectuarán de acuerdo a la norma mediante un programa informático. Este tipo aislamiento sólo se debe aplicar al tramo de tubería que se encuentre expuesto a las temperaturas del aire menores que las del cambio de estado.

#### 6.6.7 Montaje

Se recuerda el cumplimiento de IT 2.1 en cuanto al montaje y en concreto que todas las redes de circulación de fluido portadores deben ser probadas su

estanqueidad de acuerdo a la I.T. 2.2.2 y la norma UNE-ENV 12108, en función del tipo de fluido transportado.

Los conectores flexibles deben tener un acabado de malla de acero inoxidable y su longitud mínima será la indicada en la tabla 6.4.

**Tabla 6.4:** Longitud mínima de conectores flexibles

<i>Diámetro (mm)</i>	<i>Longitud (mm)</i>
hasta 65 inclusive	300
de 80 a 100 inclusive	400
de 125 a 250 inclusive	600
de 300 en adelante	900

## **6.7 Conductos y accesorios**

Los conductos y accesorios deberán cumplir con las mismas condiciones de diseño que las detalladas en el apartado 4.3 “Diseño de los sistemas de ventilación” de esta directriz.

### *6.7.1 Montaje*

Se recuerda el cumplimiento de la norma UNE 12241 en cuanto a la instalación del material aislante en conductos y accesorios.

## **6.8 Documentación**

La puesta en marcha y recepción se llevará a efecto una vez entregado el proyecto de la instalación definitivo, por ser la base para realizar las siguientes comprobaciones.

La documentación mínima que debe contener este documento se especifica en el apartado 7 proyecto de esta directriz.

Se recuerda el cumplimiento de IT 2.4, IT 3.2 y IT 3.3 en cuanto a la documentación que la empresa instaladora debe documentar. Incluirá las pruebas de eficiencia energética de la instalación; el mantenimiento y uso de las instalaciones térmicas y el programa de mantenimiento preventivo.

## **6.9 Prueba y puesta en marcha y recepción**

Se recuerda el cumplimiento de IT 2.2 pruebas del R.I.T.E.

### 6.9.1 Pruebas de los equipos frigoríficos

En la instrucción MI IF 010 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas se indica que todo elemento de un equipo frigorífico que forme parte del circuito de refrigerante, debe ser probado antes de su puesta en marcha a una presión igual o superior a la del trabajo y nunca inferior a la que se especifica en una tabla en función del tipo de refrigerante y según pertenezca al sector de alta o baja presión del circuito, sin que manifieste pérdida o escape del fluido de prueba.

Para refrigerantes no incluidos en la tabla mencionada anteriormente, se utilizarán como presiones de prueba de estanquidad, las correspondientes a las presiones de saturación, a 60°C para el sector de alta y 40°C para el de baja.

El gas de prueba será nitrógeno, sin presencia de gases o mezclas combustibles en el interior del circuito, y se le añadirá cuando sea posible, un aditivo para la detección de fugas.

Además se debe considerar las siguientes pruebas:

- Funcionamiento de la regulación automática.
- Exigencias de ahorro de energía.
- Rendimiento de equipos frigoríficos.
- Condiciones de funcionamiento y rendimiento, en su caso en los equipos en que se produce transferencia térmica: intercambiadores, climatizadores, etc.
- Consumo de motores.
- Exigencias de bienestar.
- Mediciones de condiciones ambientales de temperatura, ruidos y vibraciones. Las normas UNE-EN 28996, UNE-EN-ISO 7933 y ASHRAE Std. 55.

### 6.9.2 Pruebas de estanqueidad en la red de tuberías

Las pruebas se realizarán bajo la responsabilidad del instalador frigorista autorizado, en su caso, del técnico competente director de la instalación, quienes una vez realizadas satisfactoriamente, extenderán el correspondiente certificado, que se unirá al dictamen establecido en el capítulo VII del Reglamento de Seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas y en la instrucción MI-IF 014.

La prueba tendrá la duración necesaria para verificar visualmente la estanqueidad de todas y cada una de las uniones. En caso de tener alguna fuga se reemplazará la parte defectuosa o averiada con material nuevo.

Se deben repetir las pruebas de estanquidad por cada componente reemplazado en el sistema hasta que se verifique la estanquidad completa de la red.

#### **6.10 Comprobaciones generales**

Las comprobaciones generales se deben realizar para todos los elementos que están involucrados en la instalación siguiendo el procedimiento de muestreo descrito en el anexo 5.

#### **6.11 Recepción de la instalación**

Para la recepción de estas instalaciones se aplicará la norma UNE-EN 12599, Ventilación de edificios, procedimiento de ensayo y método de medición para la recepción de los sistemas de ventilación y de climatización instalados.

#### **6.12 Plan de mantenimiento**

Con la entrega del proyecto se debe adjuntar el plan de mantenimiento general del sistema y de cada uno de los equipos que lo componen, que cumpla con la IT.3 Mantenimiento y uso del R.I.T.E.

## 7 PROYECTO

La documentación referente a las instalaciones de climatización y ventilación para obras del SACYL se ajustará a los siguientes apartados:

- Memoria descriptiva y anejos de cálculo
- Planos y esquemas
- Pliego de condiciones técnicas
- Mediciones y presupuesto

Esta documentación podrá formar parte del proyecto de ejecución del edificio o redactarse como un proyecto parcial de aquél. En todo caso se materializará en soporte papel y en soporte informático con ficheros tipo “pdf” (o bien tipo “doc” para la documentación escrita y “dwg” o “dxf” para la gráfica)

### 7.1 Memoria descriptiva y anejos de cálculos

La memoria del proyecto será descriptiva en sus componentes y justificativa en la elección de los sistemas proyectados, en el proceso de su dimensionado, y en el cumplimiento de la legislación vigente. Sus capítulos serán los que a continuación se relacionan.

#### 7.1.1 Identificación del trabajo

Objeto del proyecto, emplazamiento de la instalación y antecedentes si los hubiera.

#### 7.1.2 El espacio a acondicionar

Descripción arquitectónica de la edificación, alturas, orientaciones y entorno físico

Resumen de superficies útiles y sus volúmenes.

Descripción de los horarios de uso (diarios, semanales, mensuales y anuales) y las ocupaciones previstas

#### 7.1.3 Los cerramientos

Descripción de la envolvente del edificio y de las particiones con recintos no climatizados: muros y acristalamientos. Transmitancias de todos los elementos constructivos. Radiación solar y protecciones solares. Con datos refrendados por la normativa, los fabricantes o fuentes de reconocida solvencia

#### *7.1.4 Sistema o sistemas de climatización elegidos*

Descripción detallada de la instalación proyectada y exposición de criterios que han llevado a optar por la solución o soluciones adoptadas: la ocupación, la orientación y el horario de funcionamiento, el reparto de gastos de explotación el mantenimiento, etc.

Se hará especial mención a las medidas de ahorro de energías convencionales y al posible uso de las renovables.

#### *7.1.5 Método del cálculo de cargas*

Descripción del método utilizado y su origen. Condiciones exteriores de cálculo de solvencia, con justificación de los niveles percentiles adoptados. Condiciones interiores de cálculo con las siguientes especificaciones:

- Temperatura seca de invierno y de verano
- Humedades relativas o temperaturas húmedas de invierno y verano
- Tolerancias sobre temperaturas y humedades
- Caudales de ventilación y posibles infiltraciones
- Niveles sonoros adoptados
- Velocidades del aire en las zonas ocupadas

Evaluación de las potencias según horarios: potencia máxima y potencia máxima simultánea. Previsión de consumos energéticos anuales: cómputo de energía convencional y de energía renovable.

#### *7.1.6 Fuentes energéticas y salas de máquinas*

Descripción y procedimiento para el dimensionado de depósitos de combustible, quemadores, calderas y chimeneas, de enfriadoras de agua y de bombas de calor.

La descripción y cálculo de las centrales de producción de frío y calor. Debe incluir las cargas térmicas de los locales, los factores de simultaneidad, las pérdidas a través de las redes de transporte, las ganancias por transformaciones en energía térmica de las potencias absorbidas por los motores de las bombas y los ventiladores, así como la eficiencia de la maquinaria.

Se explicarán los criterios de parcialización adoptados para cada central, indicando su relación con los subsistemas de climatización y su horario de funcionamiento.

#### *7.1.7 Las redes de tuberías*

Se describirán los circuitos hidráulicos en los que se ha dividido la red de distribución de energía térmica (circuitos primarios, secundarios etc.), el número de bombas o grupos de bombas, los sistemas de expansión, los sistemas de acumulación e inercia etc. En el caso de que no se utilice agua como fluido caloportador, se incluirán las características principales de los fluidos utilizados (composición, densidad, viscosidad, temperaturas de congelación y evaporación etc.).

Descripción y procedimiento para el dimensionado de depósitos de inercia, depósitos de expansión, bombas, filtros, válvulas, tuberías, dilatadores y coquillas así como de los posibles fan-coil. Temperaturas, presiones y valores de los factores de transporte de las distintas redes.

#### *7.1.8 Unidades de tratamiento de aire*

Selección de las distintas unidades de tratamiento de aire, con indicación de los parámetros que se hayan utilizado para el diseño de cada uno de sus componentes (compuertas, filtros, baterías, ventiladores etc.)

#### *7.1.9 Las redes de conductos*

Descripción y procedimiento para el dimensionado de las unidades de tratamiento de aire, de conductos de aire, difusores y rejillas. Factor de transporte de las distintas redes. Aire de las ventilaciones y sistemas adoptados en locales auxiliares.

Se incluirá la selección de los ventiladores, indicando, por lo menos, el caudal, las presiones estática y dinámica, el rendimiento, la velocidad de rotación, la potencia absorbida y la potencia instalada de cada uno de ellos.

#### *7.1.10 Unidades terminales*

Selección de las unidades terminales, tales como fan-coil o ventilo-convectores, radiadores, difusores, rejillas etc., indicando los parámetros de funcionamiento de cada unidad que proporciona el fabricante.

#### *7.1.11 Sistemas de control*

Descripción detallada de los elementos de medición y control para la producción de energía térmica, para los subsistemas de climatización y para los locales climatizados. La descripción se dividirá en tres apartados: control de la producción de energía térmica; control de los subsistemas de climatización y control ambiental de los locales climatizados.

### *7.1.12 Normativa de aplicación*

Relación de la normativa que es de aplicación y que se ha observado en cada parte del proyecto.

### *7.1.13 Anejos de cálculo*

De cargas térmicas, centrales térmicas, chimeneas, de redes de tuberías y sistemas de expansión y de redes de conductos. Unidades de tratamiento de aire y elementos terminales. Con las referencias de los programas informáticos empleados en su caso.

### *7.1.14 Memoria justificativa de los programas LIDER y CALENER-GT.*

Memoria generada por el programa LIDER del cumplimiento de CTE HE-1 por el método prestacional y memoria generada por el programa del CALENER GT, obteniendo una calificación energética clase B.

## **7.2 Planos y esquemas**

Esquemas y tablas se definirán con una resolución suficiente para poder visualizar todos sus datos sin dificultad.

La presentación en papel estará a una escala no menor de 1:50

La documentación gráfica del proyecto estará compuesta por un conjunto de esquemas, plantas y detalles con la suficiente información como para poder ejecutar fielmente la instalación proyectada.

### *7.2.1 Esquemas de principio*

Se adjuntarán los esquemas de principio de la instalación completa:

- Fuentes energéticas y sus accesorios
- Redes de tuberías, sus accesorios y sus unidades terminales
- Redes de conductos, sus accesorios, y sus unidades terminales
- Unidades de tratamiento de aire con sus secciones y sus accesorios
- Sistema de control

Todos los componentes de los esquemas de principio estarán dimensionados con sus parámetros característicos funcionales, esto es, potencias, caudales, secciones, presiones, eficacias de filtros, etc.

Los esquemas se acompañarán de tablas con las características funcionales de equipos productores de frío y calor, unidades terminales y unidades de tratamiento.

### *7.2.2 Plantas de la instalación*

Sobre la referencia de las plantas de distribución del edificio se emplazarán los componentes de la instalación:

- Fuentes energéticas y sus accesorios
- Redes de tuberías y sus unidades terminales
- Redes de conductos y sus unidades terminales
- Unidades de tratamiento de aire
- Unidades de control

Las centrales, los conductos y los elementos terminales estarán dibujados a la misma escala de la planta en la que se sitúan. Las redes estarán dimensionadas con sus secciones y las unidades terminales con su tamaño

Todos los planos se definirán con una resolución suficiente para poder visualizar todos sus datos sin dificultad. (La presentación en papel estará a una escala no menor de 1:100)

### *7.2.3 Detalles de la instalación*

Se consideran detalles al conjunto de la documentación gráfica que completa la definición física de la instalación:

- Alzados de salas de máquinas
- Evacuación de humos
- Secciones de cruces de conductos
- Conexiones de centrales y unidades terminales
- Otros puntos singulares

Los detalles estarán dibujados a escala y tendrán un nivel de detalle suficiente para reconocer todos sus componentes.

## **7.3 Pliego de condiciones técnicas**

Este apartado se dedicará a especificar las características técnicas que deben cumplir los materiales, los equipos y el proceso de montaje de la instalación. Se organizará por capítulos según el orden y contenido que se expresa a continuación.

### *7.3.1 Generalidades*

Planificación, acopios, ayudas de otros oficios, obras auxiliares etc.

### *7.3.2 Fuentes energéticas*

Depósitos de combustible, quemadores, calderas y chimeneas

Enfriadoras de agua. Bombas de calor

### *7.3.3 Redes de tuberías*

Depósitos de inercia, depósitos de expansión, bombas, filtros, válvulas, tuberías, dilatadores y coquillas. Torres de refrigeración. Fan-coil e inductores.

### *7.3.4 Redes de conductos*

Conductos, compuertas, difusores y rejillas

### *7.3.5 Unidades de tratamiento de aire*

Unidades de tratamiento de aire: formatos, secciones de mezclas, secciones de baterías, filtros, ventiladores

### *7.3.6 Unidades de control*

Elementos de medición y control

## **7.4 Mediciones y presupuesto**

Existirá un presupuesto global del Centro de Salud que contenga la suma de todas las instalaciones y partes del proyecto global.

En este apartado se describirán todas las partidas necesarias para realizar la instalación, especificando la unidad de medición, el número de unidades, el precio unitario de ejecución material de cada unidad y el precio total de la partida. No se admiten partidas alzadas.

A su vez las partidas se agruparán por capítulos, de los que se obtendrá el valor de cada uno y como presupuesto la suma de los anteriores. Los capítulos y su contenido serán los que se exponen a continuación.

- Fuentes energéticas: depósitos de combustible, quemadores, calderas, chimeneas, enfriadoras de agua. Bomba de calor.
- Redes de tuberías: depósitos de inercia, depósitos de expansión, bombas, filtros, válvulas, tuberías, dilatadores y coquillas. Torres de refrigeración. Fan-coil e inductores.
- Redes de conductos: conductos, compuertas, difusores y rejillas.

- Unidades de tratamiento de aire: unidades de tratamiento de aire: formatos, secciones de mezclas, secciones de baterías, filtros, ventiladores
- Unidades de control: elementos de medición y control.

## ANEXO 1 Normativa nacional relacionadas con esta directriz.

- REAL DECRETO 47/2007, de 19 de enero, por el que se aprueba el Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva construcción.
- Orden VIV/984/2009, de 15 de abril, por la que se modifican determinados documentos básicos del Código Técnico de la Edificación aprobados por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, y el Real Decreto 1371/2007, de 19 de octubre.
- Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Texto refundido con modificaciones del RD 1371/2007, de 19 de octubre, y corrección de errores del BOE de 25 de enero de 2008.
- Orden Ministerial VIV/984/2009, de 15 de abril (BOE 23/04/2009)
- CTE. DB-SI Seguridad en caso de incendios.
- CTE DB-SU Seguridad de utilización.
- CTE DB-HS Salubridad.
- CTE DB-HE Ahorro de energía.
- UNE-EN 1365 “Resistencia al fuego de elementos portantes”.
- UNE-EN 1364 “Ensayos de resistencia al fuego de elementos no portantes”.
- UNE-EN 20324 “Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)”.
- Real Decreto 1523/1999, de 1 de octubre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones petrolíferas, aprobado por Real Decreto 2085/1994, de 20 de octubre, y las instrucciones técnicas complementarias MI-IP03, aprobada por el Real Decreto 1427/1997, de 15 de septiembre, y MI-IP04, aprobada por el Real Decreto 2201/1995, de 28 de diciembre
- UNE-EN 50194 “Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos”.
- UNE-EN 50244 “Aparatos eléctricos para la detección de gases combustibles en locales domésticos. Guía de selección, instalación, uso y mantenimiento”.
- UNE-EN 50054 “Redes de estaciones meteorológicas automáticas: Directrices para la validación de registros meteorológicos procedentes de redes de estaciones automáticas. Validación en tiempo real”.
- Real Decreto 3099/1977, de 8 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.
- Real Decreto 394/1979, de 2 de febrero, por el que se modifica el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.
- Orden de 24 de Enero de 1978, por la que se aprueban las Instrucciones Complementarias denominadas Instrucciones MI-IF con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.
- Orden de 23 de noviembre de 1994 por el que se adaptan al progreso técnico las instrucciones técnicas complementarias MI-IF 002, MI-IF 004, MI-

IF 009, y MI-IF 010 del reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.

- Orden CTE 3190/2002, de 5 de diciembre, por la cual se modifican las instrucciones Técnicas Complementarias MI-IF002, MI-IF004 y MI-IF009 del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas
- UNE-EN-ISO 7730 “Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005)”.
- UNE-EN 13779 “Ventilación de los edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos”.
- UNE 74105 “Acústica. Métodos estadísticos para la determinación y la verificación de los valores de emisión acústica establecidos para las máquinas y equipos”.
- Decreto 3/1995 de Castilla y León, de 12 de enero, por el que se establecen las condiciones a cumplir por los niveles sonoros o de vibraciones producidos en actividades clasificadas.
- UNE 100.153 “Climatización. Soportes antivibratorios. Criterios de selección”.
- UNE-EN 13779 “Ventilación de los edificios no residenciales. Requisitos de prestaciones de sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos”.
- UNE-EN 12237” Ventilación de edificios. Conductos. Resistencia y fugas de conductos circulares de chapa metálica”.
- ISO 10508 “Plastics piping systems for hot and cold water installations -- Guidance for classification and design”.
- UNE 100155 “Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión”.
- Real Decreto 275/1995 (BOE 27-3-1995) dicta las disposiciones de aplicación de la directiva del consejo de las comunidades europeas 92/42/CEE, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos, modificada por la directiva 93/68/CEE del consejo.
- UNE-EN 1264 “Calefacción por suelo radiante. Sistemas y componentes”.
- UNE-EN 12599 “Ventilación de edificios. Procedimientos de ensayo y métodos de medición para la recepción de los sistemas de ventilación y de climatización instalados”.
- UNE 86609 “Maquinaria frigorífica de compresión mecánica. Fraccionamiento de potencia”.
- UNE-EN-ISO 12241” Aislamiento térmico para equipos de edificación e instalaciones industriales. Método de cálculo. (ISO 12241:1998)”
- UNE-ENV 12108 “Sistemas de canalización en materiales plásticos. Práctica recomendada para instalaciones en el interior de la estructura de los edificios de sistemas de canalización a presión de agua caliente y fría destinada al consumo humano”.
- UNE 100171 “Climatización. Aislamiento térmico. Materiales y colocación”.

- UNE-EN 28996 “Ergonomía. Determinación de la producción de calor metabólico. (ISO 8996:1990)”.
- UNE-EN-ISO 7933 “Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada. (ISO 7933:2004)”.
- ASHRAE Std.55 “Thermal environmental conditions for human occupancy”.

ANEXO 2 Actividad metabólica

**Tabla 1: Actividad metabólica según el tipo de zona**

<i>Local</i>	<i>met</i>
Admisión (Conserjería /Recepción/ Administración)	1.2
Archivo	1.2
Consulta/Reconocimiento tipo	1.3
Consulta/ Tratamiento enfermería	1.3
Tratamientos/ Urgencias	1.3
Odontología /ORL/ Oftalmología	1.3
Rehabilitación/Usos múltiples	
Rayos X	1.6
Toma de muestras/clasificación	1.3
Laboratorio básico	1.3
Esperas	
C/R	1
C/T ATS y Poliv	1
Odontología	1
Urgencias	1
Zona Administrativa	1
Estar personal	1
Biblioteca y sala de juntas	1.2
Despacho	1.3
Dormitorios personal de guardia	1
Sala Observación Urgencias	1.6
Oficio cocina	1.6
Almacén de farmacia y/o material limpio	-
Aseos públicos general (mínimo)	1.3
Mantenimiento	2.0
Vestíbulo acceso principal	1.3
Pasillos	1.3

### ANEXO 3 Ocupación mínima por locales

**Tabla 1: Ocupación mínima por local**

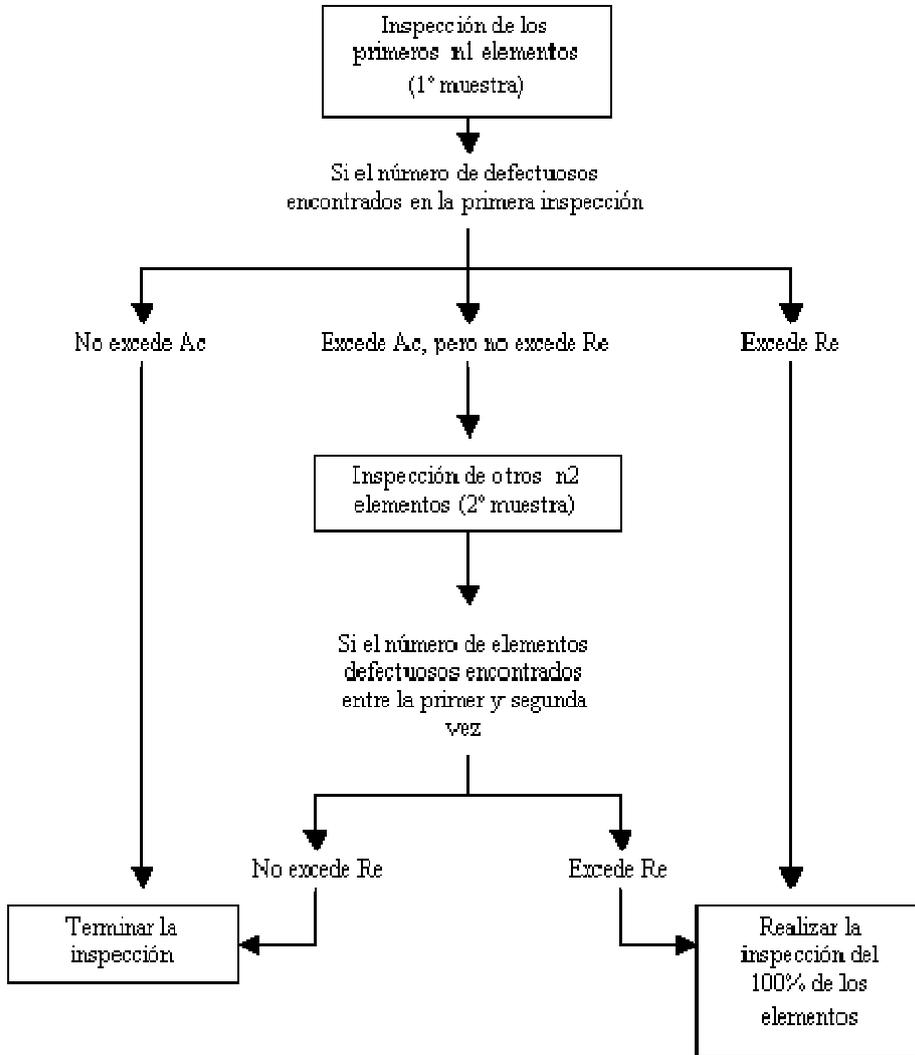
<i>Local</i>	<i>Personas/m<sup>2</sup></i>	<i>Personas/local</i>
Vestíbulo (Conserjería / Recepción / Administración / Pasillos)	0,25	
Archivo	0,02	
Consulta / Reconocimiento tipo		3
Consulta / Tratamiento enfermería		3
Tratamientos / Urgencias		4
Odontología / ORL / Oftalmología		3
Rehabilitación / Usos múltiples	0,5	
Rayos X	0,25	
Toma de muestras / Clasificación	0,5	
Laboratorio básico	0,5	
Zonas de espera	0,5	
Estar personal	0,5	
Biblioteca juntas	0,3	
Despachos		3
Dormitorios personal de guardia	0,3	
Sala observación urgencias	0,3	
Oficio cocina		
Almacén de material de limpieza		
Almacén de sucio		
Almacén de farmacia y/o material limpio		
Aseos		1
Aseos / Vestuario personal	1	1

#### ANEXO 4 Suelo radiante

Para la correcta ejecución del suelo radiante deben realizarse los siguientes pasos:

- Colocar, fijar y conectar los tubos a los colectores de ida y retorno.
- Realizar una prueba de presión a 10 bares durante 12 horas. Si en las dos primeras horas hay una bajada de presión se restablecerá la presión y se comprobará que no vuelve a descender.
- Transcurridas 12 horas comprobando que no haya pérdidas, se reducirá la presión a 4 bares, que permanecerá hasta la puesta en marcha. Si existe en la zona posibilidades de heladas se debe añadir anticongelante al agua en porcentaje suficiente para que no existe problemas de congelación.
- El hormigón o mortero de cemento, siempre que sea posible, se echara en el sentido longitudinal de los tubos ya colocados. Debe quedar bien nivelado, siendo conveniente aditivar a la masa con un fluidificante para que los tubos queden bien recubiertos. El secado tendrá la duración acostumbrada estando prohibido calentar el suelo prematuramente para acelerar el secado.
- Colocación del acabado superficial. Es necesario que el pavimento esté seco y además haya sufrido la dilatación normal de uso. Para ello es necesario tener conectada la calefacción unos días antes de colocar el revestimiento del suelo a la temperatura de régimen normal de trabajo más un 10%. Transcurridos unos días (una semana, como mínimo) se podrá instalar el pavimento.
- Para evitar fisuras en el acabado del suelo por dilatación, deberán colocarse juntas de dilatación en el pavimento siempre que se supere los 40 m<sup>2</sup> o cuando la longitud sea mayor de 10 metros. La junta será total, es decir separará de arriba a abajo la placa de pavimento hasta el revestimiento del suelo, cubriéndolas posteriormente con material termoplástico.

## ANEXO 5 Procedimiento de muestreo doble



**Figura 1:** Diagrama de muestreo doble

Para poder llevar a cabo este procedimiento se debe seguir los siguientes pasos:

1. Consulte la tabla 1 y localice la letra de código correspondiente al tamaño de la muestra.
2. Con la letra obtenida en el paso anterior se consulta la tabla 2 en donde se obtiene la cantidad de elementos para la primera y segunda muestra y las cantidades AC y Re.

Las comprobaciones a realizar son las siguientes:

- Se realizará una comprobación de que los equipos instalados coinciden con los equipos que figuran en proyecto en cuanto a marca y características técnicas.
- Se realizará una comprobación de que los equipos están instalados según los esquemas de principio de proyecto y perfectamente conectados para su funcionamiento.
- Se realizará una comprobación de funcionamiento de los equipos instalados según lo especificado en proyecto. En caso de que exista discrepancias de funcionamiento se deben acordar las mediciones suplementarias con la empresa contratista.

Además se debe realizar:

- Una prueba de equilibrado hidráulico de la instalación. Para ello la empresa instaladora deberá disponer de los equipos necesarios para tal prueba.
- Una prueba de funcionamiento de los sistemas de regulación. Para ello se pondrá la instalación en funcionamiento y a régimen térmico. En esta prueba se realizará el ajuste de la regulación.

Tabla 1: Tamaño de la muestra

<b>Cantidad de elementos</b>	<b>Nivel de inspección II</b>
2 a 8	A
9 a 15	B
16 a 25	C
26 a 50	D
51 a 90	E
91 a 150	F
151 a 280	G
281 a 500	H
501 a 1.200	J
1.201 a 3.200	K
3.201 a 10.000	L
10.001 a 35.000	M
35.001 a 150.000	N
150.001 a 500.000	P
500.001 a más	Q

**Tabla 2:** Tabla de muestreo doble

Letra de código para la cantidad de elementos a	Muestra	Cantidad de elementos a inspeccionar	Cantidad de elementos acumulados entre las dos	Nivel de calidad aceptable de 4% (Inspección Rigurosa)	
				Ac	Re
A				↓	
B	1° 2°	2 2	2 4		
C	1° 2°	3 3	3 6	●	
D	1° 2°	5 5	5 10	↓	
E	1° 2°	8 8	8 16		
F	1° 2°	13 13	13 26	0 1	2 2
G	1° 2°	20 20	20 40	0 3	3 4
H	1° 2°	32 32	32 64	1 4	4 5
J	1° 2°	50 50	50 100	2 6	5 7
K	1° 2°	80 80	80 160	3 11	7 12
L	1° 2°	125 125	125 250	3 15	10 16
M	1° 2°	200 200	200 400	6 23	14 24
N	1° 2°	315 315	315 630	↑	
P	1° 2°	500 500	500 1.000		
Q	1° 2°	800 800	800 1.600		
R	1° 2°	1.250 1.250	1.250 2.500		
S	1° 2°	2.000 2.000	2.000 4.000		

Notas: Flecha hacia abajo usar plan de muestreo inferior, si el tamaño de muestra es igual o excede el tamaño del lote, hacer inspección del 10%.

Flecha hacia arriba usar plan de muestreo superior.

Ac, número de aceptación

Re, número de rechazos

- Utilizar el plan de muestreo simple (con la posibilidad de utilizar el plan de muestreo doble de la tabla 3).

**Tabla 3:** Tabla de muestreo simple

Letra de código para la cantidad de elementos a inspeccionar	Cantidad de elementos a inspeccionar	Nivel de calidad aceptable de 4% (Inspección Rigurosa)	
		Ac	Ac
A	2		
B	3		
C	5	0	1
D	8		
E	13		
F	20	1	2
G	32	2	3
H	50	3	4
J	80	5	6
K	125	8	9
L	200	12	13
M	315	18	19
N	500		
P	800		
Q	1.250		
R	2.000		

Notas: Flecha hacia abajo usar plan de muestreo inferior, si el tamaño de muestra es igual o excede el tamaño del lote, hacer inspección del 10%.

Flecha hacia arriba usar plan de muestreo superior.

Ac, número de aceptación

Re, número de rechazos.