



MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Fin de Máster

Climatización de un polideportivo acuático en Cáceres

Autor: Diego Ybarra Arana

Director: Javier Martín Serrano

Madrid

Julio 2024

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
Climatización de un parque acuático
en Cáceres

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2023/2024 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Diego Ybarra Arana

Fecha: 27/ 06/ 2024



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Javier Martín Serrano

Fecha: 28/ 06/ 2024



MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Trabajo de Fin de Máster

Climatización de un polideportivo acuático en Cáceres

Autor: Diego Ybarra Arana

Director: Javier Martín Serrano

Madrid

Julio 2024

DISEÑO DE LA CLIMATIZACION DE UN POLIDEPORTIVO ACUATICO EN CÁCERES

Autor: Ybarra Arana, Diego

Director: Martín Serrano, Javier

Entidad colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

El objetivo de este proyecto es diseñar un sistema completo de climatización para un centro acuático ubicado en la ciudad de Cáceres. Este diseño garantizará el cumplimiento de las normativas técnicas y legales vigentes.

En primer lugar, será necesario realizar un estudio meteorológico completo de la zona donde se encuentra el centro, para poder seleccionar los equipos necesarios para combatir sus cargas de verano e invierno. Como medida de diseño se diseña la instalación usando como referencia el día más caluroso en verano y el día más frío en invierno. Se establecerán las condiciones de humedad y temperatura para el diseño según las necesidades de cada sala. Las características constructivas del edificio, teniendo en cuenta desde los materiales de construcción hasta la orientación de las distintas estancias dentro del edificio, también serán imprescindibles en este estudio de cargas térmicas.

El edificio consta de tres plantas: una planta sótano, una planta baja (a nivel del suelo), y una primera planta. Además, cuenta con una planta bajo cubierta y con una zona de piscina que ocupa la altura total de las tres plantas descritas.

Este proyecto se centrará en un estudio detallado de las áreas principales de acceso: un vestíbulo de entrada, una tienda y un parque infantil; y la zona de la piscina, que incluye una piscina de competición de tamaño semiolímpico.

Se instalan fan-coils con su climatizador central de tratamiento de aire para las zonas más pequeñas como la tienda y el parque infantil. Son fan-coils de tipo cassette conectados al falso techo ideales para controlar de manera individualizada pequeños recintos. Un climatizador de todo aire exterior se encarga de climatizar toda la zona del vestíbulo debido a su extenso tamaño. Por último, en la zona de la piscina se instalará un deshumectador capaz de extraer del local el aire húmedo generado por la evaporación del agua, tratarlo con aire exterior y un ciclo de Carnot para impulsar aire a condiciones óptimas de nuevo al local.

En total, será necesario gestionar 205,000 W en condiciones de verano y una carga de invierno de 181,000 W. Para la gestión de agua caliente y fría necesaria en los equipos climáticos se emplean bomba de calor de dos tubos, siendo capaces de proporcionar agua caliente en invierno y agua fría en verano. Una bomba de calor suministrará agua únicamente a la deshumectadora de la piscina. Por otro lado, otra bomba gestiona el resto de equipos de climatización.

Se ha estimado un presupuesto de material para esta instalación de 170,224.75 €.

DESIGN OF THE AIR CONDITIONING SYSTEM FOR AN AQUATIC SPORTS CENTER IN CÁCERES

Author: Ybarra Arana, Diego

Director: Martin Serrano, Javier

Collaborating entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

The objective of this project is to design a comprehensive air conditioning system for an aquatic center located in the city of Cáceres. This design will ensure compliance with current technical and legal regulations.

Firstly, it will be necessary to conduct a complete meteorological study of the area where the center is located to select the necessary equipment to manage its summer and winter loads. As a design measure, the installation will be designed using the hottest day in summer and the coldest day in winter as references. Humidity and temperature conditions will be established for the design according to the needs of each room. The construction characteristics of the building, considering everything from construction materials to the orientation of the different rooms within the building, will also be essential in this thermal load study.

The building consists of three floors: a basement, a ground floor (at ground level), and a first floor. Additionally, it has an attic and a pool area that spans the total height of the three described floors.

This project will focus on a detailed study of the main access areas: an entrance lobby, a shop, and a children's play area, as well as the pool area, which includes a semi-Olympic competition pool.

Fan-coils with a central air treatment unit will be installed for smaller areas like the shop and the children's play area. These are cassette-type fan-coils connected to the false ceiling, ideal for individually controlling small spaces. An all-outdoor air handler will air condition the entire lobby area due to its large size. Lastly, a dehumidifier will be installed in the pool area, capable of extracting humid air generated by water evaporation, treating it with outdoor air and a Carnot cycle, and then supplying air at optimal conditions back to the area.

In total, it will be necessary to manage 205,000 W in summer conditions and a winter load of 181,000 W. For the management of hot and cold water required by the climate control equipment, two-pipe heat pumps will be used, capable of providing hot water in winter and cold water in summer. One heat pump will supply water only to the pool dehumidifier. Another pump will manage the rest of the climate control equipment.

A material budget for this installation has been estimated at €170,224.75.

MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. Memoria descriptiva.....	Error! Bookmark not defined.
1.1. Objetivo del proyecto	10
1.2. Normativa aplicada	10
1.3. Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	41
1.4. Descripción del proyecto	11
1.5. Hipótesis de diseño	11
1.5.1. Condiciones de funcionamiento	11
1.5.2. Condiciones de ventilación.....	12
1.5.3. Condiciones exteriores.....	12
1.5.4. Condiciones interiores	13
1.5.5. Características constructivas.....	13
1.5.6. Nivel de ocupación y cargas internas	14
1.6. Cálculos para climatización del vaso de la piscina.....	15
1.6.1. Perdidas por evaporación de agua de vaso	15
1.6.2. Perdidas por transmisión en paredes del vaso.....	16
1.6.3. Perdidas por las renovaciones de agua del vaso.....	17
1.6.4. Perdidas por convección de calor	17
1.6.5. Perdidas por radiación de calor	17
1.6.6. Cálculo de la potencia para puesta a régimen de la piscina	18
1.6.7. Resultados.....	18
1.6.8. Selección de equipo para climatizar el vaso de la piscina	19
1.7. Cálculo de cargas térmicas	20
1.7.1. Cargas de verano.....	21
1.7.2. Cargas de invierno	23
1.7.3. Resultados obtenidos de las cargas térmicas	24
1.8. Diseño de la instalación y selección de equipos	26
1.8.1. Selección de climatizador del vestíbulo.....	26
1.8.2. Selección de Fan-Coils y climatizador central.....	31
1.8.3. Selección de equipos de deshumectación para el local de la piscina	33
1.8.4. Selección de equipo de refrigeración y calentamiento hidráulico	34
1.9. Red de tuberías	36
1.9.1. Selección de las bombas	36
1.10. Red de conductos de aire.....	37
1.10.1. Selección de rendijas y difusores.....	38
Presupuesto	39

1.1. Objetivo del proyecto

Dentro del objetivo final de diseño y desarrollo del sistema complejo y eficiente de climatización existen una serie de pasos y objetivos a ir consiguiendo a lo largo del trabajo. El primero de los objetivos, y muy necesario, es el cálculo de las cargas térmicas, tanto de verano como de invierno, y estudio de las más desfavorables para proceder con el cálculo de los equipos centrales y terminales. Antes de la selección de los equipos necesarios (centrales, terminales, bombas, vasos de expansión...) será también necesario hacer los cálculos hidráulicos necesarios.

Con la mayoría de los cálculos completados y teniendo una idea de los rangos del sistema, se acometerá a la redacción de la memoria y poner en contexto los cálculos obtenidos y las interpretaciones correspondientes, incluyendo descripciones y explicaciones de los diferentes criterios de selección y normativa aplicada. Otros objetivos de esta parte de interpretación y redacción también son el conocimiento y entendimiento de la normativa aplicable y de cumplimiento obligatorio, así como el conocimiento e interpretación de planos de arquitectura e ingeniería.

Por último, será también necesario aprender a manejar los programas de diseño gráfico para la elaboración y trabajo de planos. Dentro de esta parte del proyecto el diseño de los sistemas de control e instalación eléctrica del proyecto también se llevará acabo, por lo que será necesario entender bien los requerimientos para conseguir un correcto diseño de arquitectura de control integrado, así como el del cuadro y líneas de alimentación de los consumidores.

1.2. Normativa aplicada

A la hora de diseñar la climatización de un polideportivo con piscina climatizada, es fundamental cumplir con diversas normativas vigentes que aseguran la eficiencia energética, la seguridad y el confort. Aquí se presenta una lista de normativas y reglamentos relevantes en España:

1. **Código Técnico de la Edificación (CTE):**
 - **CTE DB HE:** Ahorro de Energía
 - **CTE DB HS:** Salubridad
 - **CTE DB SI:** Seguridad en caso de incendio
2. **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE):**
 - **RD 1027/2007:** Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios
 - **Modificaciones del RITE:** RD 1826/2009 y RD 238/2013
3. **Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas:**
 - **RD 138/2011:** Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias
4. **Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIED):**
 - **RD 2267/2004**
5. **Normas UNE (Asociación Española de Normalización):**
 - **UNE-EN 12831:** Método de cálculo de las cargas térmicas de diseño

- **UNE-EN 13779:** Ventilación de edificios no residenciales
- **UNE-EN 15232:** Eficiencia energética de los edificios. Impacto de la automatización, la gestión técnica de los edificios y la gestión técnica de la energía
- 6. **Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios (RIPCI):**
 - **RD 513/2017**
- 7. **Normativa de Higiene y Seguridad en Piscinas de Uso Colectivo:**
 - **RD 742/2013:** Criterios técnico-sanitarios de las piscinas
- 8. **Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL):**
 - **Ley 31/1995:** Ley de Prevención de Riesgos Laborales
- 9. **Reglamento de Instalaciones de Climatización y Ventilación:**
 - **Normativa UNE-EN ISO 7730:** Ergonomía de los ambientes térmicos
 - **Normativa UNE-EN ISO 13788:** Condiciones higrométricas interiores
- 10. **Normativas Locales y Autonómicas:**
 - Regulaciones específicas que puedan aplicarse según la comunidad autónoma o el municipio donde se encuentra el polideportivo.

Estas normativas y reglamentos son esenciales para garantizar un diseño de climatización eficiente, seguro y conforme a los estándares de calidad y confort requeridos para un polideportivo con piscina climatizada.

1.3. Descripción del proyecto

El polideportivo en el que se centra este proyecto de climatización está compuesto principalmente por tres plantas en el lado oeste; sótano, planta baja y la primera, y por una zona extensa que ocupa la altura de los tres pisos que contiene piscinas. Además, existe un segundo sótano con maquinaria y una zona bajocubierta encima del primer piso.

El objetivo de este proyecto consiste en climatizar las salas principales de la planta baja; donde está en acceso al exterior y a la piscina, el local donde se encuentra la piscina y la misma piscina.

Los locales principales de la primera planta son el vestíbulo de entrada, la tienda y el parque infantil.

La piscina objetivo a climatizar en el proyecto es una piscina semiolímpica de 25 metros de largo y 12,5 metros de ancho. Tiene una profundidad mínima de 0,8 metros y una máxima de 2. La superficie de la lamina de agua, por tanto, es de 312,5 m² y el volumen total de 546,88 m³.

1.4. Hipótesis de diseño

1.4.1. Condiciones de funcionamiento

El polideportivo estará abierto de lunes a viernes de 8.00 a 22.00, y de 9.00 a 14.00 los sábados y domingos. Sumando las 80 horas semanales de funcionamiento, el local abriría un total de 4160 horas anuales.

1.4.2. Condiciones de ventilación

La categoría de la calidad del aire interior (IDA) deberá seguir la regulación establecida en función del uso que el edificio en cuestión vaya a tener. Estos parámetros vienen definidos por el RITE, en el apartado IT 1.1.4.2.3.

Siguiendo la normativa se determina la categoría de la calidad el aire para cada tipo de local a climatizar. El local de la piscina, al ser climatizada, será IDA 2 (calidad de aire buena). El resto de los locales a estudiar se clasifican como IDA 3 (calidad de aire moderada). En la siguiente tabla se recogen los parámetros técnicos que incluyen estas categorías.

Tabla 1: Condiciones de ventilación

	IDA 2	IDA 3
dm ³ /s por persona	12,5 $\frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$	8 $\frac{\text{dm}^3}{\text{s}}$
Concentración de CO ₂	500 ppm	800 ppm
Tasa de ventilación por unidad de superficie	0,83 $\frac{\text{dm}^3}{\text{s}\cdot\text{m}^2}$	0,55 $\frac{\text{dm}^3}{\text{s}\cdot\text{m}^2}$

Por lo tanto, se garantizará un caudal de aire exterior mínimo de 28,8 m³/h persona en todos los locales del polideportivo salvo el que incluye la piscina, en el que se garantizará un caudal mínimo de 45 m³/h persona. Además, siguiendo el apartado E de esta norma, por tratarse de un local con piscina climatizada; se asegurará un caudal mínimo de 2,5 dm³/s por m² de superficie de la lámina de agua y de playa, se añadirá el caudal necesario para controlar la humedad relativa y se mantendrá el local a una presión negativa entre 20 y 40 Pa con respecto a los locales contiguos.

1.4.3. Condiciones exteriores

El polideportivo está localizado en la ciudad de Cáceres y según el apéndice D del CTE de Zonas Climáticas, la ciudad está clasificada como zona C4. Esto significa que la ciudad en cuestión tiende a sufrir inviernos moderados y veranos considerablemente calurosos.

Para definir las condiciones exteriores de cálculo, se tomarán los parámetros de la norma UNE 100-001 y 100-014 donde se recogen las condiciones climáticas para proyectos por ubicación. Los datos recogidos son los siguientes:

- ❖ Altura sobre el nivel del mar: 459 m
- ❖ Latitud: 39° 28' 20" N
- ❖ Longitud: 06° 20' 22" O

Y las condiciones climáticas para invierno y verano:

Tabla 2: Condiciones exteriores del proyecto

<u>Verano</u>	<u>Invierno</u>
Temperatura Seca (TS): 35.2 °C	Temperatura Seca: 1.5 °C
Temperatura Húmeda (TH): 18.7 °C	Humedad Relativa (HR): 80%
Humedad Relativa (HR): 21%	Temperatura del Terreno: 11,25 °C
Oscilación Diaria: 14 °C	
Oscilación Anual: 36 °C	

1.4.4. Condiciones interiores

Las condiciones climáticas internas del edificio están determinadas por varios factores, como el tipo de uso, la iluminación, la ocupación y los materiales de los cerramientos. Por lo tanto, el objetivo de este proyecto es diseñar un sistema que garantice el cumplimiento de las condiciones de confort óptimas descritas en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, específicamente en la normativa *IT 1.1.4.1: Exigencias de Calidad Térmica del Ambiente*. Esta normativa detalla los requisitos de temperatura y humedad relativa necesarios para el local.

Tabla 3: Condiciones interiores escogidas

	Temperatura Interior	Humedad Relativa
Invierno	22 °C	50%
Verano	25 °C	50 %

El RITE especifica que los locales con piscina climatizada en su interior deben estar climatizados a una temperatura de entre 1 o 2 grados más que la del vaso de la piscina sin sobrepasar un límite máximo de 30 °C. Además, como requisito de suma importancia se debe controlar la humedad relativa del local por debajo del 65% para que no se produzcan condensaciones. Como se verá a lo largo del proyecto, el control de esta humedad relativa se ve afectado por las cargas latentes que desprende el vaso de la piscina sobre el local.

Tabla 4: Condiciones interiores del local de la piscina

	Temperatura en vaso	Temperatura del local	Humedad relativa
Piscina	25 °C	27 °C	60 %

1.4.5. Características constructivas

Para una correcta climatización del local en cuestión, es necesario conocer sus características constructivas para poder fijar así parámetros como los coeficientes de

transmisión de los cerramientos, los factores de ganancia solar (FGS) o el factor de intervención del viento.

El coeficiente de transmisión entre cerramientos depende del tipo de material del que están formados. Está definido por Fourier como el calor que fluye por unidad de tiempo entre dos caras del cerramiento, que separan espacios distintos, cuando hay un gradiente de temperatura de 1 grado entre sus caras paralelas. La siguiente tabla recoge los coeficientes de los cerramientos que componen el polideportivo:

Tabla 5: Coeficientes de transmisión de los cerramientos

Coeficientes de transmisión ($\frac{\text{Kcal}}{\text{h} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}}$)	
Cristales	2.60
Muros exteriores	0.65
Tabiques	1.20
Tejados	0.46
Suelos interiores	1.10
Suelos exteriores	1.10
Techos	2.02
Puertas	2.00

El FGS es una medida que describe la cantidad de energía solar que atraviesa una ventana, puerta o cualquier otra superficie de vidrio, y se convierte en calor dentro de un edificio. Es un parámetro crucial en la eficiencia energética y el diseño de edificaciones, especialmente en climas cálidos o donde se busca minimizar el uso de aire acondicionado.

Se tomará un factor de ganancia solar de **FGS = 0.48** para el polideportivo.

A la hora de calcular las cargas térmicas también será fundamental tener en cuenta la orientación del edificio. La incidencia de la luz solar es distinta en sus caras según estén orientadas.

1.4.6. Nivel de ocupación y cargas internas

Es imperativo conocer el nivel de ocupación de personas en cada sala a la hora de calcular las cargas sensibles y latentes que se van a combatir con el sistema de climatización. Se ha decidido, consultando el CTE, estimar 8 m² por persona para todos los locales menos el que contiene la piscina, que será específico por zonas. En la siguiente tabla se puede comprobar la máxima ocupación por local.

Tabla 6: Capacidad de ocupación por zonas

Zona	Ocupación	Superficie [m ²]
Piscina	6	312.50
Playa	30	806.35
Grada	150	154.85
Vestíbulo	48	510.67
Parque Infantil	10	77.13
Tienda	5	39.18

Las cargas internas en un local son las fuentes de calor generadas dentro del espacio que contribuyen a la carga térmica total. Estas cargas incluyen las aportaciones de personas, equipos eléctricos y de iluminación, y otras fuentes internas de calor. Sabiendo el nivel de personas por local y conociendo su utilidad se pueden estimar las cargas internas emitidas. Para la iluminación y maquinas se van a estimar 20 W/ m^2 , y por persona; 55 Kcal/h latentes y 57 Kcal/h sensibles.

1.5. Cálculos para climatización del vaso de la piscina

Antes de proceder con los cálculos de las cargas térmicas que afectan a los locales que se pretenden climatizar, es necesario hacer un estudio de las pérdidas de carga que tienen lugar en el vaso de la piscina, ya que como se verá más adelante, estas tienen un efecto directo en las condiciones de la sala, principalmente sobre la humedad relativa por le alto nivel de evaporación existente.

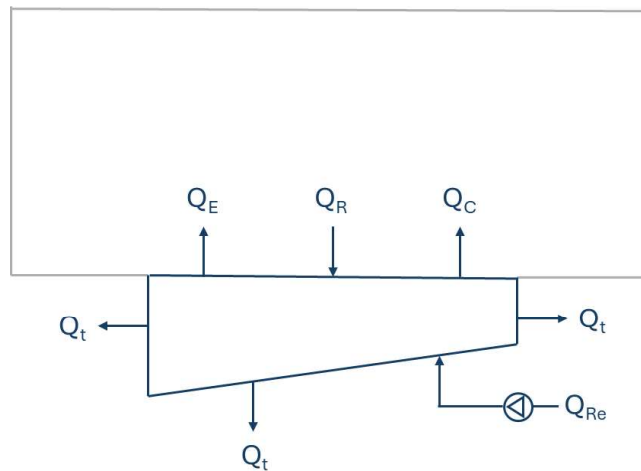


Figura 1: Esquema de pérdidas térmicas del vaso

A continuación, se estudiarán todas pérdidas que afectan a la climatización de la piscina semiolímpica y se analizará los efectos que estas tienen sobre el ambiente del local.

1.5.1. Pérdidas por evaporación de agua de vaso

Las pérdidas por evaporación en una piscina climatizada son un fenómeno complejo influenciado por la temperatura del agua y del aire, la humedad relativa, el movimiento del aire, y el área expuesta del agua. Estas pérdidas resultan en la necesidad de mayor energía para calentar la piscina y sistemas adicionales para controlar la humedad. Se calcula de la siguiente forma:

$$Q_E = m_E \cdot C_v \quad (1)$$

- Q_E : pérdidas por evaporación $[W]$
- m_E : flujo másico de agua evaporada por hora $[\frac{kg}{h}]$
- C_v : calor de vaporización del agua $[C_v = 676 \frac{W \cdot h}{kg}]$

Existen diversas maneras de estimar la masa de agua evaporada por hora. En este estudio se empleará el método de Bernier. Este método incluye en su análisis no solo la

evaporación sin agitación del agua, sino que también la evaporación del agua agitada por la actividad de los bañistas. Dado que esta actividad tiene un serio impacto en el cálculo, de cara al dimensionamiento se tomará su máxima ocupación. La ecuación, por tanto, está determinada por la diferencia entre la humedad absoluta en saturación a la temperatura del agua y la humedad absoluta del aire ambiente, además del número de bañistas.

Método de Bernier:

$$m_E = S \cdot [(16 + 133 \cdot n)(W_e - G_a \cdot W_a)] + 0.1 \cdot N \quad (2)$$

- m_E : flujo másico de agua evaporada por hora [$\frac{kg}{h}$]
- S : superficie del vaso de la piscina [m^2]
- n : numero de nadadores por metro cuadrado [$n = 0.125 \frac{nadador}{m^2}$]
- W_e : humedad absoluta de aire saturado a la temperatura del agua del vaso [$W_e = 0.0201 \frac{kg_{agua}}{kg_{aire}}$]
- G_a : grado de saturación [$G_a = 60\%$]
- W_a : humedad absoluta de aire saturado a la temperatura del aire [$W_a = 0.02376 \frac{kg_{agua}}{kg_{aire}}$]
- N : número total de ocupantes (espectadores) [$N = 0$]

De la ecuación se puede ver como una mayor temperatura del agua implica una mayor humedad absoluta en saturación, lo que incrementa la cantidad de agua evaporada bajo las mismas condiciones de aire ambiente. En cambio, si disminuyen la temperatura del aire interior, su humedad relativa, o ambas, la humedad absoluta del aire disminuye, resultando en un aumento de la evaporación. Es por esta razón por la que se garantiza que la temperatura del ambiente sea mayor que la del agua del vaso para garantizar unas óptimas condiciones de confort.

1.5.2. Pérdidas por transmisión en paredes del vaso

Las pérdidas por transmisión en las paredes del vaso de una piscina climatizada se refieren a la transferencia de calor a través de los materiales que componen las paredes, desde el agua caliente hacia el entorno circundante más frío. Este proceso ocurre debido a la diferencia de temperatura entre el agua de la piscina y el ambiente exterior. La cantidad de calor perdido depende de la conductividad térmica de los materiales de las paredes, su espesor y el gradiente de temperatura entre el interior y el exterior de la piscina.

$$Q_T = C_T \cdot S \cdot (T_{ag} - T_{ex}) \quad (3)$$

- Q_T : pérdidas por transmisión [W]
- C_T : coeficiente de transmisión [$C_T = 1.5 \frac{W}{m^2 \cdot K}$]
- S : superficie del cerramiento del vaso [m^2]
- T_{ag} : temperatura del agua [$T_{ag} = 298 K$]
- T_{ex} : temperatura del exterior del cerramiento [$T_{ex} = 288 K$]

Para el cálculo se ha asumido que la piscina está construida de hormigón y que dan a la planta del sótano del polideportivo. Debido a que en Cáceres la temperatura media anual oscila en los 15 y 18°C se ha establecido una temperatura en el sótano de 15°C.

1.5.3. Pérdidas por las renovaciones de agua del vaso

Este tipo de pérdidas ocurren cuando se reemplaza parte del agua del vaso para mantener su calidad. El agua nueva, generalmente más fría, se mezcla con el agua climatizada, lo que reduce la temperatura del agua de la piscina. Para compensar esta pérdida de calor, se necesita energía adicional para calentar el agua nueva hasta alcanzar la temperatura deseada. La normativa indica que para mantener una correcta calidad del agua del vaso es necesario renovar el 5% del volumen total del vaso cada día.

$$Q_{RE} = V_{RE} \cdot \rho \cdot C_E \cdot (T_{ag} - T_R) \quad (4)$$

- Q_{RE} : pérdidas por transmisión [$\frac{W \cdot h}{dia}$]
- V_{RE} : volumen de agua renovada [m^3]
- ρ : densidad del agua [$\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$]
- C_E : calor específico del agua [$C_E = 1.16 \frac{W \cdot h}{kg \cdot ^\circ C}$]
- T_{ag} : temperatura del agua [$T_{ag} = 25^\circ C$]
- T_R : temperatura del agua de la red [$T_R = 10^\circ C$]

Las pérdidas por renovación están determinadas por la diferencia de temperatura entre el agua de la red de Cáceres y la del agua del vaso. Se ha decidido tomar esa temperatura de agua de red dado que se estima que el agua de tuberías en Cáceres oscila entre 10 y 20°C a lo largo del año. Se ha tomado el valor que represente las mayores pérdidas.

1.5.4. Pérdidas por convección de calor

Las pérdidas por convección en una piscina ocurren cuando el calor se transfiere desde la superficie del agua al aire circundante debido a la diferencia de temperatura entre ambos. El aire más cálido y menos denso asciende, mientras que el aire más frío y denso desciende, creando corrientes de convección que facilitan esta transferencia de calor.

$$Q_C = 0.6246 \cdot (T_{ag} - T_a)^{4/3} \quad (5)$$

- Q_C : pérdidas por convección de calor [$\frac{W}{m^2}$]
- T_{ag} : temperatura del agua [$T_{ag} = 298 K$]
- T_a : temperatura del aire [$T_a = 300 K$]

Es de esperar que en vez de pérdidas en el vaso, la convección proporcione ganancias térmicas, aunque estas suelen ser despreciables en piscinas cubiertas.

1.5.5. Pérdidas por radiación de calor

Las pérdidas por radiación en la piscina cubierta se refieren a la emisión de energía en forma de ondas electromagnéticas desde las superficies circundantes, como paredes y techos hacia la superficie del agua más fría. Este tipo de ganancia de calor ocurre debido a la diferencia de temperatura entre el agua de la piscina y los objetos del entorno.

$$Q_R = D \cdot E \cdot (T_{ag}^4 - T_c^4) \quad (6)$$

- Q_R : pérdidas por radiación de calor [$\frac{W}{m^2}$]
- D : constante de Stefan-Boltzmann [$D = 5.67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 \cdot K^4}$]
- E : emisividad de la superficie [$E_{agua} = 0.95$]
- T_{ag} : temperatura del agua [$T_{ag} = 298 K$]
- T_c : temperatura de los cerramientos [$T_c = 300 K$]

Para la temperatura de los cerramientos, que en el caso serán la paredes del recinto y el techo se ha decidido asumir la misma temperatura definida para el ambiente. Estas ganancias que afectan al vaso de la piscina también se esperan ser poco significativas en comparación con el resto.

1.5.6. Cálculo de la potencia para puesta a régimen de la piscina

Por último, para dimensionar correctamente la piscina, es necesario estudiar la potencia necesaria para llenarla a la temperatura de confort establecida. La siguiente ecuación indica como es dicho cálculo.

$$Q_{PR} = \frac{V_T \cdot \rho \cdot C_E \cdot (T_{ag} - T_R)}{t} \quad (7)$$

- Q_{PR} : potencia para la puesta a régimen de la piscina [W]
- V_T : volumen total de la piscina [m^3]
- ρ : densidad del agua [$\rho = 1000 \frac{kg}{m^3}$]
- C_E : calor específico del agua [$C_E = 1.16 \frac{W \cdot h}{kg \cdot ^\circ C}$]
- T_{ag} : temperatura del agua [$^\circ C$]
- T_R : temperatura del agua de la red [$^\circ C$]
- t : tiempo de llenado de la piscina [h]

La potencia de puesta a régimen varía considerablemente en función del tiempo de llenado escogido. Se estima un tiempo de llenado de 72 horas, aunque dependerá con la selección del equipo que climatice la piscina.

1.5.7. Resultados

- ✓ Resumen y conclusiones de los resultados obtenidos en los apartados anteriores
- ✓ La importación de las pérdidas por evaporación

En este apartado se resume las pérdidas calculadas tal y como se ha explicado en los apartados anteriores.

En primer lugar, la cantidad de masa de agua evaporada en la piscina para las condiciones impuestas es de $m_e = 0.19 \frac{kg}{h \cdot m^2}$ que, para el tamaño de piscina que se está estudiando, resulta equivaler a $m_e = 59.58 \frac{kg}{h}$. Con esta estimación se ha calculado las pérdidas correspondientes y se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 7: Pérdidas en el vaso

	W/m^2	Kw	%
Q_e	128.89	40.28	64%
Q_t	21.34	6.67	11%
Q_{re}	63.4375	19.82	32%
Q_c	-1.57	-0.49	1%
Q_r	-11.52	-3.60	6%
Q_{total}	200.57	62.68	100%

De estos resultados se puede comprobar como las pérdidas que sufre el vaso de la piscina por evaporación componen casi 2/3 de todas ellas. Estas pérdidas se deberán de tener en cuenta junto con las cargas térmicas del local de la piscina.

Para el calculo de puesta en régimen de la piscina se ha optado por estimar un tiempo de llenado de piscina de 96 h ya que, como se aprecia en la *tabla 8*, llenarla en 72 h supone hacer uso de una potencia de más del doble que las propias pérdidas que sufre.

Tabla 8: Potencia de puesta a régimen del vaso

Q_{pr}	72h	96h
W/m^2	422.92	317.19
Kw	132.16	99.12

1.5.8. Selección de equipo para climatizar el vaso de la piscina

Para la climatización del vaso de la piscina se ha optado por usar una bomba de calor Aire/Agua. Esta funciona extrayendo calor del aire exterior y transfiriéndolo al agua de la piscina. El sistema incluye un evaporador, un compresor, un condensador y una válvula de expansión. El aire exterior pasa por el evaporador, donde el refrigerante absorbe el calor y se evapora. Luego, el compresor aumenta la temperatura y la presión del refrigerante. El refrigerante caliente pasa por el condensador, donde transfiere el calor al agua de la piscina, elevando su temperatura. Finalmente, el refrigerante pasa por la válvula de expansión, reduciendo su presión y temperatura, y el ciclo se repite.

Esta decisión se ha tomado por la optima eficiencia y sostenibilidad del equipo. Cáceres, con sus inviernos suaves y veranos calurosos, permite a la bomba de calor aprovechar las temperaturas del aire exterior para transferir calor al agua de la piscina de manera eficiente. Este sistema reduce el consumo energético y las emisiones de CO2 en comparación con otros métodos de calefacción. Además, al cumplir con los requisitos del Código Técnico de la Edificación para el uso de energías renovables, una bomba de calor aire/agua puede cubrir gran parte de la demanda energética con fuentes renovables, haciendo que la climatización sea tanto económica como ecológica.

El Código Técnico de la Edificación (CTE) en su apartado 4 del Documento Básico sobre "Ahorro de Energía" (DBHE 4) requiere que al menos el 70% de la demanda energética de las piscinas climatizadas se cubra con energía renovable, siempre que la demanda supere los 5.000 litros diarios. Esta energía puede ser generada a partir de fuentes renovables ubicadas en el sitio, en las proximidades del edificio, o a partir de biomasa

sólida. Las bombas de calor, para ser consideradas dentro de este marco, deben tener un rendimiento medio estacional (SPF) superior a 2.5 si son eléctricas y superior a 1.15 si funcionan con energía térmica, calculado para una temperatura mínima de 45 °C. Asimismo, es posible sustituir parcialmente la contribución renovable mínima por energía residual proveniente de equipos de refrigeración y deshumectadoras, siempre que sea efectiva y útil para el ACS, con ciertas limitaciones aplicables a edificios residenciales.

Se ha decidido instalar una bomba de calor de la marca ZODIAC que cumple con estos requisitos de eficiencia. El modelo escogido es el Z950 y en la siguiente tabla se pueden apreciar sus características principales. En el Anexo se puede encontrar su ficha técnica para más información.

Tabla 9: Selección de bomba de calor para la piscina

Marca	ZODIAC Z950	Modelo	120	Unidades	X1
Características por unidad					
Condiciones de uso			AIRE 15°C/ AGUA 26°C / HUMEDAD 70%		
Max Pot (Kw)	110	Pot. Abs (kw)	23.9	COP	4.6

Esta bomba de calor trabajando en Cáceres tienen un SPF estimado de 3.45 aplicando el COP un factor de ponderación para estimar un rendimiento estacional. Con el SPF, la potencia de puesta a régimen y la de pérdidas totales se puede estimar la energía eléctrica consumida y la renovable producida.

$$Q_{renov} = E_{total} - E_{con} = E_{total} - \frac{E_{total}}{SPF} \quad (8)$$

La estimación resulta en un 71% de energía renovable producida por lo que no es necesario hacer uso de energía residual de la deshumectadora de la piscina para calentar el agua de la piscina.

1.6. Cálculo de cargas térmicas

Para dimensionar adecuadamente los equipos de climatización que mantendrán el confort dentro del centro acuático, es crucial entender las cargas térmicas que estos equipos deberán enfrentar. El dimensionamiento se basará en las situaciones climáticas más extremas tanto en invierno como en verano debido a que las condiciones climáticas varían a lo largo del año y los equipos deben funcionar correctamente en todo momento. Además, es necesario calcular las cargas térmicas para cada área específica, ya que cada una presenta condiciones únicas en términos de orientación y localización, tamaño o uso específico.

Las cargas térmicas que los equipos deberán combatir se pueden categorizar como cargas internas y externas. Las cargas externas incluyen todas aquellas que afectan al edificio debido a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior. Esto abarca factores como la radiación solar que incide sobre cristales y muros, los coeficientes de transmisión de los diferentes componentes del edificio y la orientación del mismo. Las cargas internas de calor provienen de los ocupantes del edificio y de diversos elementos internos, como maquinaria, ordenadores e iluminación, entre otros. Estas cargas pueden ser sensibles, si contribuyen al cambio de temperatura del ambiente, o latentes, si afectan la humedad.

1.6.1. Cargas de verano

Durante el verano, es fundamental manejar la ganancia de calor en el edificio. Para la instalación de refrigeración, se deben considerar tanto las cargas latentes como las sensibles, ya que ambas son desfavorables para el sistema de refrigeración.

En los cálculos de cargas de verano se tendrán en cuenta las ganancias debido a la radiación solar y su efecto sobre el interior de los locales, dependiendo de si el cerramiento es cristal o un muro sólido, las ganancias por transmisión en muros exteriores e interiores, y las cargas internas producidas por la ocupación de las personas, iluminación o maquinaria.

Una vez conocidos las cargas de verano que afectan a los distintos locales se determinará el caudal de impulsión para combatir las cargas.

1.6.1.1. Carga por transmisión en muros y radiación solar

Este tipo de cargas se dan por la transmisión de cierta cantidad de calor a través de los envolventes del local en cuestión. Varía en función del material del cerramiento, la diferencia de temperatura en las dos caras y la orientación. La temperatura exterior muro se ve aumentada por el flujo constante de calor que desprende la pared por haberse calentado al sol y por eso es necesario calcular una temperatura equivalente. Cuanto más grueso sea el muro, la $T_{equivalente}$ es menor que la temperatura real y más tarde se alcanzará la $T_{equivalente}$.

El método de diferencia equivalente de temperaturas para el cálculo de la $T_{equivalente}$ permite simplificar los cálculos combinando los efectos de la transmisión térmica y la radiación solar en una sola diferencia de temperatura equivalente. Tiene en cuenta tanto la temperatura exterior real como el efecto de la radiación solar que incide sobre las superficies del edificio.

$$\Delta T_{equi} = \alpha + \Delta T_{es} + b \cdot \frac{R_s}{R_m} \cdot (\Delta T_{em} - \Delta T_{es}) \quad (9)$$

- ΔT_{equi} : diferencia de temperatura equivalente [K].
- α : factor de corrección por salto de temperatura exterior a interior.
- ΔT_{es} : diferencia de temperatura exterior en sombra [K].
- ΔT_{em} : diferencia de temperatura exterior medida [K].
- b : factor de corrección a la radiación solar según el color del cerramiento.
- R_s : la máxima insolación correspondiente al mes de cálculo, latitud y orientación a través de una superficie horizontal acristalada [$\frac{Kcal}{h} \cdot m^2$].
- R_m : la máxima insolación correspondiente al mes de cálculo, latitud y orientación a través de una superficie vertical acristalada [$\frac{Kcal}{h} \cdot m^2$].

Conocido la diferencia de temperatura equivalente, el cálculo de carga transmitida en los muros exteriores es sencilla:

$$Q_{muro_ext} = S \cdot K \cdot \Delta T_{equi} \quad (10)$$

- Q_{muro_ext} : carga térmica $[\frac{Kcal}{h}]$.
- S : superficie del cerramiento $[m^2]$.
- K : coeficiente de transmisión del muro $[\frac{Kcal}{h \cdot m^2 \cdot K}]$.
- ΔT_{equi} : diferencia de temperatura equivalente en paredes del cerramiento $[K]$.

En el caso específico para las cargas transmitidas por los muros interiores de un local, únicamente se tendrán en cuenta aquellos que linden con locales no climatizados. Para estos casos, el cálculo de cargas se realiza de la siguiente manera:

$$Q_{muro_int} = S \cdot K \cdot \frac{\Delta T}{2} \quad (11)$$

- Q_{muro_int} : carga térmica $[\frac{Kcal}{h}]$.
- S : superficie del cerramiento $[m^2]$.
- K : coeficiente de transmisión del muro $[\frac{Kcal}{h \cdot m^2 \cdot K}]$.
- ΔT : diferencia de temperaturas entre paredes del cerramiento $[K]$.

1.6.1.2. Carga por radiación en vidrio

La radiación solar incide sobre las superficies de los cerramientos que componen los locales calentándolas e incrementando la temperatura ambiente. Para el caso en el que el cerramiento es de material vidrioso como las ventanas, además es importante contar con la incidencia de la radiación solar. La incidencia de esta radiación sobre una ventana se ve reflejada, transmitida y absorbida afectando en gran medida a las cargas sensibles. La orientación, la hora de incidencia y la fecha son aspectos cruciales en este cálculo y vienen definidos por el factor de ganancia solar.

$$Q_{vidrio} = S \cdot GS \cdot FGS \quad (12)$$

- Q_{vidrio} : carga térmica $[\frac{Kcal}{h}]$
- S : superficie de cristal $[m^2]$
- GS : parámetro tabulado definido por la latitud
- FGS : factor de ganancia solar $[FGS = 0,48]$

1.6.1.3. Carga por iluminación y equipos

Consiste en cargas sensibles derivadas de la W/m^2 que derivan de la iluminación del local. Este flujo de carga se calcula multiplicando los W/m^2 del local por la superficie y por 0,86 para pasarlo a Kcal/h.

Además, también es necesario tener en cuenta los distintos equipos que puedan disipar calor, como ordenadores o máquinas, presentes en la sala.

1.6.1.4. Carga por ocupación

Las cargas térmicas por ocupación se refieren al calor generado dentro de un espacio cerrado debido a la presencia de personas y la actividad realizada. Serán cargas sensibles

y latentes. Sensibles las transferidas al ambiente mediante convección y radiación y latentes las transferidas por la evaporación del sudor y la respiración.

Se calcula multiplicando el número de personas por la potencia disipadas, sensible o latente, de cada una de ellas.

1.6.2. Cargas de invierno

En contraste, durante el invierno, es necesario compensar la pérdida de calor del edificio. Por esta razón, en la instalación de calefacción solo se consideran las cargas sensibles, ya que las cargas latentes no representan un problema para el sistema de calefacción.

En el caso de las cargas de invierno solo será necesario estudiar las pérdidas por transmisión entre cerramientos, ya sean cristales o muros, o las relativas a paredes, suelos o techos a LNC (locales no climatizados). En los cálculos también se tendrán en cuenta las posibles pérdidas debidas al caudal de aire exterior de ventilación que es el mismo de verano.

1.6.2.1. Pérdidas por transmisión

Las pérdidas por transmisión entre cerramientos en invierno son calculadas parecidas a las de verano, pero teniendo en cuenta también el factor del viento y el impacto que tiene sobre las distintas fachadas considerando su orientación. Además, también se considerará una mayoración para compensar el enfriamiento del edificio después de una noche o fin de semana de parada de la instalación y debido a que la máxima pérdida en invierno es a las 8 h del mes de Enero.

Consecuentemente, la expresión para el cálculo de las pérdidas por transmisión en muros exteriores es la siguiente:

$$Q_{muro_ext} = f_v \cdot K \cdot S \cdot \Delta T \cdot CP_{regimen} \quad (13)$$

- Q_{muro_ext} : carga térmica [$\frac{Kcal}{h}$]
- f_v : coeficiente de factor viento
- S : superficie del cerramiento [m^2]
- K : coeficiente de transmisión del cerramiento [$\frac{Kcal}{h \cdot m^2 \cdot K}$]
- ΔT : diferencia de temperaturas entre paredes del cerramiento [K]
- $CP_{regimen}$: coeficiente de puesta a régimen

La siguiente tabla muestra los coeficientes de factor de viento aplicados según la orientación sobre la que esta afecta al edificio y los coeficientes de puesta a régimen empleados.

Tabla 10: Coeficiente de viento y puesta a régimen

		f_v	$CP_{régimen}$
Cristal	N	1.35	1.15
Cristal	E	1.25	1.15
Cristal	S	1	1.15

Cristal	O	1.2	1.15
Muro Ext	N	1.2	1.15
Muro Ext	E	1.15	1.15
Muro Ext	S	1	1.15
Muro Ext	O	1.1	1.15
Cubierta		1	1.15
Suelo		1	1.15

Para el cálculo de las pérdidas en cerramientos interiores bastaría con aplicar la *ecuación 10* aplicada en las cargas de verano.

1.6.3. Resultados obtenidos de las cargas térmicas

En este apartado se procederá a resumir y analizar los resultados obtenidos en los cálculos de cada una de las zonas estudiadas. Para un análisis más extenso sobre los cálculos consultar el apartado correspondiente en el Anexo.

1.6.3.1. Cargas térmicas de la zona de la piscina

La zona de la piscina está compuesta por 312.5 m² de vaso de piscina, 806.35 m² de playa y 154.85 m² de gradas para espectadores. Se ha supuesto una situación de competición con el local lleno para estimar la ocupación del local de cara a calcular las cargas térmicas en una situación crítica. La pared norte de este local da al exterior y está compuesta por un ventanal grande.

Tabla 11: Cargas térmicas de la zona de piscina

	C. Verano	C. Invierno
Q. Sensible (kcal/h)	89,987	133,684
Q. Sensible (W)	104,655	155,475
Q. Latente (kcal/h)	9,620	-
Q. Latente (W)	11,188	-
Q. Ventilación (kcal/h)	23,970	-
Calor Total (kcal/h)	123,577	-
Calor Total (W)	143,720	-
Caudal Impulsión (m³/h)	23,526	-

Como se ha explicado anteriormente, las pérdidas por evaporación de la piscina se deben sumar a las cargas latentes a combatir en el local dado que estas son emitidas directamente en el ambiente. De esta manera, sumando los 40,277 W a la carga latente, resultada en una **carga latente final de 51,465 W**.

1.6.3.2. Cargas térmicas del vestíbulo

La zona de vestíbulo está compuesta por 379.6 m² de vestíbulo principal, 61.31 m² de área de espera, 21.80 m² de zona de acceso y 47.96 m² de recepción. Toda la pared oeste de esta zona da al exterior y las puertas de acceso son de cristal.

Tabla 12: Cargas térmicas en el vestíbulo

	C. Verano	C. Invierno
Q. Sensible (kcal/h)	33,218	16,039
Q. Sensible (W)	38,633	18,653
Q. Latente (kcal/h)	3,872	-
Q. Latente (W)	4,503	-
Q. Ventilación (kcal/h)	4,661	-
Calor Total (kcal/h)	41,751	-
Calor Total (W)	48,557	-
Caudal Impulsión (m³/h)	10,021	-

1.6.3.3. Cargas térmicas del parque infantil

El parque infantil tiene una superficie total de 77.13 m². Su pared norte da al exterior y tiene una ventana en ella. Una de las paredes linda con una zona con maquinaria que se ha supuesto como LNC.

Tabla 13: Cargas térmicas en el parque infantil

	C. Verano	C. Invierno
Q. Sensible (kcal/h)	4,562	3,620
Q. Sensible (W)	5,306	4,210
Q. Latente (kcal/h)	605	-
Q. Latente (W)	704	-
Q. Ventilación (kcal/h)	728	-
Calor Total (kcal/h)	5,896	-
Calor Total (W)	6,856	-
Caudal Impulsión (m³/h)	1,376	-

1.6.3.4. Cargas térmicas de la tienda

La tienda tiene un área efectiva de 39.18 m². Y solo una pequeña parte de sus paredes da al exterior por el oeste. Se incluye un ventanal en esa pared hacia el exterior.

Tabla 14: Cargas térmicas en la tienda

	C. Verano	C. Invierno
Q. Sensible (kcal/h)	3,583	1,981
Q. Sensible (W)	4,167	2,304
Q. Latente (kcal/h)	303	-
Q. Latente (W)	352	-
Q. Ventilación (kcal/h)	364	-
Calor Total (kcal/h)	4,250	-
Calor Total (W)	4,943	-
Caudal Impulsión (m ³ /h)	1,081	-

1.7. Diseño de la instalación y selección de equipos

Tras haber calculado las cargas térmicas que afectan a los distintos locales que se están climatizando, lo siguiente es decidir, seleccionar y diseñar los equipos que se van a utilizar en la tarea. Los equipos seleccionados son climatizadores, fan-coil y deshumectadora.

Los climatizadores serán utilizados para zonas grandes con cargas térmicas elevadas como es el caso del vestíbulo. Para zonas más pequeñas y con menos cargas térmicas como las tienda o el parque infantil se ha decidido hacer uso de fan-coils. Por último, para la piscina, debido a sus características únicas y por la necesidad de combatir el exceso de cargas latentes y humedad se pretende hacer uso de un deshumectador.

1.7.1. Selección de climatizador del vestíbulo

Por las condiciones de la zona del vestuario y debido a su tamaño se ha optado por usar un climatizador para garantizar las condiciones de confort.

Un climatizador es un sistema todo-aire con dos ventiladores; unos de impulsión y otro de retorno. Existe un punto de mezcla en el que se junta el aire de retorno junto con un caudal de ventilación establecido anteriormente para cumplir con la normativa. El aire mezclado se junta para luego ser impulsado. Dentro del equipo existe una batería de agua fría alimentada con agua fría que combatirá las cargas de verano y una batería caliente, alimentada con agua caliente, que se encarga de garantizar las condiciones establecidas en invierno.

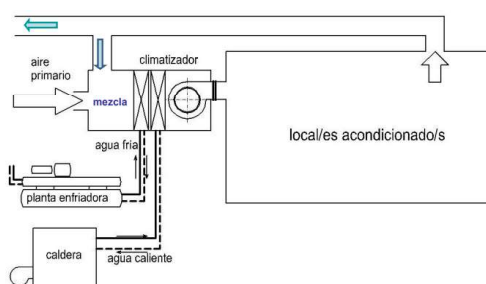


Figura 2: Esquema básico de un climatizador

A continuación, se explica cómo se ha diseñado el climatizador destinado a cubrir esta zona basándose en su funcionamiento en verano y en invierno.

Para condiciones de verano

En verano el aire exterior se encuentra a 35°C y a una humedad relativa del 21%. El climatizador debe garantizar una temperatura interior de 25°C y una humedad relativa del 50%.

En primer lugar es necesario explicar en que consiste el factor de by-pass en la UTA. Es un parámetro importante que indica la proporción de aire que pasa a través de la batería sin ser acondicionado. Se ha establecido como el **FB=15%**.

Para calcular la temperatura de rocío es necesario calcular el Factor de Carga Sensible (FCS) de la siguiente forma.

$$FCS = \frac{Q_{sensible\ efect}}{Q_{sensible\ efect} + Q_{latente\ efect}} \quad (14)$$

En el mapa psicrométrico se dibuja una paralela a la recta que una este valor (a la derecha del mapa) con el foco, que pase por T_{int} y cruce la línea de saturación máxima. Ese punto de corte será la T_{rocio} .

Una vez establecida esa temperatura, se puede calcular los caudales de aire presentes de la siguiente forma. El caudal de ventilación se ha establecido anteriormente en $q_{vent} = 1,792 \frac{m^3}{h}$.

$$q_{imp} = \frac{Q_{sensible\ efect}}{0.3 \cdot (1 - FB) \cdot (T_{int} - T_{rocio})} \quad (15)$$

$$q_{imp} = q_{ret} + q_{vent} \quad (16)$$

Sabiendo las proporciones de aire que se mezclan antes de entrar en el climatizador, es posible conocer que condiciones tiene este aire de entrada.

$$T_{mezcla} = \frac{q_{vent}}{q_{imp}} \cdot (T_{ext} - T_{int}) + T_{int} \quad (17)$$

El punto de mezcla se encontrará a la temperatura calculada y en la recta que junta T_{int} con T_{ext} . Una vez el aire mezcla pasa por la batería de agua fría y teniendo en cuenta las proporciones de by-pass se puede obtener el punto de impulsión calculando su temperatura.

$$T_{imp} = FB \cdot (T_{mezcla} - T_{rocio}) + T_{rocio} \quad (18)$$

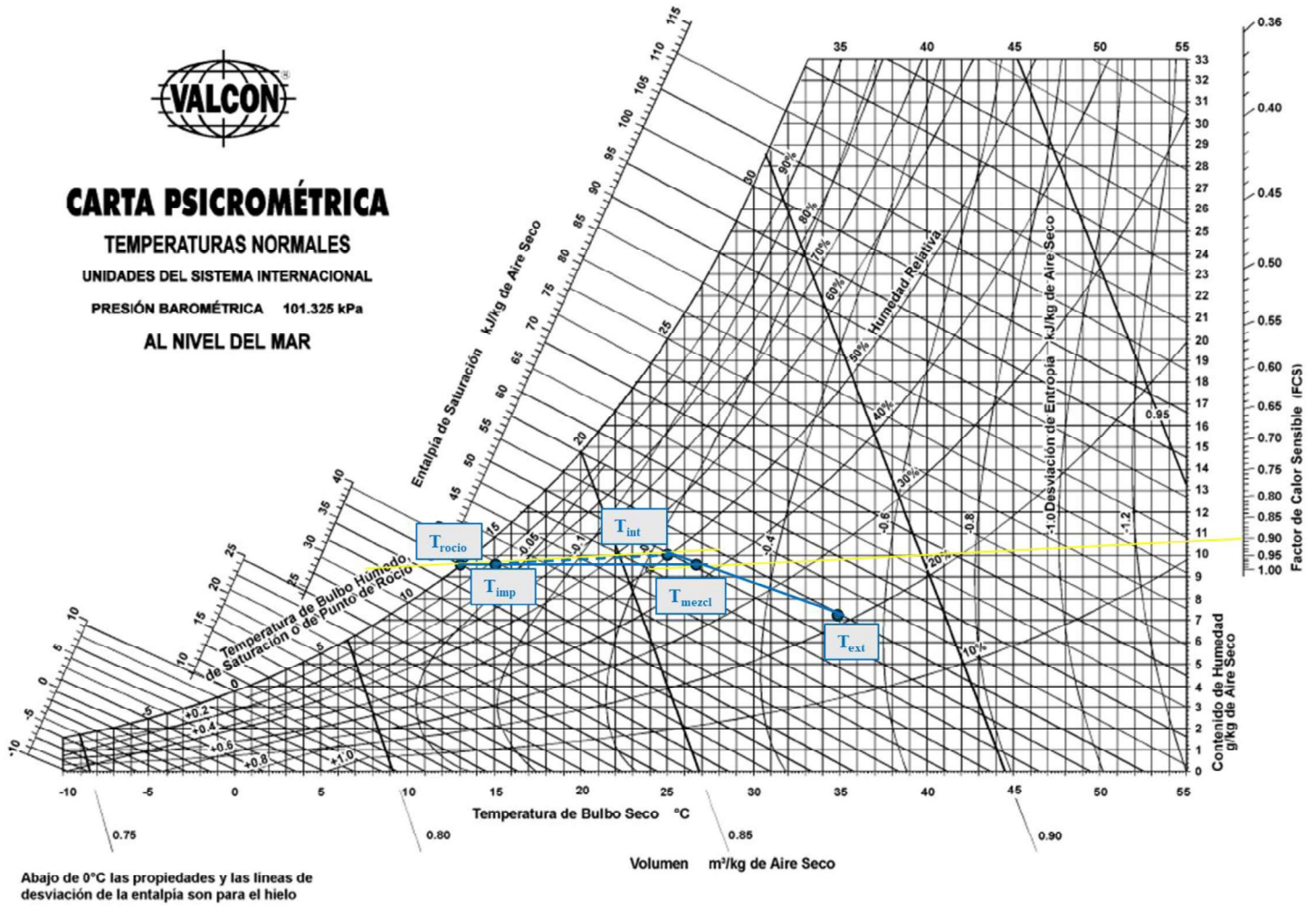


Figura 3: Mapa psicrométrico climatizador en condiciones de verano

Los pasos explicados para el climatizador en las condiciones de invierno de la zona del vestíbulo se pueden apreciar en la imagen anterior. Conociendo los puntos de trabajo de la batería se puede calcular la potencia que esta requiere.

$$P_{sensible} = q_{imp} \cdot 0.3 \cdot (T_{mezcla} - T_{imp}) \quad (19)$$

$$P_{latente} = q_{imp} \cdot 0.7 \cdot (w_{mezcla} - w_{imp}) \quad (20)$$

$$P_{frigo} = P_{sensible} + P_{latente} \quad (21)$$

Por último, conociendo la potencia frigorífica necesaria, es posible calcular el caudal de agua fría que necesita la batería para poder realizar el intercambio de temperaturas.

$$Q_{agua\ fría} = \frac{P_{frigo}}{C_e \cdot (T_{ent} - T_{sal})} \quad (22)$$

Para evitar condensaciones y que se pueda alcanzar la temperatura de rocío con facilidad, las temperaturas que se han escogido no son muy bajas. El grupo sufrirá pues, un salto térmico de 5°C, entrando a 12°C y saliendo a 7°C. El calor específico del agua $C_e = \frac{1Kcal}{°C \cdot kg}$.

Para condiciones de invierno

En invierno se pretende tener las mismas condiciones internas que en verano. En el exterior las mínimas condiciones son de 1.5°C y 80% de húmedas relativa.

Partiendo de las perdidas en invierno se puede obtener la T_{imp} para esta época con la siguiente formula:

$$Perdidas_{invierno} = q_{imp} \cdot 0.3 \cdot (T_{imp} - T_{int}) \quad (23)$$

Y Conociendo las proporciones de caudales de aire de ventilación es posible obtener el punto de mezcla calculando su entalpía y temperatura.

$$q_{imp} \cdot T_{mezcla} = q_{vent} \cdot T_{ext} + q_{retotno} \cdot T_{int} \quad (24)$$

$$q_{imp} \cdot h_{mezcla} = q_{vent} \cdot h_{ext} + q_{retotno} \cdot h_{int} \quad (25)$$

En invierno, el aire exterior frío y seco, al ser calentado para el interior, se vuelve aún más seco, lo que puede causar incomodidad. Para evitar esto, se utiliza un humectador isoentálpico que añade humedad al aire caliente manteniendo constante su entalpía. Esto requiere calentar el aire a una temperatura mayor antes de la humidificación, ya que el agua necesita energía para evaporarse. En el ábaco psicrométrico, el P_{imp}' se usa para determinar las condiciones de temperatura y humedad necesarias antes de añadir humedad, asegurando que la entalpía del aire se mantenga constante durante el proceso. Ese punto tiene misma humedad específica que P_{mezcla} y la misma entalpía que P_{imp} .

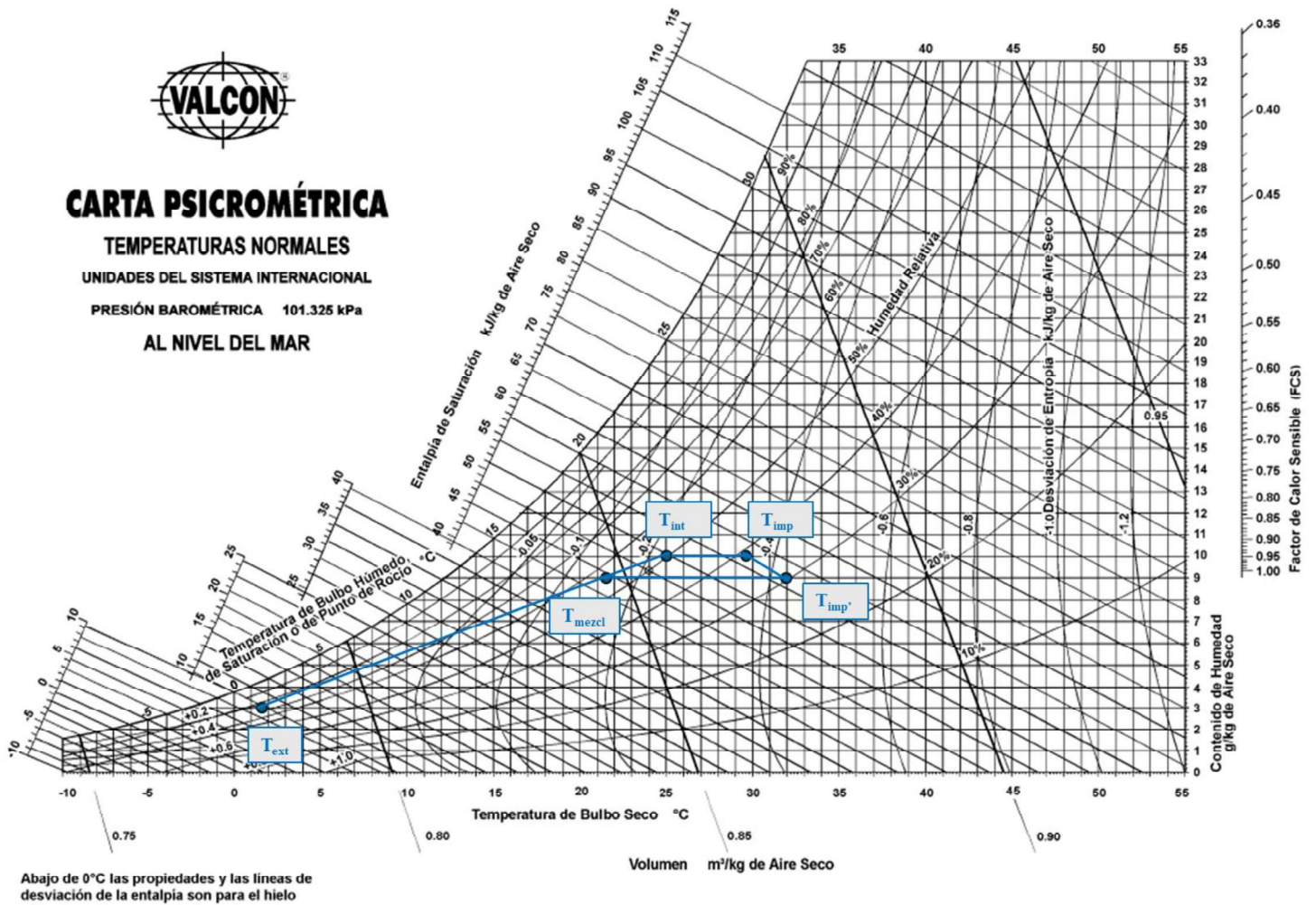


Figura 4: Mapa psicrométrico climatizador en condiciones de invierno

Por lo tanto, conocidos todos los puntos de trabajo en condiciones de verano se puede calcular, igual que se hecho para las condiciones de verano, la potencia de la batería caliente y el caudal de agua caliente que va a ser necesario.

$$Q_{\text{agua caliente}} = \frac{P_{\text{calef}}}{C_e \cdot (T_{\text{ent}} - T_{\text{sal}})} \quad (26)$$

Se optado por definir la batería con una temperatura de entrada del agua de 80°C y de salida de 60°C.

Tabla 15: Resultados del diseño UTA vestíbulo

Caudal impulsión		12,625	
Caudal retorno		10,833	
Caudal ventilación		1,792	
Potencia Frigorífica (W)	C. Agua (l/h)	Potencia Calorífica (W)	C. Agua (l/h)
48,557	9,711	28,676	2,867

Selección de equipo

Teniendo diseñado el funcionamiento del climatizador para la zona del vestíbulo, hace falta seleccionar el equipo. Se ha decidido optar por una Unidad de Tratamiento de Aire de la marca TROX a dos tubos que tenga las siguientes propiedades.

Tabla 16: Propiedades del climatizador TROX del vestíbulo

Caudal impulsión total		12,625 m ³ /h	
Potencia Frigorífica (Kw)	C. Agua (l/h)	Potencia Calorífica (Kw)	C. Agua (l/h)
48.56	9,711	28.67	2,867

Que el climatizador seleccionado sea de dos tubos significa que constará de una única batería y actuara en dos modos, verano o invierno, según la estación del año. Se ha optado esta opción más simple dado que es más económico, y sobre todo, este local no necesitará en ningún momento, por las condiciones de Cáceres, calentar cuando el aire exterior sea caliente. Además, se encargarán con capacidad de free-cooling permitiendo su uso efectivo durante las estaciones más frías aprovechando así el aire exterior fresco para reducir la carga de refrigeración de la UTA, disminuyendo el consumo energético y los costos operativos al reducir la dependencia de la bomba de calor reversible que la alimentará.

1.7.2. Selección de Fan-Coils y climatizador central

Un fan-coil es un dispositivo de climatización todo-agua compuesto por un ventilador y una batería de intercambio de calor, que puede calentar o enfriar el aire que pasa a través de él. Para climatizar un local, el fan-coil utiliza agua fría o caliente procedente de una caldera o un sistema de refrigeración central. El ventilador impulsa el aire del local a través de la batería, donde se ajusta a la temperatura deseada antes de ser recirculado al ambiente. Para una adecuada climatización, se debe seleccionar un fan-coil con la capacidad adecuada al tamaño del local y regular su funcionamiento mediante un termostato que mantenga la temperatura deseada de forma eficiente.

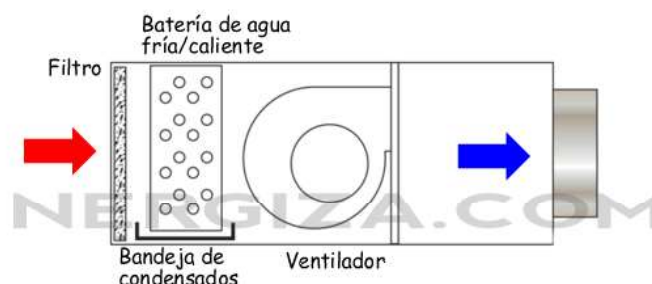


Figure 1: Esquema básico funcionamiento Fan-Coil

Todos los fan-coils estarán alimentados por un caudal de aire exterior previamente tratado por un climatizador central. De esta manera, los fan-coils solo deben combatir las cargas térmicas presentes en su local.

Se ha decidido instalar fan-coils de tipo cassette de la marca HITECSA ya que se pueden instalar fácilmente empotrándolos en el falso techo y se caracterizan por su capacidad para distribuir el aire de manera uniforme en el espacio.

Los fan-coils serán de 2 tubos dado que no hará falta refrigerar y calentar ninguna sala simultáneamente. Por lo tanto, a la hora de instalar sus conductos de conexión será necesario instalar dos tuberías de agua; una de impulsión y otra de retorno. Además, habrá un conducto de impulsión de aire que lo conectará como el climatizador central.

Para seleccionar adecuadamente los fan-coils, es importante tener en cuenta la siguiente información. La potencia frigorífica del equipo debe superar la carga total de verano de la estancia, asegurando también que la potencia frigorífica sensible sea mayor que la carga sensible de verano para que pueda reducir la temperatura eficazmente. Además, la potencia calorífica del fan-coil debe ser superior a las pérdidas de calor en invierno. Dado que los fan-coils únicamente tendrán una batería, se elegirá la más restrictiva de las dos.

Teniendo en cuenta lo comentado, para el parque infantil y para la tienda, se han seleccionado los siguientes fan-coils. En el anexo se pueden encontrar una descripción más detallada.

Tabla 17: Fan-coil seleccionado para el parque infantil

Marca	HITECSA	Modelo	FKZEN 64 (2 tubos)	Unidades	x3
Características por unidad					
Caudal Impulsión			468 m³/h		
Pot Frigo (Kw)	Caudal Agua (l/h)	T _{entrada} /T _{salida}	Pot Calef (kw)	Caudal Agua (l/h)	T _{entrada} /T _{salida}
3.65	635	07/12	3.44	600	45/40

De cara a la selección de los equipos encargados de tratar el agua fría y caliente de los conductos que alimentaran los equipos de climatización, se tendrá en cuenta que, para esta zona, como máximo deberá poder tratar 1,905 l/h de agua fría y 1800 l/h de agua caliente.

Tabla 18: Fan-coil seleccionado para la tienda

Marca	HITECSA	Modelo	FKZEN 63 (2 tubos)	Unidades	x3
Características por unidad					
Caudal Impulsión			398 m³/h		
Pot Frigo (Kw)	Caudal Agua (l/h)	T _{entrada} /T _{salida}	Pot Calef (kw)	Caudal Agua (l/h)	T _{entrada} /T _{salida}
3.05	530	07/12	2.93	510	45/40

En cambio, para la zona de la tienda, el máximo caudal de agua fría será de 1,590 l/h y de agua caliente 1,530 l/h.

Por último, como se ha explicado anteriormente, para el pretratado del aire exterior es necesario seleccionar un climatizador central que se encargara de suministrar el aire a todos los fan-coils.

El diseño de este climatizador es una versión más simplificada de lo visto en el diseño para la zona de vestíbulo. Para este climatizador conocemos el máximo caudal de impulsión que necesitan los fan-coils y se deberá calcular la potencia necesaria para tratar el aire para tener las condiciones de confort establecidas haciendo uso de las fórmulas vistas anteriormente. Los requisitos necesarios del climatizador central se aprecian en la siguiente tabla. El climatizador centralizado también será de la marca TROX.

Tabla 19: Requisitos de climatizador central

Caudal impulsión total		2,457 m ³ /h	
Potencia Frigorífica (Kw)	C. Agua (l/h)	Potencia Calorífica (Kw)	C. Agua (l/h)
7.37	1,474	17.32	3,465

Como el climatizador también será de dos tubos, se encargará uno con la potencia más restrictiva de las condiciones de trabajo expuestas.

1.7.3. Selección de equipos de deshumectación para el local de la piscina

Como se ha evidenciado a lo largo del proyecto, el principal desafío es la climatización del local de la piscina debido a su alta carga latente. Esta característica requiere un sistema de climatización distinto al utilizado en otras áreas. Las piscinas climatizadas presentan una elevada humedad, lo que, como se mencionó anteriormente, influye en las condiciones de confort (27°C y 60% de HR) y puede provocar condensaciones en el mobiliario y las paredes, generando problemas a largo plazo. Además, el mantenimiento en esta zona es especialmente complejo. Para asegurar las condiciones de confort y cumplir con los requisitos del RITE, se utilizará una máquina deshumidificadora en la climatización de la zona. Esta máquina opera mediante un ciclo frigorífico que incluye un compresor, una batería evaporadora y una batería condensadora.

Este equipo toma el caudal de aire de renovación del exterior. El aire exterior filtrado primero pasa por un recuperador de calor, donde se calienta utilizando el calor del aire viciado que se expulsa. Luego, el aire precalentado se mezcla con el aire de retorno interior en una caja de mezcla. La mezcla resultante pasa por el evaporador, donde se enfría y pierde humedad por condensación. Finalmente, el aire pasa por el condensador, donde recupera las condiciones óptimas de temperatura antes de ser impulsado de nuevo hacia la piscina.

La deshumectadora a seleccionar debe tener como primera condición una capacidad de deshumectación de 59 kg/h de agua evaporada.

Sabiendo que el caudal de impulsión para combatir las cargas es de 23,526 m³/h y, cumpliendo con la normativa, es necesario un caudal de ventilación de 11,463 m³/h, se tiene un caudal de retorno de 12,063 m³/h.

Se ha decidido por tanto seleccionar el equipo AQUAIR PREMIUM BCP 360, ya que puede deshumectar hasta 73.5 kg/h y tiene un caudal de aire nominal de 24000 m³/h como se puede apreciar en el catálogo en el Anexo. Tiene la posibilidad de incluir una batería de apoyo de agua caliente que se empleará como apoyo para calentar el aire seco de salida

del condensador en caso de necesidad para combatir las cargas del recinto. Tendrá una potencia de 155 kw, por tanto, necesitará un caudal de 16,000 l/h. También integra un circuito reversible de recuperación de calor del aire de extracción mediante circuito frigorífico.

1.7.4. Selección de equipo de refrigeración y calentamiento hidráulico

En la selección de equipos para proporcionar agua caliente y fría a los sistemas de climatización existen muchas opciones como puede ser el uso de caleras para el agua caliente y un equipo de refrigeración para el agua fría, una bomba de calor reversible, sistemas de energía solar térmica, sistemas geotérmicos... La dos primeras opciones han sido en el pasado las más comunes.

Para este proyecto se ha decidido hacer uso de una bomba de calor reversible para los conductos de agua caliente y fría en el circuito de ventilación debido a que se cree una opción superior en términos de eficiencia energética, sostenibilidad y confort. A pesar de algunos desafíos iniciales, los beneficios a largo plazo hacen que esta tecnología sea una inversión inteligente tanto desde el punto de vista económico como medioambiental, alineándose además con las tendencias y normativas actuales en climatización y sostenibilidad.

Usar una bomba de calor reversible ofrece múltiples ventajas en comparación con el uso de una caldera y un equipo de refrigeración. Desde la perspectiva de la normativa vigente, la legislación en muchos países está promoviendo cada vez más el uso de tecnologías que mejoren la eficiencia energética y reduzcan las emisiones de carbono. Las bombas de calor reversibles cumplen con estos criterios, ya que pueden alcanzar coeficientes de rendimiento (COP) muy altos, traduciéndose en una mayor eficiencia energética y, por ende, en una menor huella de carbono en comparación con los sistemas tradicionales.

En términos de climatización, una bomba de calor reversible proporciona una solución todo-en-uno, lo que significa que puede adaptarse fácilmente a las necesidades de calefacción y refrigeración con un único sistema. Esto simplifica la instalación y el mantenimiento, ya que se requiere un solo equipo en lugar de dos sistemas separados. Además, estas bombas de calor son muy efectivas en la regulación precisa de la temperatura, proporcionando un confort superior en los espacios habitables al mantener una temperatura constante y agradable durante todo el año.

Desde el punto de vista de la sostenibilidad, las bombas de calor reversibles son una opción más ecológica. Utilizan fuentes de energía renovables, como el aire o el suelo, para transferir calor, y su uso puede reducir significativamente la dependencia de combustibles fósiles. Esto no solo disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero, sino que también contribuye a la independencia energética y a la estabilidad de los precios de la energía a largo plazo.

En cuanto a las ventajas y desventajas, las bombas de calor reversibles presentan varios beneficios claros. Entre las ventajas se encuentran la eficiencia energética, la reducción de costos operativos a largo plazo, la menor necesidad de mantenimiento y la versatilidad para proporcionar tanto calefacción como refrigeración. Sin embargo, también existen algunas desventajas, como el costo inicial de instalación, que puede ser más alto en

comparación con los sistemas tradicionales, y la posible reducción de eficiencia en climas extremadamente fríos, aunque esto se está mitigando con los avances tecnológicos en bombas de calor diseñadas específicamente para climas fríos.

Existen dos configuraciones principales: las bombas de calor de dos tubos y las de cuatro tubos. Las bombas de calor reversibles de dos tubos utilizan un único circuito de tuberías para distribuir agua caliente y fría a los equipos de climatización. En modo calefacción, el agua caliente se envía a los terminales para proporcionar calor. En modo refrigeración, la misma tubería transporta agua fría para enfriar el espacio. En su sistema más simple, lo que reduce costos iniciales y operativos, y su eficiencia espacial, ya que requiere menos infraestructura. Su principal limitación en la climatización simultánea, ya que no es posible proporcionar calefacción y refrigeración al mismo tiempo en diferentes zonas del edificio. Por otro lado, las bombas de calor reversibles de cuatro tubos utilizan dos circuitos de tuberías separados, uno para el agua caliente y otro para el agua fría. Esto permite que el sistema suministre simultáneamente agua caliente y fría a diferentes zonas del edificio, según sea necesario, y por tanto tenga la capacidad de ofrecer calefacción y refrigeración simultáneamente.

Para la instalación en cuestión se ha optado optar por la primera opción dado que; en el polideportivo no se va a necesitar tener unos locales con calefacción a la vez que otros con refrigeración, y que, para la zona de Cáceres, solo en primavera puedes encontrarte en modo de calefacción y que haya ciertos locales con orientación SUR que se calienten algo más por el sol, pero dado que los equipos instalados vienen equipados con capacidad de *free-cooling* este posible problema pierde relevancia. Además, para tener un control más preciso sobre las zona de la piscina se ha optado por tener un suministro hidráulico independiente para la deshumectadora.

La primera bomba de calor deberá poder combatir las cargas térmicas de invierno y de verano de todas las estancias menos la piscina. Como se ha podido ver en el apartado de cálculo de cargas térmicas, la potencia total en verano es de 62 Kw y en invierno de 35 Kw.

La bomba de calor aire/agua reversible a dos tubos escogida para los equipos de climatización es de la marca AIC y en la siguiente tabla se muestran sus características principales.

Tabla 20: Bomba de calor seleccionada para sistema hidráulico de la climatización

Marca	AIC	Modelo	Aurax 2 tubos 75Kw	Unidades	X1
Características por unidad					
Condiciones de uso			AIRE 15°C/ AGUA 26°C / HUMEDAD 70%		
Pot Cale (Kw)	75	Pot. Refri (kw)	63	COP	4.36

La segunda bomba de calor que se encarga de alimentar la batería de la deshumectadora, al necesitar más potencia será de la marca CARRIER. Se recuerda que la deshumectadora deberá combatir unas pérdidas de 144 Kw en verano y de 155 Kw en invierno.

Tabla 21: Bomba de calor seleccionada para sistema hidráulico de la deshumectadora

Marca	CARRIER	Modelo	30 RQ – 165R	Unidades	X1
Características por unidad					
Condiciones de uso			AIRE 15°C/ AGUA 26°C / HUMEDAD 70%		
Pot Cale (Kw)	178	Pot. Refri (kw)	164	COP	3.88

1.8. Red de tuberías

El sistema de conexión de tuberías que se ha decidido instalar en este proyecto consta de una serie de tuberías de impulsión que mandan agua de la bomba de calor a las baterías de los fan-coils y climatizadores y otra serie que retorno que recirculan el agua de los equipos a la bomba de calor.

En la red de tuberías a diseñar se distinguen dos tramos, primario y secundario. El tramo primario es responsable de transportar el fluido térmico (agua caliente o fría) desde la bomba de calor hasta el punto de distribución principal. Y el secundario es la parte del sistema que distribuye el agua caliente o fría desde el punto de distribución principal a los equipos de climatización individuales (como fan-coils o la UTA) y luego retorna el agua al punto de distribución.

Como se ha explicado anteriormente, el edificio cuenta con una bomba de calor que alimenta todos los equipos climáticos menos el de la piscina, que se alimenta con otra bomba personalizada. Por lo tanto, por un lado, la instalación cuenta con 2 circuitos secundarios, 1 para los fancoils y otro para los climatizadores, y 1 circuito primario que conecta todo con la bomba de calor de los equipos climáticos. Y por otro lado, se tiene otro circuito que conecta la deshumectadora con su bomba de calor.

Los climatizadores, tanto del vestíbulo como el central de los fan-coils, y la bomba de calor están situados en la cubierta. Esto simplifica uno de los circuitos secundarios. En cambio, al estar los fan-coils situados en la planta baja, es necesario montar una red de tuberías que bajen hasta esa planta. Lo descrito se puede apreciar en el apartado de *PLANOS* con más detalle.

Dado que el sistema de tuberías instalados cuenta con un solo recorrido de impulsión y retorno, las tuberías se han diseñado para la estación más restrictiva. Además, las tuberías deben de ser capaces de soportar temperaturas de refrigeración (10 °C) y de calefacción (50 °C), y por eso se ha optado por tuberías de acero DIN 2440.

Para la selección del diámetro de las tuberías se han empleado las tablas incluidas en el anexo teniendo en cuenta el caudal que circula y teniendo como restricción que las pérdidas no superen los 30 mm c.a y que la velocidad no sea mayor que 2 m/s. En los planos se aprecia con detalle el diámetro seleccionado para cada tramo de tuberías.

1.8.1. Selección de las bombas

Cada circuito de tuberías tiene una bomba asignada con otra en paralelo como bomba auxiliar en caso de avería. Para la selección de las bombas se ha calculado el tramo más crítico para cada uno de los circuitos identificando el punto más desfavorable, es decir, el que se encuentra más alejado de la bomba. Dado que las restricciones para las tuberías de impulsión y retorno son iguales, basta con calcular la pérdida de carga en la ida y

multiplicarla por dos. En los cálculos, como se puede apreciar en las hojas de cálculo presentes en *ANEXO*, también se consideran las pérdidas de carga generadas por los codos de 90°, codos de 45°, las T y las diferentes válvulas que hay en las conexiones con las bombas, con los climatizadores y con las fan-coils. Se divide el tramo más crítico que afecta a la bomba en pequeños tramos según va aumentando su caudal. Se hace una suma de las pérdidas que la bomba debe afrontar.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos en el análisis de pérdidas de cargas y las características que deben tener las bombas a seleccionar.

Tabla 22: Selección de bomba hidráulicas

Circuito	Bomba	Caudal (m ³ /h)
		Altura (M.C.A.)
Fancoils	32-125.1	3.50
		6.00
Climatizadoras	32-160.1	11.19
		8.34
Primario Bomba de Calor	32-125.1	14.68
		0.79
Deshumectadora	32-200	16.00
		9.41

Se ha decidido seleccionar las bombas del catálogo de la marca EBARA. Como se puede apreciar en el *ANEXO* con más detalle, son bombas horizontales de un escalón y de una entrada de 4 polos. Se escogerán dos de cada como se ha explicado anteriormente.

1.9. Red de conductos de aire

Dentro de la red de conductos de aire a diseñar dentro de esta instalación se distinguen 3 tipos: de impulsión, de retorno, de aire exterior. No es necesario instalar conductos de extracción dado que estos sirven para solventar problemas de sobrepresión y en el local en cuestión la ventilación y climatización existente es suficiente para mantener una presión adecuada y una calidad del aire óptima. Además, dado que los locales que se están climatizando en este proyecto cuentan con buena ventilación natural, se ha decidido prescindir de este tipo de conductos de aire.

Los climatizadores ubicados en la azotea necesitan de conductos de impulsión que llevan aire tratado desde los climatizadores hasta los difusores localizados en la planta baja y en la piscina. Los fan-coils no necesitan conductos de impulsión porque el aire se trata directamente en la sala. Estos sistemas únicamente necesitan conductos de aire exterior que llevan el aire pretratado en el climatizador de acondicionamiento hasta ellos. Por otro lado, los climatizadores exigen también conductos de retorno recogen el aire de la sala y lo envían de vuelta a los equipos de climatización.

Se diseñarán los conductos en base al trazado que presente la mayor pérdida de carga, es decir, el más alejado. Los demás conductos se dimensionarán de manera coherente al caudal de aire a transportar. Al igual que en el dimensionamiento de las tuberías de agua, se divide el trazado por tramos según va cambiando el caudal de aire. Se procurará que la velocidad del aire no supere los 10 m/s y que las pérdidas de carga lineal estén entre 0,08 y 0,01 mm.c.a. También se tendrán en cuenta las pérdidas por cambios de dirección en

los conductos. Los conductos serán rectangulares para una cómoda y eficiente instalación en los falsos techos. En el dimensionamiento, además de tener en cuenta las pérdidas en los fan-coils, también se incluirán las pérdidas que tengan lugar en las rendijas y en los difusores.

Los cálculos de las pérdidas por los conductos se pueden analizar con más detalle en las tablas de cálculo expuestas en el anexo, así como la disposición de los mismos.

1.9.1. Selección de rendijas y difusores

En un sistema de climatización, las rendijas y los difusores juegan un papel crucial en la distribución del aire tratado. Las rendijas, son aberturas diseñadas para la salida de aire en un sistema de climatización. Por otro lado, los difusores son dispositivos instalados en las salidas de aire de un sistema de climatización, diseñados específicamente para dispersar el aire de manera uniforme en una habitación.

Los difusores y rendijas seleccionados son de la marca KOOLAIR. La distribución y el tipo seleccionados se puede apreciar en los plantos de conductos de aire. Se ha tratado de hacer una distribución homogénea para una correcta circulación del aire. Los difusores y rendijas del vestíbulo se instalarán en el falso techo. Se ha procurado que el nivel sonoro se encuentre por debajo de 40 dB y la velocidad de cuello no supere los 2.5 m/s.

En la zona de la piscina se ha elegido colocar los difusores en la sección superior de la sala mientras que las rendijas de retorno en la sección inferior para prevenir humedades en las paredes.

Presupuesto

Equipo	Unidades	Precio unitario	Precio total
1. Selección de equipos			
Fancoil FKZEN 64	3	600.00	1,800.00
Fancoil FKZEN 63	3	650.00	1,950.00
Climatizador TROX vestibulo	1	19,000.00	19,000.00
Climatizador TROX central	1	15,000.00	15,000.00
Deshumectador	1	40,250.00	40,250.00
Bomba de calor Aurax 75Kw	1	20,000.00	20,000.00
Bomba de calor CARRIER 30 RQ-165R	1	30,000.00	30,000.00
<i>Subtotal de maquinaria</i>			128,000.00
2. Tuberías			
Tuberías DIN 2440 1" (metros)	26	10.00	260.00
Tuberías DIN 2440 1 1/4" (metros)	52	13.00	676.00
Tuberías DIN 2440 2" (metros)	32.5	20.00	650.00
Tuberías DIN 2440 2 1/2" (metros)	19.5	25.00	487.50
Tuberías DIN 2440 3" (metros)	58.5	30.00	1,755.00
Bomba hidráulica 32-125.1	4	1,300.00	5,200.00
Bomba hidráulica 32-160.1	2	1,500.00	3,000.00
Bomba hidráulica 32-200	2	1,800.00	3,600.00
Aislamiento			1,914.25
Valvulería y accesorios			5,900.00
<i>Subtotal de tuberías</i>			23,442.75
3. Conductos			
Conductos de aire (metros de chapa galvanizada)	394	30.00	11,820.00
Aislamiento			1,970.00
Otros componentes (conectores, soportes...)			1,182.00
Rejillas KOOLAIR 20-45 H 1200x300	6	100.00	600.00
Difusores KOOLAIR 43 SF	18	115.00	2,070.00
Rejillas KOOLAIR 20-45 H 1000x300	12	95.00	1,140.00
<i>Subtotal de conductos</i>			18,782.00
Precio total			170,224.75

ANEXOS

Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Este trabajo está alineado con las siguientes Objetivos de Desarrollo Sostenible:

Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos: La construcción de un sistema de climatización eficiente y en línea con la regulación vigente tiene como propósito, entre otros, la gestión adecuada de los sistemas de trato de agua para la refrigeración y los sistemas de climatización. De esta manera el objetivo 6 está alineado perfectamente con este proyecto.

Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación: El estudio y diseño de un sistema de climatización eficiente y en regla pretende promover la industrialización sostenible y el desarrollo social y económico de la sociedad afectada.

Objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles: La instalación de un polideportivo acuático en Cáceres, con un sistemas moderno y eficiente de climatización, le proporciona a la ciudad un crecimiento urbano de acuerdo con lo necesario, y garantiza un local que respeta el clima y un entorno de calidad para los ciudadanos.

Cálculos de cargas de verano

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS																						
Proyecto:		Polideportivo Acuatico en Caceres												12 de julio de 2024								
Planta:		Planta Baja			Zona:		Tienda															
DIMENSIONES:		X		=		39.18 m2				HORA SOLAR:		16		CACERES								
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR O DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES:		JULIO										
GANANCIA SOLAR-CRISTAL									TOTALES		CONDICIONES		BS		BH		%HR		TR		Gr/Kgr	
NORTE		Cristal		m2 x		38 x		0.48				Exteriores		35.2		18.7		21		6.9		
NE		Cristal		m2 x		38 x		0.48				Interiores		25.0		18.0		50		10.0		
ESTE		Cristal		m2 x		38 x		0.48				DIFERENCIA		10.2						-3.1		
											CALOR LATENTE								TOTALES			
SUR		Cristal		m2 x		42 x		0.48				Infiltración				m3/h x		x		0.72		
SO		Cristal		m2 x		382 x		0.48				Personas		5		Personas		x		55		
OESTE		Cristal		4.00		m2 x		527 x		0.48		Aplicaciones										
NO		Cristal		m2 x		337 x		0.48		1,012												
Claraboya				m2 x		405 x		0.48														
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS									TOTALES													
NORTE		Pared		m2 x		5.8 x		0.65				Aire Ext.		140.00		m3/h x		0.15		BF x 0.72		
NE		Pared		m2 x		7.0 x		0.65														
ESTE		Pared		m2 x		7.0 x		0.65														
SE		Pared		m2 x		10.3 x		0.65														
SUR		Pared		m2 x		14.7 x		0.65														
SO		Pared		m2 x		18.1 x		0.65				Sensible		140.00		m3/h x		10.2 x (1-		0.15 BF) x 0.3		
OESTE		Pared		13.82		m2 x		14.7 x		0.65		Latente		140.00		m3/h x				0.15 BF) x 0.72		
NO		Pared		m2 x		7.0 x		0.65														
Tejado-Sol				m2 x		19.7 x		0.46														
Tejado-Sombra				m2 x		4.7 x		0.46														
GANANCIA TRANS. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS									TOTALES													
Total Cristal		4.00		m2 x		10.2 x		2.60		106		FACTOR CALOR		3,583		Efec. Sens. Local				-		
Tabiques LNC		24.00		m2 x		5.1 x		1.20		147		SENSIBLE		3,886		Efec. Total Local				0.92		
Techo LNC				m2 x		5.1 x		2.02														
Suelo				m2 x		5.1 x		1.10														
Suelo exterior				m2 x		10.2 x		1.10														
Puertas				m2 x		10.2 x		2.00														
Infiltración				m3/h x		10.2 x		0.30														
CALOR INTERNO									TOTALES													
Personas		5		Personas		x		57		285		Observaciones:										
Alumbrado		784		Wattos x 0.86		x		1.25		843												
Aplicaciones, etc.				784		x		0.86		674												
Potencia						x																
Ganancias Adicionales						x																
									SUBTOTAL		3,199											
COEFICIENTE DE SEGURIDAD									10 %		320											
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL									3,519													
Aire Exterior		140.00		m3/h x		10.2 x		0.15		BF x 0.3		64										
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL									3,583													

Trabajo de Fin de Máster – Diego Ybarra Arana
Climatización de un polideportivo acuático en Cáceres

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS																											
Proyecto:		Polideportivo Acuatico en Caceres												12 de julio de 2024													
Planta:		Planta Baja			Zona:		Parque Infantil																				
DIMENSIONES:		X		=		77.13 m2				HORA SOLAR:		16		CACERES													
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES:		JULIO															
GANANCIA SOLAR-CRISTAL										TOTALES		CONDICIONES		BS		BH		%HR		TR		Gr/Kgr					
NORTE		Cristal		6.00		m2 x		38		x		0.48		109		Exteriores		35.2		18.7		21		6.9			
NE		Cristal				m2 x		38		x		0.48				Interiores		25.0		18.0		50		10.0			
ESTE		Cristal				m2 x		38		x		0.48				DIFERENCIA		10.2						-3.1			
SE		Cristal				m2 x		38		x		0.48				CALOR LATENTE				TOTALES							
SUR		Cristal				m2 x		42		x		0.48				Infiltración		m3/h x				x		0.72			
SO		Cristal				m2 x		382		x		0.48				Personas		10		Personas		x		55			
OESTE		Cristal				m2 x		527		x		0.48				Aplicaciones											
NO		Cristal				m2 x		337		x		0.48				SUBTOTAL				550							
		Claraboya				m2 x		405		x		0.48				COEFICIENTE DE SEGURIDAD				10		%		55			
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS										TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL										605					
NORTE		Pared		47.52		m2 x		5.8		x		0.65		179		Aire Ext.		280.00		m3/h x				0.15		BF x 0.72	
NE		Pared				m2 x		7.0		x		0.65				CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL				605							
ESTE		Pared				m2 x		7.0		x		0.65				CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL				5,167							
SE		Pared				m2 x		10.3		x		0.65				CALOR AIRE EXTERIOR				TOTALES							
SUR		Pared				m2 x		14.7		x		0.65				Sensible		280.00		m3/h x		10.2 x (1-		0.15 BF		) x 0.3	
SO		Pared				m2 x		18.1		x		0.65				Latente		280.00		m3/h x				0.15 BF		) x 0.72	
OESTE		Pared				m2 x		14.7		x		0.65				SUBTOTAL				728							
NO		Pared				m2 x		7.0		x		0.65															
		Tejado-Sol				m2 x		19.7		x		0.46				GRAN CALOR TOTAL				5,896							
		Tejado-Sombra				m2 x		4.7		x		0.46															
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS										TOTALES		A.D.P.															
Total Cristal		6.00		m2 x		10.2		x		2.60		159		FACTOR CALOR SENSIBLE		4,562		Efec. Sens. Local				=		0.88			
Tabiques LNC		4.62		m2 x		5.1		x		1.20		28				5,167		Efec. Total Local									
Techo LNC				m2 x		5.1		x		2.02						ADP Indicado=								°C			
Suelo				m2 x		5.1		x		1.10						ADP Seleccionado=		12						°C			
Suelo exterior				m2 x		10.2		x		1.10						CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO (0 impulsión)											
Puertas				m2 x		10.2		x		2.00						▲ T=(1-0.15 BF)x(°C Loc		25.0		-		12		ADP)=			
Infiltración				m3/h x		10.2		x		0.30						CAUDAL DE AIRE M3/H		4,562		Sensible Local				=			
CALOR INTERNO										TOTALES		0.3 X		11.05		▲ T								1,376			
Personas		10		Personas		x				57		570		Observaciones:													
Alumbrado		1,543		Wattios x 0.86		x				1.25		1,659															
Aplicaciones, etc.						1,543		x		0.86		1,327															
Potencia								x																			
Ganancias Adicionales								x																			
SUBTOTAL										4,031																	
COEFICIENTE DE SEGURIDAD										10 %		403															
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL										4,434																	
Aire Exterior		280.00		m3/h x		10.2		x		0.15		BF x 0.3		129													
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL										4,562																	

Trabajo de Fin de Máster – Diego Ybarra Arana
Climatización de un polideportivo acuático en Cáceres

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS																							
Proyecto:		Centro acuatico en Caceres										12 de julio de 2024											
Planta:		Planta Baja			Zona:		Local de piscina																
DIMENSIONES:		X		=		1,273.70 m2			HORA SOLAR:		16		CACERES										
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES:		JULIO											
GANANCIA SOLAR-CRISTAL								TOTALES		CONDICIONES		BS		BH		%HR		TR		Gr/Kgr			
NORTE		Cristal		60.00		m2 x		38 x		0.48		Exteriores		35.2		18.7		21		6.9			
NE		Cristal				m2 x		38 x		0.48		Interiores		27.0				50					
ESTE		Cristal				m2 x		38 x		0.48		DIFERENCIA		8.2						6.9			
SE		Cristal				m2 x		38 x		0.48		CALOR LATENTE					TOTALES						
SUR		Cristal				m2 x		42 x		0.48		Infiltración		m3/h x		6.9 x		x		0.72			
SO		Cristal				m2 x		382 x		0.48		Personas		159		Personas		x		55			
OESTE		Cristal				m2 x		527 x		0.48		Aplicaciones											
NO		Cristal				m2 x		337 x		0.48							SUBTOTAL			8,745			
Claraboya						m2 x		405 x		0.48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD					10		%		875		
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL								9,620					
NORTE		Pared		320.00		m2 x		3.9 x		0.65		Aire Ext.		11,463.30		m3/h x		6.9 x		0.15 BF x 0.72		8,518	
NE		Pared				m2 x		5.1 x		0.65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					18,138						
ESTE		Pared				m2 x		5.1 x		0.65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					108,125						
SE		Pared				m2 x		8.4 x		0.65		CALOR AIRE EXTERIOR					TOTALES						
SUR		Pared				m2 x		12.8 x		0.65		Sensible		11,463.30		m3/h x		8.2 x (1- 0.15 BF) x 0.3		23,970			
SO		Pared				m2 x		16.2 x		0.65		Latente		11,463.30		m3/h x		6.9 x (1- 0.15 BF) x 0.72		48,267			
OESTE		Pared				m2 x		12.8 x		0.65							SUBTOTAL			72,237			
NO		Pared				m2 x		5.1 x		0.65		GRAN CALOR TOTAL					180,362						
Tejado-Sol						m2 x		17.8 x		0.46													
Tejado-Sombra						m2 x		2.8 x		0.46													
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS								TOTALES		A.D.P.													
Total Cristal		60.00		m2 x		8.2 x		2.60		1,279		FACTOR CALOR SENSIBLE		89,987		Efec. Sens. Local		=		0.83			
Tabiques LNC				m2 x		4.1 x		1.20						108,125		Efec. Total Local							
Techo LNC		1,273.70		m2 x		4.1 x		2.02		10,549				ADP Indicado=						°C			
Suelo		961.00		m2 x		4.1 x		1.10		4,334				ADP Seleccionado=		12				°C			
Suelo exterior				m2 x		8.2 x		1.10				CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO (0 impulsión)											
Puertas				m2 x		8.2 x		2.00				ΔT=(1-0.15 BF)x(°C Loc		27.0		-		12		ADP)=			
Infiltración				m3/h x		8.2 x		0.30				CAUDAL DE AIRE M3/H		89,987		Sensible Local		=		23,526			
												0.3 X		12.75		ΔT							
CALOR INTERNO								TOTALES		Observaciones:													
Personas		186		Personas		x		57		10,602													
Alumbrado		25,474		Wattios x 0.86		x		1.25		27,385													
Aplicaciones, etc.				25,474		x		0.86		21,908													
Potencia						x																	
Ganancias Adicionales						x																	
								SUBTOTAL		77,961													
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10		%		7,796											
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL								85,757															
Aire Exterior		11,463.30		m3/h x		8.2 x		0.15 BF x 0.3		4,230													
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL								89,987															

Trabajo de Fin de Máster – Diego Ybarra Arana
Climatización de un polideportivo acuático en Cáceres

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS																							
Proyecto:		Polideportivo Acuatico en Caceres												12 de julio de 2024									
Planta:		Planta Baja			Zona:		Vestibulo																
DIMENSIONES:				X				=		510.17 m2			HORA SOLAR:		16		CACERES						
CONCEPTO		SUPERFICIE		GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP.		FACTOR		Kcal/h		MES:		JULIO											
GANANCIA SOLAR-CRISTAL										TOTALES		CONDICIONES		BS		BH		%HR		TR		Gr/Kgr	
NORTE		Cristal		m2 x		38		x		0.48		Exteriores		35.2		18.7		21		6.9			
NE		Cristal		m2 x		38		x		0.48		Interiores		25.0		18.0		50		10.0			
ESTE		Cristal		m2 x		38		x		0.48		DIFERENCIA		10.2						-3.1			
SE		Cristal		m2 x		38		x		0.48		CALOR LATENTE								TOTALES			
SUR		Cristal		m2 x		42		x		0.48		Infiltración		m3/h x				x		0.72			
SO		Cristal		m2 x		38		x		0.48		Personas		64		Personas		x		55			
OESTE		Cristal		19.00		m2 x		527		x		Aplicaciones											
NO		Cristal				m2 x		337		x													
Claraboya						m2 x		405		x													
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS										TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL								3,872			
NORTE		Pared		m2 x		5.8		x		0.65		Aire Ext.		1,792.00		m3/h x		0.15		BF x 0.72			
NE		Pared		m2 x		7.0		x		0.65		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL								3,872			
ESTE		Pared		m2 x		7.0		x		0.65		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL								37,090			
SE		Pared		m2 x		10.3		x		0.65		CALOR AIRE EXTERIOR								TOTALES			
SUR		Pared		m2 x		14.7		x		0.65		Sensible		1,792.00		m3/h x		10.2 x (1- 0.15 BF)		x 0.3			
SO		Pared		m2 x		18.1		x		0.65		Latente		1,792.00		m3/h x		0.15 BF		x 0.72			
OESTE		Pared		30.89		m2 x		14.7		x										SUBTOTAL			
NO		Pared				m2 x		7.0		x										4,661			
Tejado-Sol						m2 x		19.7		x													
Tejado-Sombra						m2 x		4.7		x										41,751			
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS										TOTALES		A.D.P.											
Total Cristal		19.00		m2 x		10.2		x		2.60		FACTOR CALOR SENSIBLE		33,218		Efec. Sens. Local		=		0.90			
Tabiques LNC		74.40		m2 x		5.1		x		1.20				37,090		Efec. Total Local							
Techo LNC				m2 x		5.1		x		2.02													
Suelo				m2 x		5.1		x		1.10													
Suelo exterior				m2 x		10.2		x		1.10													
Puertas				m2 x		10.2		x		2.00													
Infiltración				m3/h x		10.2		x		0.30													
CALOR INTERNO										TOTALES		Observaciones:											
Personas		64		Personas		x		57		3,648													
Alumbrado		10,203		Wattios x 0.86		x		1.25		10,968													
Aplicaciones, etc.				10,203		x		0.86		8,775													
Potencia						x																	
Ganancias Adicionales						x																	
SUBTOTAL										29,451													
COEFICIENTE DE SEGURIDAD										10 %		2,945											
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL										32,396													
Aire Exterior		1,792.00		m3/h x		10.2		x		0.15		BF x 0.3		823									
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL										33,218													

Cálculos de cargas de invierno

Tienda

PÉRDIDAS POR TRANSMISION INVIERNO									
CIUDAD	Caceres								
Temp. Exterior	1.50 °C								
Temp. Interior	25.00 °C								
Temp. TERRENO	13.25 °C								
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Superficie (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T°int - T°ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
001									
CRISTAL	N				2.60	23.5	1.35	1.15	337.27 Kcal/h
CRISTAL	NE				2.60	23.5	1.35	1.15	
CRISTAL	E				2.60	23.5	1.25	1.15	
CRISTAL	SE				2.60	23.5	1.15	1.15	
CRISTAL	S				2.60	23.5	1.00	1.15	
CRISTAL	SO				2.60	23.5	1.10	1.15	
CRISTAL	O			4.0	2.60	23.5	1.20	1.15	
CRISTAL	NO				2.60	23.5	1.25	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	N				0.65	23.5	1.20	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NE				0.65	23.5	1.20	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	E				0.65	23.5	1.15	1.15	267.82 Kcal/h
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SE				0.65	23.5	1.10	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	S				0.65	23.5	1.00	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SO				0.65	23.5	1.05	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	O			13.9	0.65	23.5	1.10	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NO				0.65	23.5	1.15	1.15	
CUBIERTA	H				0.46	23.5	1.00	1.15	
SUELO (en contacto con el terreno)					1.10	11.8	1.00	1.15	
SUELO EXTERIOR					1.10	23.5	1.00	1.15	
SUELO O TECHO A LNC					1.10	11.8	1.00	1.15	
TABIQUE A LNC				24.0	1.20	11.8	1.00	1.15	389.18 Kcal/h
(Superficies a Locales No Climatizados)									
CARGA DE VENTILACIÓN	Q (m3/h)								987.00 Kcal/h
AIRE EXTERIOR	140.00 m3/h								
TOTAL									1,981.25 Kcal/h

Local piscina

PÉRDIDAS POR TRANSMISION INVIERNO									
CIUDAD	Caceres								
Temp. Exterior	1.50 °C								
Temp. Interior	27.00 °C								
Temp. TERRENO	14.25 °C								
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Superficie (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T°int - T°ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
001									
CRISTAL	N			60.0	2.60	25.5	1.35	1.15	6,175.85 Kcal/h
CRISTAL	NE				2.60	25.5	1.35	1.15	
CRISTAL	E				2.60	25.5	1.25	1.15	
CRISTAL	SE				2.60	25.5	1.15	1.15	
CRISTAL	S				2.60	25.5	1.00	1.15	
CRISTAL	SO				2.60	25.5	1.10	1.15	
CRISTAL	O				2.60	25.5	1.20	1.15	
CRISTAL	NO				2.60	25.5	1.25	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	N			320.0	0.65	25.5	1.20	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NE				0.65	25.5	1.20	1.15	7,319.52 Kcal/h
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	E				0.65	25.5	1.15	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SE				0.65	25.5	1.10	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	S				0.65	25.5	1.00	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SO				0.65	25.5	1.05	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	O				0.65	25.5	1.10	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NO				0.65	25.5	1.15	1.15	
CUBIERTA	H			1273.7	0.46	25.5	1.00	1.15	
SUELO (en contacto con el terreno)				961.0	1.10	12.8	1.00	1.15	
SUELO EXTERIOR					1.10	25.5	1.00	1.15	15,499.73 Kcal/h
SUELO O TECHO A LNC					1.10	12.8	1.00	1.15	
TABIQUE A LNC					1.20	12.8	1.00	1.15	
(Superficies a Locales No Climatizados)									
CARGA DE VENTILACIÓN	Q (m3/h)								87,694.25 Kcal/h
AIRE EXTERIOR	11,463.30 m3/h								
TOTAL									133,684.16 Kcal/h

Parque infantil

PÉRDIDAS POR TRANSMISION INVIERNO

CIUDAD	Caceres
Temp. Exterior	1.50 °C
Temp. Interior	25.00 °C
Temp. TERRENO	13.25 °C

MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Superficie (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T*int - T*ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
001									
CRISTAL	N			6.0	2.60	23.5	1.35	1.15	569.15 Kcal/h
CRISTAL	NE				2.60	23.5	1.35	1.15	
CRISTAL	E				2.60	23.5	1.25	1.15	
CRISTAL	SE				2.60	23.5	1.15	1.15	
CRISTAL	S				2.60	23.5	1.00	1.15	
CRISTAL	SO				2.60	23.5	1.10	1.15	
CRISTAL	O				2.60	23.5	1.20	1.15	
CRISTAL	NO				2.60	23.5	1.25	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	N			47.5	0.65	23.5	1.20	1.15	1,001.70 Kcal/h
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NE				0.65	23.5	1.20	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	E				0.65	23.5	1.15	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SE				0.65	23.5	1.10	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	S				0.65	23.5	1.00	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SO				0.65	23.5	1.05	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	O				0.65	23.5	1.10	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NO				0.65	23.5	1.15	1.15	
CUBIERTA	H				0.46	23.5	1.00	1.15	
SUELO (en contacto con el terreno)					1.10	11.8	1.00	1.15	
SUELO EXTERIOR					1.10	23.5	1.00	1.15	
SUELO O TECHO A LNC					1.10	11.8	1.00	1.15	
TABIQUE A LNC				4.6	1.20	11.8	1.00	1.15	74.95 Kcal/h
(Superficies a Locales No Climatizados)									
CARGA DE VENTILACIÓN	Q (m3/h)								
AIRE EXTERIOR	280.00 m3/h								1,974.00 Kcal/h
TOTAL									3,619.80 Kcal/h

Vestíbulo

PÉRDIDAS POR TRANSMISION INVIERNO

CIUDAD	Caceres
Temp. Exterior	1.50 °C
Temp. Interior	25.00 °C
Temp. TERRENO	13.25 °C

MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Superficie (m2)	K (Kcal/hm2°C)	T*int - T*ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
001									
CRISTAL	N				2.60	23.5	1.35	1.15	
CRISTAL	NE				2.60	23.5	1.35	1.15	
CRISTAL	E				2.60	23.5	1.25	1.15	
CRISTAL	SE				2.60	23.5	1.15	1.15	
CRISTAL	S				2.60	23.5	1.00	1.15	
CRISTAL	SO				2.60	23.5	1.10	1.15	
CRISTAL	O			19.0	2.60	23.5	1.20	1.15	1,602.04 Kcal/h
CRISTAL	NO				2.60	23.5	1.25	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	N				0.65	23.5	1.20	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NE				0.65	23.5	1.20	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	E				0.65	23.5	1.15	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SE				0.65	23.5	1.10	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	S				0.65	23.5	1.00	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SO				0.65	23.5	1.05	1.15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	O			30.9	0.65	23.5	1.10	1.15	596.84 Kcal/h
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NO				0.65	23.5	1.15	1.15	
CUBIERTA	H				0.46	23.5	1.00	1.15	
SUELO (en contacto con el terreno)					1.10	11.8	1.00	1.15	
SUELO EXTERIOR					1.10	23.5	1.00	1.15	
SUELO O TECHO A LNC					1.10	11.8	1.00	1.15	
TABIQUE A LNC				74.4	1.20	11.8	1.00	1.15	1,206.40 Kcal/h
(Superficies a Locales No Climatizados)									
CARGA DE VENTILACIÓN	Q (m3/h)								
AIRE EXTERIOR	1,792.00 m3/h								12,633.60 Kcal/h
TOTAL									16,038.88 Kcal/h

Cálculos de tuberías

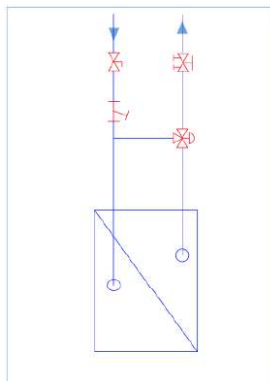
1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	
2	Fecha:	20-jun-24																													
3	Instalac:	Circuito Climatizadoras																													
4	Circuito:	Secundario																													
5																															
6																															
7	TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.	BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)	
8	1-2	9711	2 1/2"	11	0.73	11	1	1.8							1.8															140.80	140.80
9	2-3	11186	2 1/2"	15	0.87						1	3.6			3.6															54.00	194.80
10	IMPULSION + RETORNO																														
11	VALV. BATERIA CLIMA	2 1/2"	11	0.73													3	2.1	1	9							2	18.9	53.1	584.10	973.70
12	VALV. BOMBA	2 1/2"	15	0.87													4	2.1	1	9				1	4.2	1	18.9	40.5	607.50	1,581.20	
13																															
14																															
15																															
16																															
17																															
18																															
19																															
20																															
21																															
22																															
23																															
24																															
25																															
26																															
27																															
28																															
29																															
30																															
31																															
32																															
33																															
34																															
35																															
36																															
37																															
38																															
39																															
40																															
41																															
42																															
43																															
44																															
45																															
46																															
47																															
48																															
49																															
50																															
																						</									

Trabajo de Fin de Máster – Diego Ybarra Arana
Climatización de un polideportivo acuático en Cáceres

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	
2	Fecha:		20-jun-24		Material DIN 2440																										
3	Instalac:		Circuito de la bomba de calor																												
4	Circuito:		Primario																												
5																															
6																															
7	TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / m	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.	BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)	
8							uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd		uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd				uds
9	IMPULSION + RETORNO		3"		11	0.82	5					1	4.5		4.5															104.50	104.50
10	VALV. BOMBA		3"		11	0.82												4	3	1	10				1	4.8	1	19.7	46.5	511.50	720.50
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															
16																															
17																															
18																															
19																															
20																															
21																															
22																															
23																															
24																															
25																															
26																															
27																															
28																															
29																															
30																															
31																															
32																															
33																															
34																															
35																															
36																															
37																															
38																															
39																															
40																															
41																															
42																											Subtotal		720.50		
43																															
44																											bateria (mm.c.a.)				
45																											válv control				
46																											total		720.50		
47																											% segur.		10.00%		
48																															
49																															
50																											ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)		0.79		

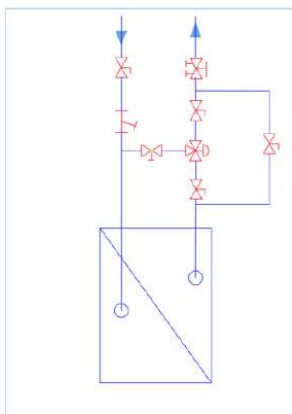
1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD					
2	Fecha:	20-jun-24															Material DIN 2440																		
3	Instalaci.	Circuito de la Deshumidificadora																																	
4	Circuito:	Primario																																	
5																																			
6																																			
7	TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a./m	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.	BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)					
8	1-2	16000	3"	13	0.89	39.4	3	2.1							6.3															594.10	594.10				
9	IMPULSION + RETORNO																														594.10	1,188.20			
10	VALV. BATERIA CLIMA		3"	13	0.89													3	3	1	10						2	19.7	58.4	759.20	1,947.40				
11	VALV. BOMBA		3"	13	0.89													4	3	1	10				1	4.8	1	19.7	46.5	604.50	2,551.90				
12																																			
13																																			
14																																			
15																																			
16																																			
17																																			
18																																			
19																																			
20																																			
21																																			
22																																			
23																																			
24																																			
25																																			
26																																			
27																																			
28																																			
29																																			
30																																			
31																																			
32																																			
33																																			
34																																			
35																																			
36																																			
37																																			
38																																			
39																																			
40																																			
41																																			
42																																			
43																																			
44																																			

DETALLE CONEXION TUBERIA A BATERIAS



-  VÁLVULA DE CORTE
-  FILTRO
-  VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA
-  VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

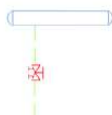
CONEXIÓN BATERIA CLIMATIZADORES



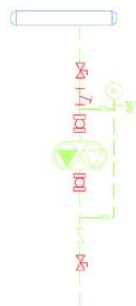
-  VÁLVULA DE CORTE
-  FILTRO
-  VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA
-  VALVULA DE CONTROL 3 VÍAS
-  VÁLVULA DE ASIENTO O GLOBO

DETALLE VALVULERÍA EN BOMBAS

RETORNO DE BOMBA



IMPULSIÓN



-  VÁLVULA DE CORTE TIPO MARIPOSA PARA Ø>2"
-  VÁLVULA DE CORTE TIPO BOLA PARA Ø<2"
-  FILTRO
-  VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA
-  VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS
-  MANGUITO ANTIVIBRATORIO

Cálculos de conductos

Conducto impulsión UTA vestíbulo

[illegible]

Conducto retorno UTA vestíbulo

[illegible]

Conductos de aire exterior de UTA de los fan-coils

[illegible]

Conducto de impulsión de la deshumectadora de la piscina

[illegible]

Conducto de retorno de la deshumectadora de la piscina

[illegible]

Catálogos de equipos seleccionados

Deshumectadora

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Aquaair Premium BCP		270	360
Potencias circuitos principales + recuperación aire extracción	Potencia deshumidificación ① (kg/h)	56,2	73,5
	Potencia calorífica útil en aire / agua ② (kW)	18,9 / 34,1	26,1 / 43,5
	Potencia calorífica aire recup. extracción (kW)	32,1	43,3
	Potencia absorbida ③ (kW)	20,6	27,6
	Rendimiento termodinámico útil	5,8	5,9
Circuito de aire: Ventilador impulsión	Caudal aire nominal (m3/h)	15.900	24.000
	Presión estática disponible (mm.c.a.)	25	25
	Tipo	Plug Fan EC	
	Número / Diámetro (mm.)	2 / 500	3 / 500
	Potencia motor (kW)	2 x 5,5	3 x 5,5
	Potencia absorbida (kW)	4,6	6,9
Circuito de aire: Ventilador retorno	Velocidad máxima (r.p.m.)	2 x 2.220	3 x 2.220
	Caudal aire nominal (m3/h)	15.900	24.000
	Presión estática disponible (mm.c.a.)	15	15
	Tipo	Plug Fan EC	
	Número / Diámetro (mm.)	2 / 560	2 / 560
	Potencia motor (kW)	2 x 4,7	2 x 4,7
Condensador de agua	Potencia absorbida (kW)	2,38	3,74
	Velocidad máxima (r.p.m.)	2 x 1.763	2 x 1.763
	Caudal agua nominal (m3/h)	5,9	7,5
Batería de apoyo de agua caliente (opcional)	Pérdida de carga (m.c.a.)	9,1	5,1
	Conexiones hidráulicas	1 1/4" M	
	Potencia calorífica batería 2 filas ④ (kW)	130,0	147,0
Compresor	Caudal agua nominal (m3/h)	6,6	7,4
	Pérdida de carga (m.c.a.)	2,0	2,6
	Conexiones hidráulicas	2 1/8"	
	Tipo	Scroll	
	Número compresores	4	
	No. circuitos rec. calor condensación aire/agua	2 / 1	
Características eléctricas	No. circuitos rec. calor aire extracción	1	
	Tipo aceite	Copeland 3MAF 32cST, Danfoss POE 160SZ, ICI Emkarate RL 32CF, Mobil EAL Arctic 22CC	
	Volumen aceite (l)	4 x 2,5	4 x 3,3
Intensidad máxima absorbida	Tensión de red	400 V / 3 ph / 50 Hz (±10%)	
	Acometida	3 Hilos + Tierra + Neutro	
	Compresor(es) (A)	60,8	82,0
Nivel sonoro	Ventilador impulsión (A)	16,6	24,9
	Ventilador retorno (A)	14,6	14,6
	Control (A)	0,4	0,4
Refrigerante	Total (A)	92,4	121,9
	Nivel de presión sonora ⑤ dBA	62,5	63,5
	Tipo	R410A	
Dimensiones	Potencial calentamiento atmosférico (PCA) ⑥	2.088	
	Carga (kg)	C1: 7,5 / C2: 7,0 / C3: 4,8 / C4: 11,2	C1: 7,8 / C2: 7,3 / C3: 5,5 / C4: 12,2
	Impacto ambiental (tCO ₂ eq)	63,7	68,5
Peso	Largo (mm)	3.389	
	Ancho (mm)	1.900	
	Alto (mm)	2.267	
Evacuación de condensados Ø		3/4"	

① Potencia de deshumectación frigorífica del equipo. Para la selección del equipo conviene tener en cuenta la deshumectación que proporciona el aporte de aire exterior de ventilación (UNE 100011).

② Potencia calorífica útil en aire y en agua. Condiciones de temperatura de entrada de aire de 28°C y 65% HR (se tiene en cuenta el aporte de condensación menos la potencia frigorífica sensible aportada previamente en la evaporadora). Condiciones de agua de recuperación 28 / 33°C.

③ Potencia absorbida por los compresores en las condiciones nominales.

④ Agua de caldera para la batería de apoyo de agua caliente 82 / 65°C y entrada de aire a 20°C.

⑤ Nivel de presión sonora en campo libre, medido a 5 m de distancia, directividad 2 y 1,5 metro del suelo

⑥ Potencial de calentamiento climático de un kilogramo de gas fluorado de efecto invernadero en relación con un kilogramo de dióxido de carbono sobre un período de 100 años.



Equipos de tratamiento de aire para piscinas

Aquair Premium BCP

BATERIA DE APOYO DE AGUA CALIENTE (OPCIONAL)

Modelo	Caudal aire (m ³ /h)	T° entrada de aire (°C)	Humedad relativa del aire (%)	T° entrada agua (°C)	T° salida agua (°C)	2 Filas			4 Filas		
						Potencia calorífica (kW)	Caudal agua (m ³ /h)	Pérdida carga en agua (m.c.a.)	Potencia calorífica (kW)	Caudal agua (m ³ /h)	Pérdida carga en agua (m.c.a.)
270	15000	20	60	82	65	129,9	6,6	2,0	193,6	9,8	1,2
		20	60	55	47	75,2	8,1	3,1	111,1	11,9	1,9
		28	65	82	65	107,6	5,4	1,4	161,2	8,1	0,9
		28	65	55	47	53,8	5,8	1,7	80,4	8,6	1,0
		35	50	82	65	88,5	4,5	1,0	133,6	6,6	0,8
		35	50	55	47	35,4	3,8	0,8	54,1	5,8	0,5
360	24000	20	60	82	65	146,9	7,4	2,6	225,9	11,4	1,6
		20	60	55	47	85,1	9,1	3,8	129,7	13,9	2,5
		28	65	82	65	121,7	6,2	1,8	187,9	9,5	1,6
		28	65	55	47	60,9	8,5	2,1	93,6	10,1	1,4
		35	50	82	65	100,1	5,1	1,3	155,5	7,9	0,8
		35	50	55	47	40,0	4,3	1,0	62,9	6,8	0,7

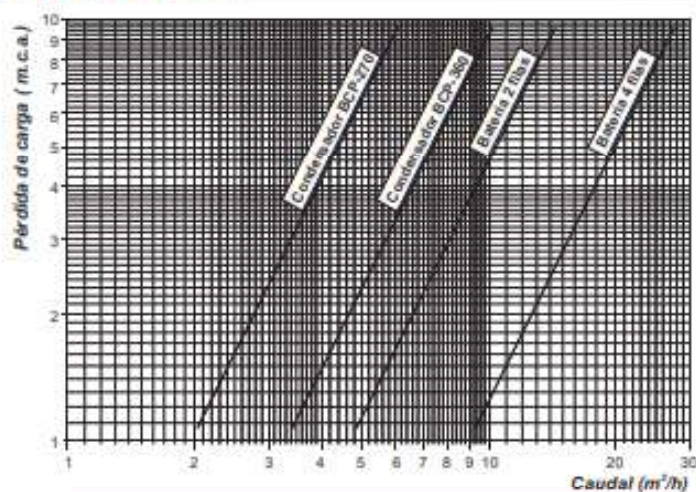
PÉRDIDAS DE CARGA DE AIRE

Modelo	Caudal aire (m ³ /h)	Pérdida de carga (mm.c.a.)					
		Filtro estándar ①	Filtro G4	Filtro F6	Filtro F8	Batería apoyo 2 filas	Batería apoyo 4 filas
270	15000	5,2	11,7	16,8	22,3	2,5	5,0
360	24000	11,9	14,5	19,6	28,0	5,6	11,4

① Pérdidas incluidas en la máquina estándar, a descontar en el caso de añadir filtro G4 (opcional).

Nota: las pérdidas de carga en los filtros se han calculado para un nivel medio de ensuciamiento.

PÉRDIDAS DE CARGA DE AGUA



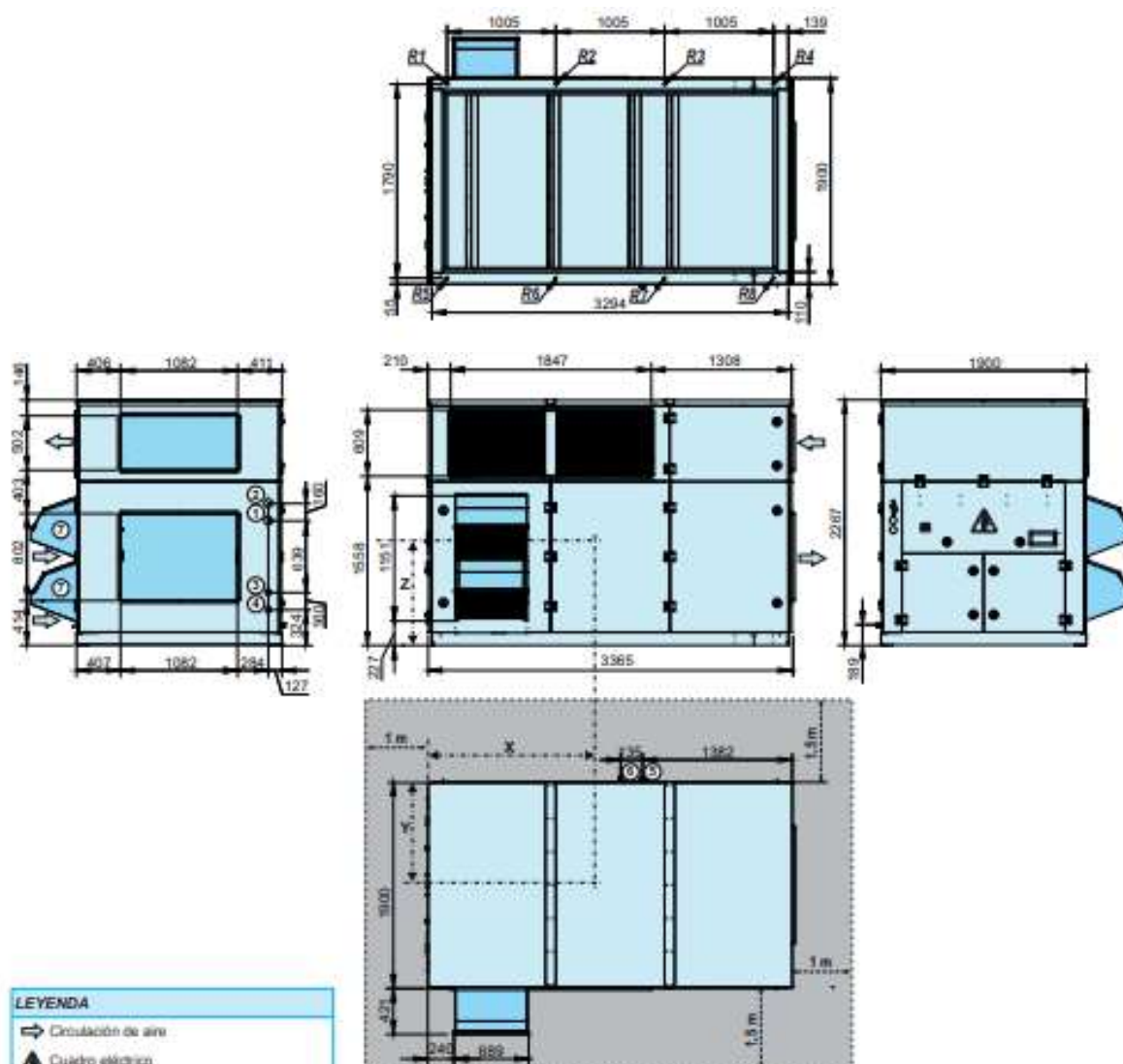
Nota: batería de apoyo de agua caliente con agua a 82 / 65°C y entrada de aire a 20°C.



Equipos de tratamiento de aire
para piscinas

Aquair Premium BCP

ESQUEMAS DE DIMENSIONES



LEYENDA

- ➔ Circulación de aire
- ⚠ Cuadro eléctrico
- ⚡ Acometida eléctrica
- ⏻ Interruptor de puerta
- ① Salida agua batería de apoyo (opcional)
- ② Entrada agua batería de apoyo (opcional)
- ③ Salida agua circuito de recuperación
- ④ Entrada agua circuito de recuperación
- ⑤ Evacuación condensados, entronque 3/4"TM
- ⑥ Evacuación condensados, entronque 3/4"TM
- ⑦ Cubierta compuerta en entrada de aire nuevo para instalación en exterior (opcional)

Anclajes antivibración: fuerza remache M12

Perfil embocadura: 25 mm

Espacio libre a respetar para las operaciones de mantenimiento y puesta en marcha

BCP	Centro gravedad (mm)			Reacciones en los apoyos (kg)								
	X	Y	Z	Peso	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
270	1.476	996	963	2220	269	419	294	185	240	391	265	157
360	1.476	996	963	2270	275	429	300	189	246	400	271	160

Fan-coils

FKZEN



FANCOIL CASSETTE DE AGUA
2 y 4 tubos | Ventilador centrífugo | Motor EC



Fancoils cassette de agua de
dimensionamiento modular.

600 x 600 mm

*Efecto Coanda en invierno y
antiestratificación en verano*

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

- Potencias en frío: de 1,5 a 5,5 kW
- Potencias en calor: de 1,9 a 6,5 kW
- Dimensionamiento modular: 600 x 600 mm.
Dimensionamiento específico para falsos techos con
módulos de 600 x 600 mm
- Ventilador centrífugo de 3 velocidades, o EC regulación 0-10V
- Panel frontal disponible en versión con aletas regulables
manualmente o versión automatizada

APLICACIONES

- Gracias a su diseño moderno y minimalista encaja perfectamente en
todas las instalaciones: residenciales, comerciales, tales como oficinas,
comercios y lugares públicos
- El panel del cassette respeta la modularidad 600 x 600 mm para integrarse
perfectamente con el estándar dimensional de falsos techos.

VENTAJAS

- Motor EC, opcional
- Posibilidad de incluir resistencia eléctrica integrada
(en modelos NC 61 a 65 no ECM)
- Aletas motorizadas para un control perfecto del confort climático
- Bajas emisiones sonoras
- Válvulas integradas para evitar dispersiones térmicas inútiles
- Fácil instalación y mantenimiento
- Bajo consumo, hasta -78%

VERSIONES DISPONIBLES

- Instalación a 2 tubos sin (NC) / con (RC) tarjeta electrónica /
motor 3 velocidades
- Instalación a 2 tubos sin (NC) / con (RC) tarjeta
electrónica + resistencia eléctrica / motor 3 velocidades
- Instalación a 2 tubos sin (NC) / con (RC) tarjeta electrónica / motor EC
- Instalación a 4 tubos sin (NC) / con (RC) tarjeta electrónica /
motor 3 velocidades
- Instalación a 4 tubos sin (NC) / con (RC) tarjeta electrónica / motor EC

REGULACIÓN. Ver regulación y control en la página 230

Con electrónica:

- Mando infrarrojos (1)
- Mando remoto por cable RWI ECM2 (2)
- Sistema Master-Slave de serie
- Modbus de serie



Sin electrónica:

- Serie I-Basic (3)
- Serie I-Digit (4)
(posibilidad Modbus en termostato)



Efecto Coanda

La correcta disposición de las aletas laterales aprovecha el efecto Coanda al máximo en modo refrigeración para proporcionar un confort ideal sin las corrientes típicas de aire frío. El efecto Coanda se consigue gracias a un efecto laminar, en el cual el frío tiende a fluir a ras del techo y se distribuye luego de forma uniforme y gradual internamente en el ambiente, para asegurar un confort climático ideal, carente de fenómenos térmicos desagradables causados por impulsión directa de aire frío.

Efecto antiestratificación

En modo calefacción, las aletas se sitúan automáticamente (opcional) con una apertura de 350 para crear con el aire caliente un caudal orientado hacia abajo para asegurar una distribución homogénea de la temperatura dentro de la habitación y evitar problemas relacionados con la estratificación.

SERIES FKZEN - 2 tubos

MODELO		61	62	63	64	65
REFRIGERACIÓN		T entrada agua: 7°C • T salida agua: 12°C • T entrada aire: 27°C d.b. • 19°C w.b.				
Potencia frigorífica total (+)	kW Máx.	2,22	2,67	4,25	4,98	5,38
	kW Med.	1,84	2,43	3,05	3,65	4,66
	kW Min.	1,56	1,94	2,14	2,70	3,97
Potencia frigorífica sensible (+)	kW Máx.	1,84	2,03	3,11	3,70	3,99
	kW Med.	1,49	1,81	2,18	2,63	3,36
	kW Min.	1,24	1,42	1,49	1,91	2,80
Caudal de agua	l/h Máx.	390	465	739	867	939
	l/h Med.	321	424	530	635	812
	l/h Min.	271	338	372	468	691
Pérdida de carga lado agua (+)	kPa Máx.	20,0	16,0	24,0	24,0	30,0
	kPa Med.	14,0	14,0	18,0	18,0	24,0
	kPa Min.	11,0	10,0	11,0	16,0	18,0
CALEFACCIÓN		T entrada agua: 45/40°C • T aire: 20°C				
Potencia térmica (+)	kW Máx.	2,34	2,62	4,08	4,91	5,42
	kW Med.	1,92	2,37	2,93	3,44	4,93
	kW Min.	1,59	1,91	2,09	2,58	4,09
Caudal de agua	l/h Máx.	408	456	711	855	943
	l/h Med.	335	413	510	600	860
	l/h Min.	276	333	364	449	712
Pérdida de carga lado agua (+)	kPa Máx.	20,9	15,5	18,5	22,8	29,6
	kPa Med.	14,2	12,5	16,2	18,0	25,7
	kPa Min.	10,5	8,9	9,7	15,3	19,2
CALEFACCIÓN		T entrada agua: 50°C • T aire: 20°C				
Potencia térmica	kW Máx.	2,80	3,15	4,91	5,90	6,50
	kW Med.	2,30	2,85	3,52	4,15	5,90
	kW Min.	1,90	2,30	2,51	3,10	4,90
Caudal de agua	l/h Máx.	390	465	739	867	939
	l/h Med.	321	424	530	635	812
	l/h Min.	271	338	372	468	691
Pérdida de carga lado agua	kPa Máx.	19,0	16,0	19,0	23,1	29,0
	kPa Med.	13,0	13,0	17,0	19,8	23,0
	kPa Min.	10,0	9,0	10,0	16,5	18,0
Nivel de potencia sonora (+)	dB(A) Máx.	46	44	52	60	62
	dB(A) Med.	39	41	44	49	59
	dB(A) Min.	33	34	34	39	53
Nivel de presión sonora	dB(A) Máx.	37	35	43	51	53
	dB(A) Med.	30	32	35	40	50
	dB(A) Min.	24	25	25	30	44
Caudal de aire	m³/h Máx.	367	398	550	650	760
	m³/h Med.	295	355	398	458	660
	m³/h Min.	225	269	269	328	550

(+) Eurovent

(**) Velocidad del ventilador

Unidad estándar a descarga libre: presión estática externa = 0 Pa (consultar con nuestra red comercial para otras presiones disponibles).

Nivel de potencia sonora = según EN 16583-2015

Nivel de presión sonora = considerada 8,6 dB(A) inferior respecto a la potencia sonora en una estancia de 90 m² con un tiempo de reverberación de 0,5 seg.

Valor de tensión admisible: 230V ± 10% / 1ph / 50 Hz~

Para la selección de los fancoils en diferentes condiciones de funcionamiento, consultar al departamento comercial de HITECSA

Bomba de calor para deshumectadora

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 30RB-30RQ



BATERÍAS DE COBRE Y ALUMINIO (30RQ)

- Cobertura protectora termorretráctil de los capilares asociados al distribuidor de las baterías
- Calentadores de batería para evitar la formación de escarcha y facilitar la evacuación de condensados durante el desescarche



6.A GENERACIÓN DE VENTILADORES DE VELOCIDAD FIJA FLYING BIRD™

- Diseño exclusivo de Carrier
- Diseño de las palas del ventilador inspirado en la naturaleza
- Versión de alto rendimiento con tecnología de motor AC y variador



REGULADOR SMARTVU™

- Nueve idiomas disponibles
- Pantalla táctil e intuitiva de 4,3"
- Todos los parámetros principales se visualizan en una pantalla común
- Acceso directo a los planos técnicos de la unidad y a los principales documentos de servicio
- Seguimiento sencillo por Internet
- Acceso sencillo y seguro a los parámetros de las unidades
- Interfaces de comunicación BACnet IP o MS/TP, ModBus IP o RTU y LON opcionalmente

FUNCIÓN DE MONITORIZACIÓN INTELIGENTE DEL CONSUMO ENERGÉTICO

- Estimación de la energía eléctrica consumida en tiempo real (kWh)
- Estimación de energía frigorífica/calorífica aportada (kWh)
- Valores medios e instantáneos de eficiencia energética en condiciones de funcionamiento reales
- Supervisión remota con «Connected service»

2.A GENERACIÓN DE INTERCAMBIADORES DE CALOR DE MICROCANALES NOVATION™ (30RB)

- Con nueva aleación de aluminio para una mayor fiabilidad
- Reducción significativa de la carga de refrigerante (un 40 % menos en comparación con las baterías de Cu/Al)
- Mayor rendimiento térmico, mayor eficiencia y menor pérdida de carga en comparación con las baterías de Cu/Al
- Revestimiento Enviro-Shield® para entornos moderadamente corrosivos
- Revestimiento Super Enviro-Shield® para entornos muy corrosivos (aplicaciones industriales o náuticas)
- Fácil de limpiar con aire a alta presión o agua

COMPRESORES SCROLL



CARGA DE REFRIGERANTE REDUCIDA



INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS SOLDADAS DE ALTO RENDIMIENTO

- Última generación con canales de tipo asimétrico
- Pérdidas de carga reducidas

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 30RBP-30RQP



DATOS FÍSICOS, MODELOS DE 165R A 520R

30RQ			165R	180R	210R	230R	270R	310R	330R	370R	400R	430R	470R	520R	
Calefacción															
Unidad estándar Rendimiento a plena carga*	HA1	Potencia nominal	kW	178	197	237	256	275	317	336	387	406	441	467	537
		COP	kW/kW	3,88	3,80	3,84	3,84	3,82	3,82	3,81	3,82	3,81	3,80	3,73	3,80
	HA2	Potencia nominal	kW	173	192	231	250	269	310	329	378	397	431	458	526
		COP	kW/kW	3,16	3,09	3,14	3,12	3,11	3,10	3,09	3,10	3,09	3,10	3,03	3,09
Eficiencia energética estacional**	HA1	SCOP _{30/35°C}	kWh/kWh	3,44	3,45	3,39	3,47	3,48	3,57	3,58	3,55	3,57	3,54	3,53	3,57
		η _{s heat} _{30/35°C}	%	135	135	133	136	136	140	140	139	140	139	138	140
		P _{rated}	kW	139	155	186	200	217	250	266	305	321	349	371	400
Refrigeración															
Unidad estándar Rendimiento a plena carga*	CA1	Potencia nominal	kW	164	181	215	236	254	302	324	362	381	413	439	500
		EER	kW/kW	2,87	2,73	2,86	2,81	2,76	2,85	2,80	2,82	2,76	2,82	2,74	2,74
Eficiencia energética estacional**		SEER _{12/7°C} Comfort low temp.	kWh/kWh	3,91	3,81	3,88	3,88	3,84	4,15	4,21	4,14	4,07	4,04	4,03	4,05
		SEPR _{12/7°C} Process high temp.	kWh/kWh	4,62	4,47	4,54	4,48	4,46	4,69	4,64	4,77	4,70	4,78	4,66	4,70
Niveles sonoros															
Unidad estándar															
Potencia sonora ⁽¹⁾			dB(A)	90,5	91,0	91,5	92,0	92,0	93,0	93,5	94,0	94,0	94,5	94,5	95,0
Presión sonora a 10 m ⁽²⁾			dB(A)	58,0	58,5	59,5	60,0	60,0	60,5	61,0	61,5	61,5	62,0	62,0	62,5
Dimensiones - unidad estándar															
Unidad estándar															
Longitud			mm	2410	2410	2410	2410	2410	3604	3604	3604	3604	4798	4798	4798
Anchura			mm	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253
Altura			mm	2324	2324	2324	2324	2324	2324	2324	2324	2324	2324	2324	2324
Unidad + opción 307 ⁽³⁾															
Longitud			mm	3604	3604	3604	3604	3604	4798	4798	4798	4798	5992	5992	5992
Peso de funcionamiento ⁽⁴⁾															
Unidad estándar			kg	1569	1575	1784	1811	1817	2394	2452	2672	2678	3154	3180	3430
Unidad + opción 116W ⁽³⁾			kg	1787	1793	2039	2067	2073	2715	2774	3051	3057	3551	3614	3882
Unidad + opción 116W+ opción 307 ⁽³⁾			kg	2771	2777	3022	3049	3055	3725	3783	4060	4066	4551	4614	4882

- * De acuerdo con la norma EN 14511-3:2022.
 ** De acuerdo con la norma EN 14825:2022, clima medio.
 HA1 Condiciones en modo calor: temperatura de entrada/salida del agua en el intercambiador de agua 30 °C/35 °C, temperatura del aire exterior tdb/twb = 7 °C db/6 °C wb, factor de ensuciamiento del evaporador = 0 m². k/W.
 HA2 Condiciones en modo calor: temperatura de entrada/salida del agua en el intercambiador de agua 40 °C/45 °C, temperatura del aire exterior tdb/twb = 7 °C db/6 °C wb, factor de ensuciamiento del evaporador = 0 m². k/W.
 CA1 Condiciones en modo refrigeración: temperatura de entrada/salida del agua del evaporador de 12 °C/7 °C, temperatura del aire exterior de 35 °C, factor de ensuciamiento en el evaporador de 0 m². k/W.
 η_{s heat}_{30/35°C} & SCOP_{30/35°C} Los valores en negrita cumplen el Reglamento (UE) n.º 813/2013 sobre requisitos de diseño ecológico aplicables a los aparatos de calefacción y a los calefactores combinados.
 SEER_{12/7°C} y SEPR_{12/7°C} Normativa de diseño ecológico aplicable (UE) n.º 2016/2281.
 (1) En dB ref=10⁻¹² W, ponderación (A). Valor de emisión sonora declarado disociado conforme a la ISO 4871 con una incertidumbre de +/-3 dB(A). Medido de acuerdo con la norma ISO 9614-1 y certificado por Eurovent. Funcionamiento en modo frío.
 (2) En dB ref 20 µPa, ponderación (A). Valor de emisión sonora declarado disociado conforme a la ISO 4871 con una incertidumbre de +/-3 dB(A). A título informativo, se ha calculado a partir de la potencia sonora Lw(A).
 (3) Opciones: 116W = módulo hidráulico de la bomba doble de alta presión de velocidad variable, 307 = módulo de depósito de inercia.
 (4) Los valores son solo orientativos. Consulte la placa de características de la unidad.



Valores certificados
Eurovent

DATOS FÍSICOS, MODELOS DE 165R A 520R

30RQ	165R	180R	210R	230R	270R	310R	330R	370R	400R	430R	470R	520R
Compresores	Hermético Scroll 48,3 rps											
Circuito A/C	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	4
Circuito B/D	2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	4
Número de etapas de potencia	3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8
Categoría DEP de las unidades	III	III	III	III	III	III	IV	IV	IV	IV	IV	IV
Refrigerante⁽⁴⁾	R32/A2L/GWP= 675 según AR4											
Circuito A/C	kg	10,5	10,5	16,0	16,0	16,0	16,0	18,0	18,0	18,0	29,0	35,0
	teqCO ₂	7,1	7,1	10,8	10,8	10,8	10,8	12,2	12,2	12,2	19,6	23,6
Circuito B/D	kg	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	28,5	28,5	34,0	34,0	34,5	35,0
	teqCO ₂	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	19,2	19,2	23,0	23,0	23,3	23,6
Aceite												
Circuito A/C		6,6	6,6	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	22,8	22,8	30,4
Circuito B/D		13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	22,8	22,8	30,4	30,4	30,4	30,4
Regulación de potencia	SmartVu™											
Potencia mínima	%	33	33	25	25	25	20	20	17	17	14	13
Condensador	Tubos de cobre ranurados y aletas de aluminio											
Ventiladores	Axial con voluta giratoria, FLYING-BIRD 6											
Unidad estándar												
Cantidad		3	3	4	4	4	5	5	6	6	7	8
Caudal de aire total máximo	l/s	14460	14460	19280	19280	19280	24100	24100	28920	28920	33740	38560
Velocidad máxima de rotación	rps	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16
Evaporador	Intercambiador de placas soldadas de expansión directa											
Volumen de agua	l	16,2	16,2	16,2	20,7	20,7	38,7	48,6	48,6	48,6	52,2	58,5
Presión máx. de funcionamiento, lado del agua, sin módulo hidráulico	kPa	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Módulo hidráulico (opcional)	Bomba, filtro Victaulic de malla, válvula de alivio de presión, válvulas de purga (agua y aire), sensores de presión											
Bomba	Bomba centrífuga de una sola etapa, 48,3 rps, baja o alta presión (a elegir), simple o doble (a elegir)											
Volumen del vaso de expansión (opcional)	l	50	50	50	50	50	80	80	80	80	80	80
Volumen del depósito de inercia (opcional)	l	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
Presión máx. de funcionamiento, lado del agua, con módulo hidráulico	kPa	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Conexiones hidráulicas con o sin módulo hidráulico	Tipo Victaulic®											
Conexiones	pulgadas	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4
Diámetro exterior	mm	88,5	88,6	88,7	88,8	88,9	114,3	114,4	114,5	114,6	114,7	114,9
Color de la pintura del chasis	Código de color RAL 7035											

(4) Los valores son solo orientativos. Consulte la placa de características de la unidad.

Bomba de calor de elementos de climatización



Aurax 2 Tubos
Bomba de Calor reversible aire/agua de alta eficiencia

La gama Aurax consiste en una bomba de calor aire-agua de mediana y gran potencia para instalaciones comerciales o industriales. Es una bomba de calor aerotérmica que permite generar calefacción o agua refrigerada, y agua caliente sanitaria en los espacios habitados, al aprovechar la energía acumulada en el aire ambiente exterior (energía renovable). En el proceso, Aurax genera 4 veces más energía calorífica que la eléctrica primaria que consume.

-20°C
Temperatura mínima hasta

60°C
Punto de punto de agua caliente hasta

4,4
COP

01 | 01

Especificación | Dimensiones | Descargas

22 kW 29 kW 37 kW 47 kW 51 kW 61 kW 67 kW 75 kW 91 kW

DATOS TÉCNICOS

Potencia térmica [EN14511][1]	kW	29,6
Potencia absorbida (Calefacción) [EN14511][1]	kW	7,1
COP [EN14511][1]	W/W	4,16
Clase energética[2]		A++
SCOP [2]	kWh/kWh	3,86
$\eta_{s,h}$ baja temperatura[2]	%	151,4
Potencia frigorífica [EN14511][3]	kW	24,6
Potencia absorbida (Refrigeración)[EN14511][3]	kW	9,5
EER [EN14511][3]	W/W	2,59
Potencia sonora	dB (A)	74
Presión sonora	dB (A)	42
Alimentación	V/Ph/Hz	400/3+N/50
Compresores/Circuitos	n. / n.	2 / 1
Ventilador	n.	2
Refrigerante		R410A
Carga de gas	kg	7,7
Potencia de calentamiento global [GWP]		2088
Carga en CO2 equivalente	t	16,1

[1] Condiciones de funcionamiento en Calefacción: aire exterior en bulbo seco T = 7°C, bulbo húmedo T = 6°C, agua salda/retorno T = 35/30°C.

[2] Clima templado, variable - Reg EU 811/2013.

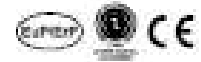
[3] Condiciones de funcionamiento en Refrigeración: aire exterior T = 35°C, agua salda/retorno T = 7/12°C.

Bombas hidráulicas



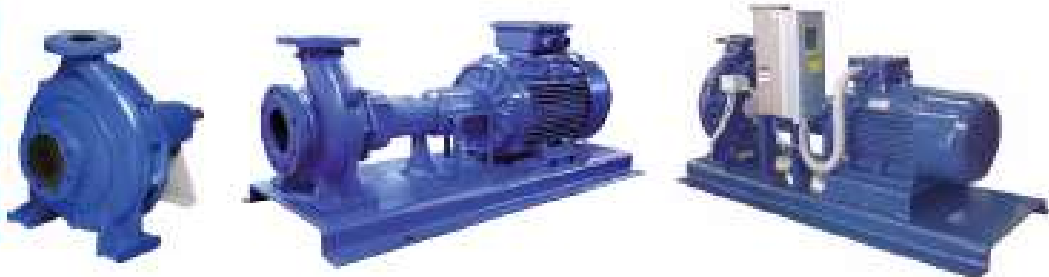
EBARA Pumps Iberia

GS



Electrobomba centrífuga Normalizada según EN 733

Bomba horizontal de un escalón y de una entrada. Cuerpo en espiral con patas de apoyo fundidas conjuntamente con el cuerpo y soporte cojinete con pata de apoyo (forma construcción de proceso). Boca de aspiración axial y boca de impulsión radial hacia arriba. Rodete radial corrido, dispuesto en voladizo. Compensación hidráulica mediante orificios de descarga en el rodete. Soporte con rodamientos de bolas lubricados de por vida. Estanqueidad del eje mediante cierre mecánico según DIN 24060 (Opcional empaquetadura). Adecuada para abastecimientos de aguas a municipios o industrias, riego, desagües y drenajes, calefacción y climatización, agua caliente y de refrigeración, agua potable y agua de mar, agua contra incendios.



Materiales

Cuerpo de bomba	Hierro fundido (GG25)
Impulsor	Hierro fundido (GG25), fundición dúctil (GGG40), bronce (GSn Bz 10)
Eje motor	AISI 431
Anillos rozantes	Bronce
Juntas	EPDM
Soporte de cojinetes	Rodamiento de bolas engrasados de por vida.
Soporte motor	Hierro fundido
Estanqueidad	Cierre mecánico (SiC/Carbón/EPDM), Opcional ejecución "empaquetadura"
Accionamiento	Motor eléctrico, motor explosión, turbina de vapor.

Montaje

Sin espaciador	Con espaciador

Datos técnicos

Eficiencia	Motor trifásico eficiencia IE3 a partir de 0,75 kW de potencia nominal inclusive.
Bajo consulta	
Gama	- DN aspiración: 50 a 250 - DN impulsión: 32 a 200 - Velocidad máx.: 50 a 250
Fluidos	Líquidos limpios
Max. temperatura del líquido	-10°C + 120°C (opcional 140°C)
Presión máx. de trabajo	16 bar
Motor	- IE3 a partir de 0,75 kW. - Según necesidades.
MEI	> 0,8
Polos	2 y 4
Aislamiento	Clase F
Grado de protección	IP55
Tensión	Trifásica 230/400V ±10%

Accesorios



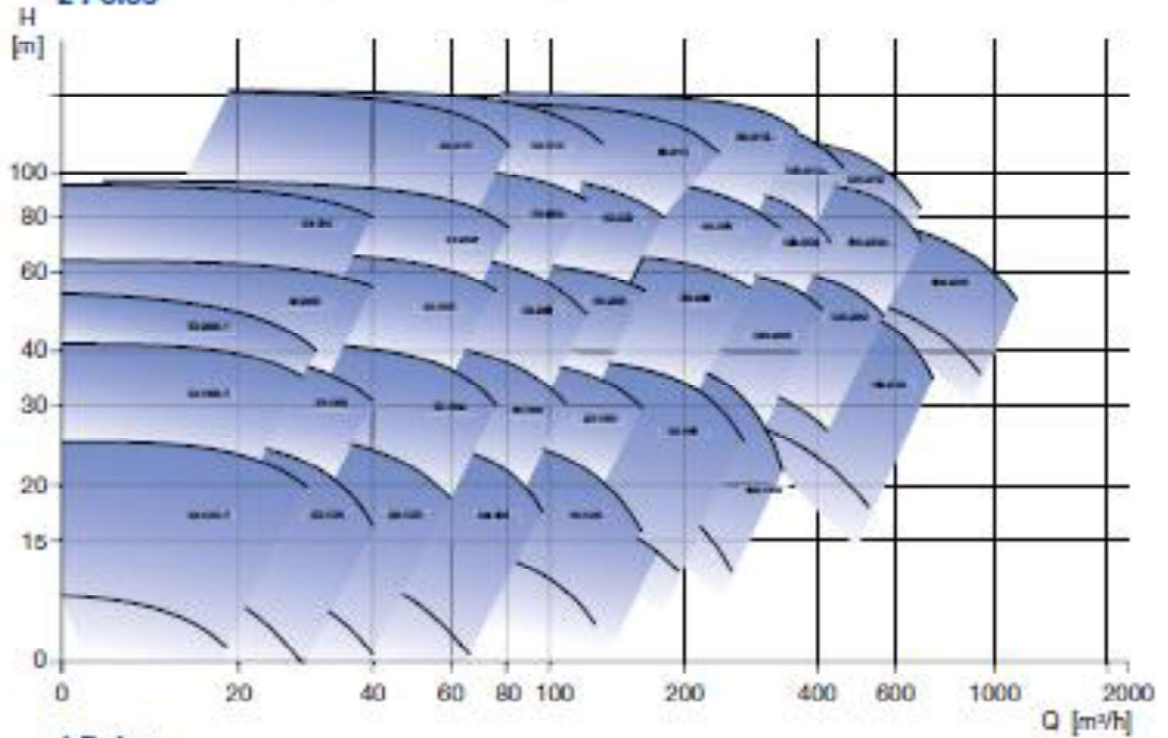
Kit de contrabridas para soldar
Pag. 329 - Kit de contrabridas cincadas

GS

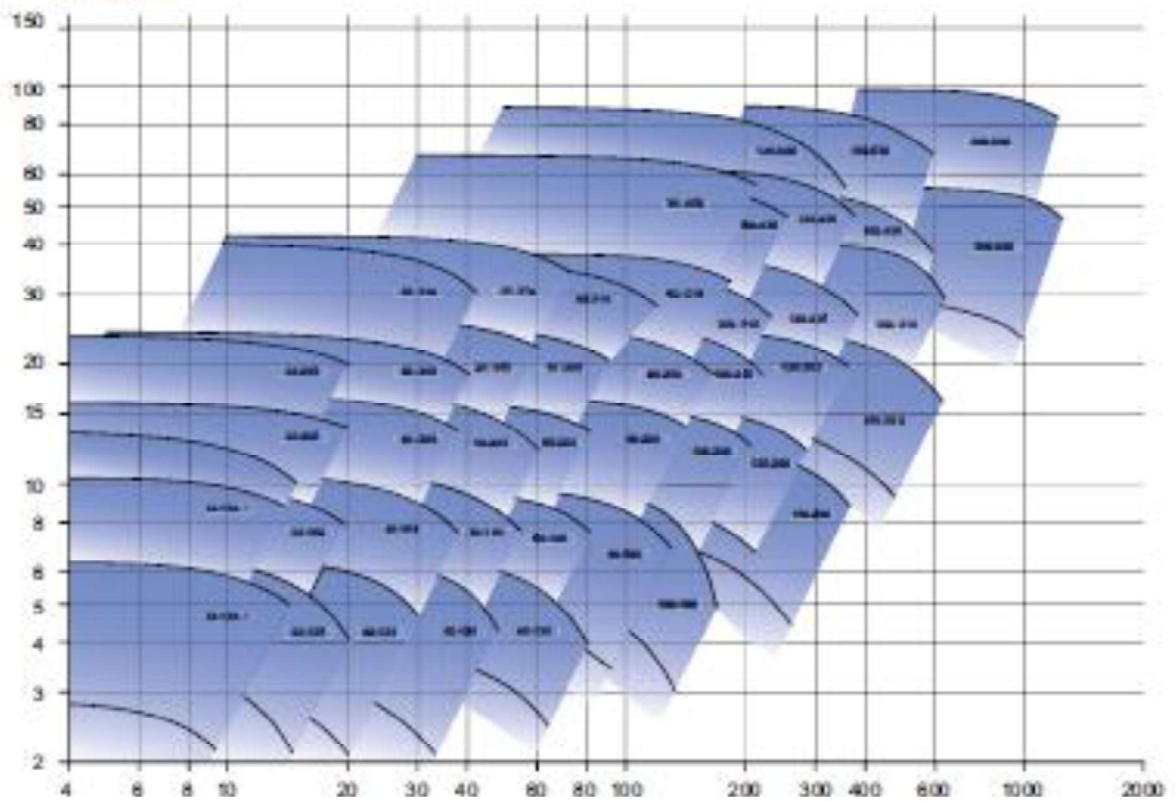


Electrobomba centrífuga Normalizada según EN 733

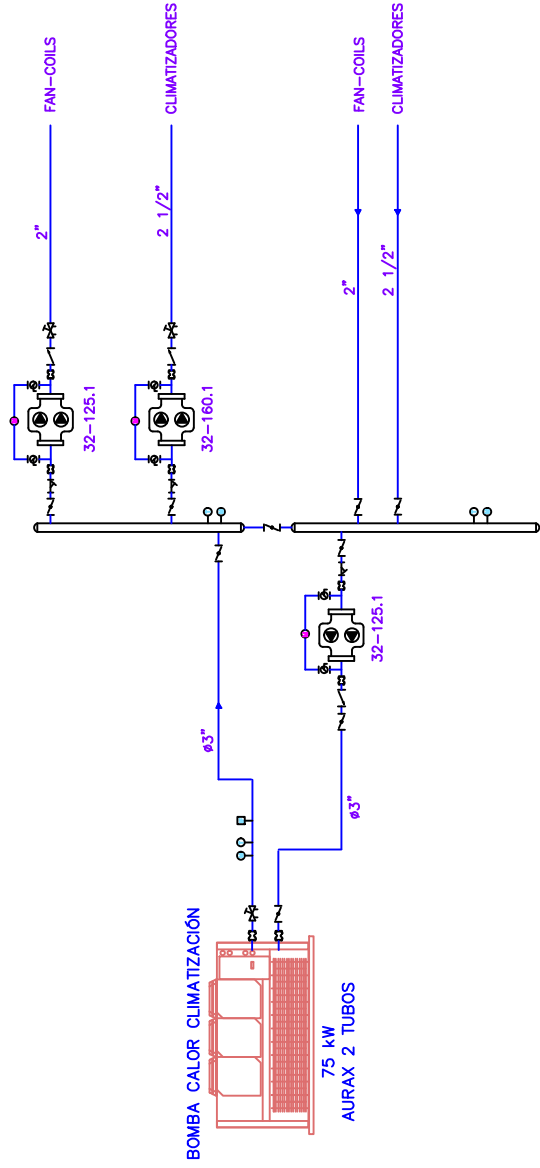
2 Polos



4 Polos

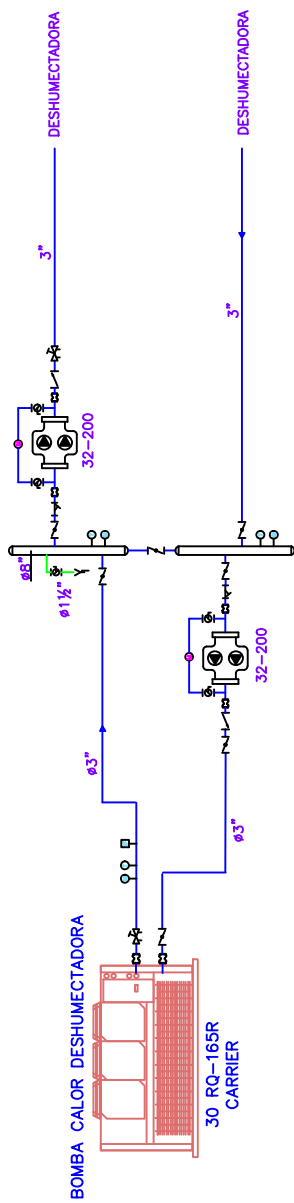


PLANOS

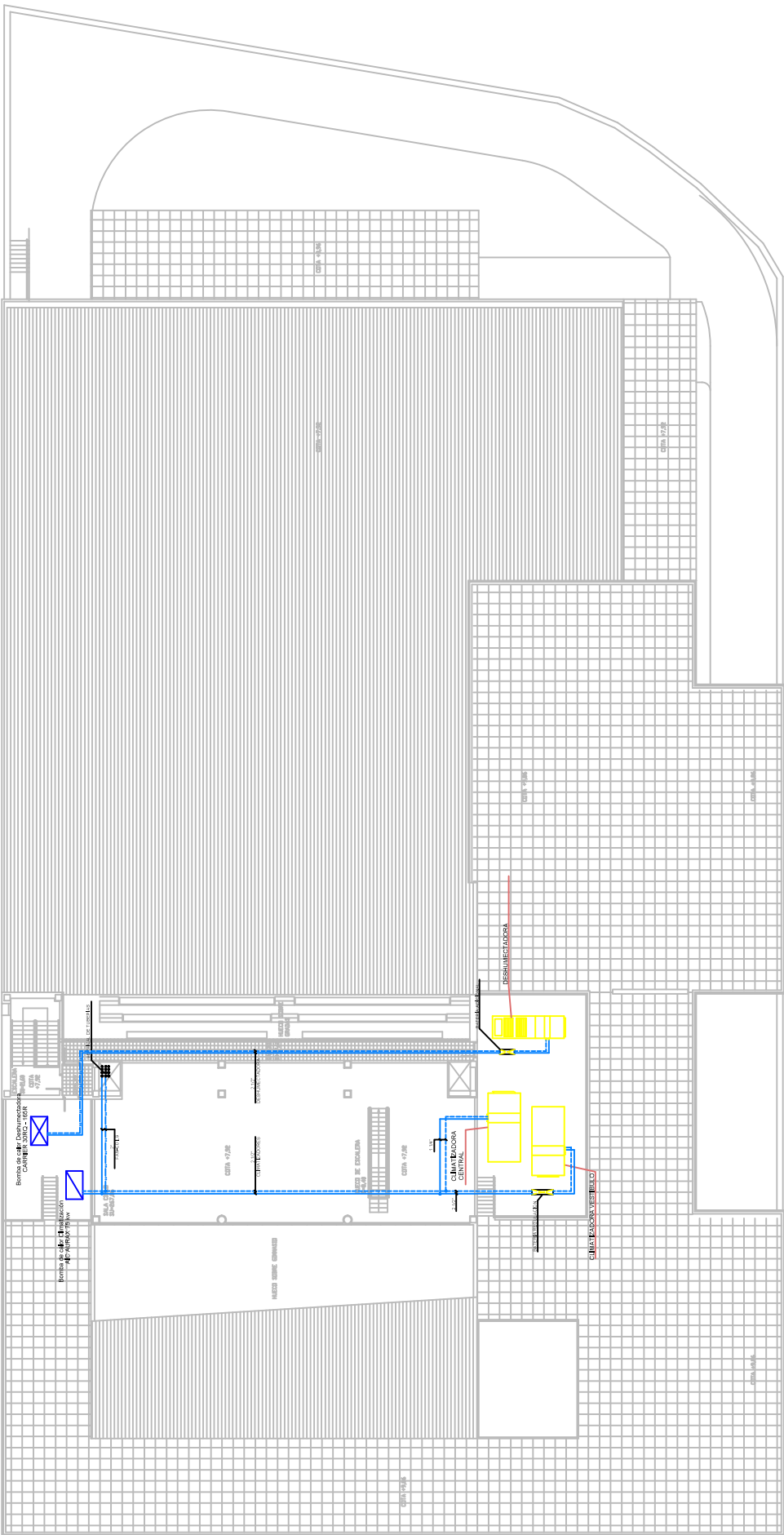


LEYENDA

⊞	VALVULA DE BOLA
⊞	VALVULA DE MARCHA
⊞	VALVULA DE RETENCION
⊞	VALVULA DE REGULACION
⊞	ELECTROVALVULA DE 3 VAS
⊞	FILTRO
⊞	MANGUITO ANTIVIBRADOR
⊞	INTERRUPTOR DE FLUJO
⊞	TERMOSTATO
⊞	PRESOSTATO
⊞	MANOMETRO
⊞	HIDROMETRO
⊞	TERMINETRO
⊞	VALVULA DE SEGURIDAD
⊞	DESAGUE

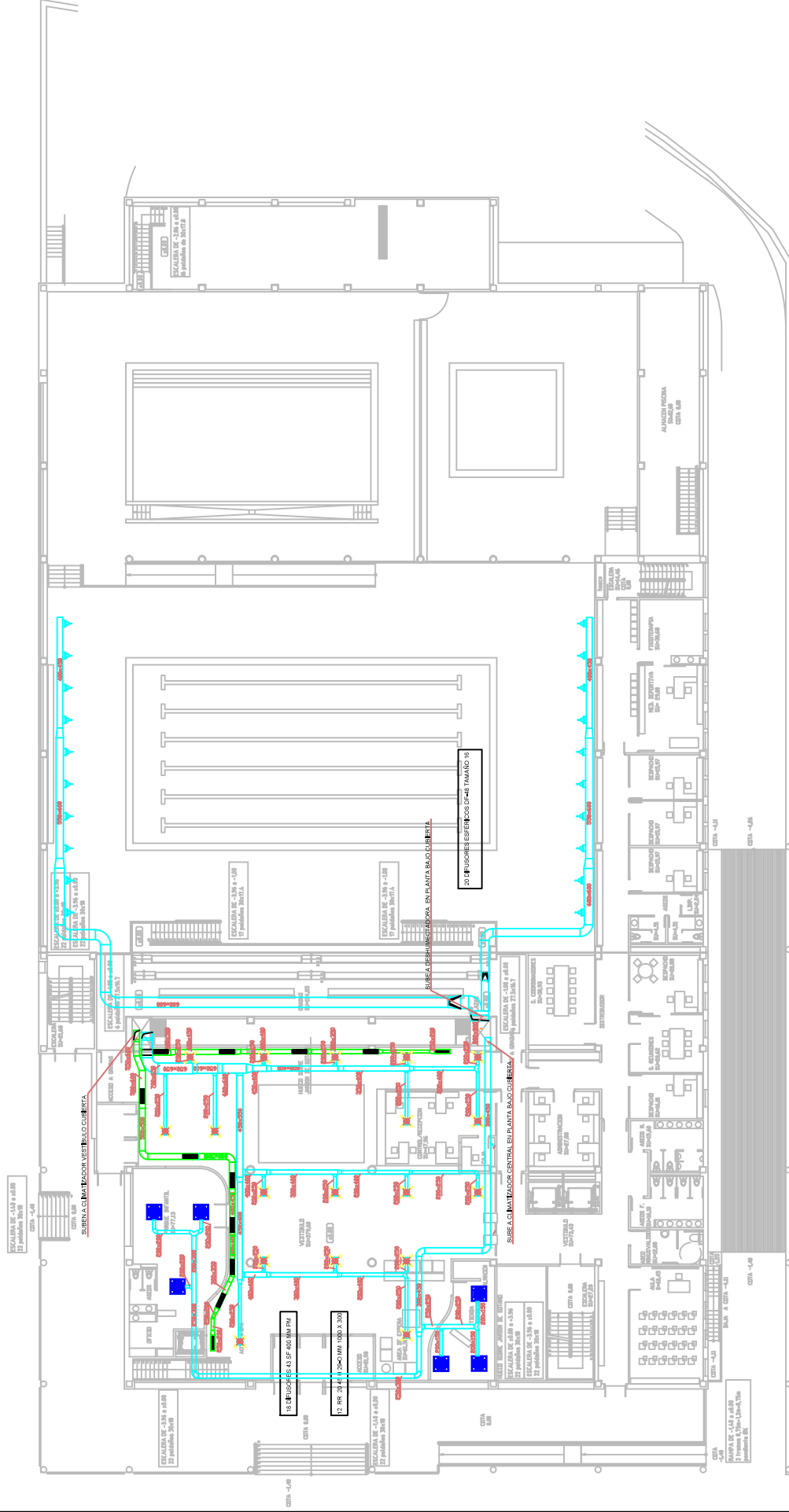


MATERIAL				
TOLERANCIA				
NOMBRE		FECHA		
DELIBADO	DYA	26/06/2024		Esquema de principio
COMPROBADO				
ESCALA:	FIRMA			
-				I.C.A.I.



PLANTA BAJO CUBIERTA

MATERIAL				
TOLERANCIA				
DELUADO	NOMBRE	FECHA	Tuberías planta bajocubierta	
COMPROBADO	D.Y.A	25/06/2024		
ESCALA:	FIRMA		I.C.A.I.	
-				



PLANTA BAJA

MATERIAL	TOLERANCIA	
DELIADO	COMPROBADO	
NOMBRE	D.Y.A	FECHA
CONDUCTOS PLANTA BAJA	25/06/2024	
ESCALA:	FIRMA	I.C.A.I.

PLIEGO DE CONDICIONES

INDICE

1	GENERALIDADES	4
1.1	FINALIDAD DEL PLIEGO DE CONDICIONES I.G.-1/1	4
1.2	CONCEPTOS COMPRENDIDOS I.G.-2/1	4
1.3	CONCEPTOS NO COMPRENDIDOS I.G.-3/1	5
1.4	INTERPRETACIÓN DEL PROYECTO I.G.-4/1	6
1.5	COORDINACIÓN DEL PROYECTO I.G.-5/1	6
1.6	MODIFICACIONES AL PROYECTO I.G.-6/1	7
1.7	INSPECCIONES I.G.-7/1	7
1.8	CALIDADES I.G.-8/1	8
1.9	REGLAMENTACIÓN DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO I.G.-9/1	8
1.10	DOCUMENTACIÓN GRAFICA I.G.-10/1	9
1.11	DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA I.G.-11/1	10
1.12	GARANTÍAS I.G.-12/1	10
1.13	SEGURIDAD I.G.-13/1	10
1.14	MATERIALES COMPLEMENTARIOS COMPRENDIDOS I.G.-14/1	11
2	SISTEMAS Y MATERIALES	13
2.1	TUBERÍAS	13
2.1.1	GENERAL	13
2.1.2	SOPORTES DE TUBERIAS	14
2.1.3	COMPENSADORES DE DILATACION	16
2.1.4	MANGUITOS PASAMUROS	17
2.1.5	ACABADOS DE LAS REDES DE TUBERIAS Y EQUIPOS ASOCIADOS	17
2.1.6	PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD	18
2.1.7	TUBERIAS DE ACERO	21
2.1.8	TUBERIAS DE COBRE	21
2.1.9	TUBERIAS DE PVC	22
2.2	VALVULERIA EN REDES DE AGUA (I.C. 02)	22
2.2.1	GENERAL	22
2.2.2	VALVULAS DE BOLA (ESFERA)	23
2.2.3	VALVULAS DE MARIPOSA	24
2.2.4	VALVULAS DE GLOBO (ASIENTO)	24
2.2.5	VALVULAS DE EQUILIBRADO HIDRAULICO	25
2.2.6	VALVULAS DE RÉTENCION DE RESORTE	25
2.2.7	FILTROS	26
2.2.8	VALVULAS DE SEGURIDAD	26
2.3	COLECTORES EN REDES DE AGUA (I.C. 03)	26
2.4	AISLAMIENTOS CONFORMADOS FLEXIBLES (I.C. 05)	27
2.5	FORROS DE ALUMINIO (I.C. 06)	28
2.6	CONDUCTOS Y CHIMENEAS	29
2.6.1	CONDUCTOS DE CHAPA METALICA I.C.-9/1	29
2.6.2	CONDUCTOS DE FIBRA DE VIDRIO	39
2.6.3	CONDUCTOS FLEXIBLES	40
2.6.4	DISTRIBUCION DE AIRE I.C.-12/1	40
2.6.5	CHIMENEAS	45
2.7	EQUIPOS	46
2.7.1	CALDERA DE AGUA CALIENTE	46
2.7.2	BOMBA EN LINEA	47
2.7.3	DEPOSITOS DE EXPANSION CERRADOS DE MEMBRANA (I.C. 08)	49
2.7.4	ENFRIADORA DE AGUA DE CONDENSACIÓN POR AIRE (I.C.27)	51
2.7.5	MAQUINA DE TRATAMIENTO DE AIRE. AUTONOMA SPLIT	53

2.7.6	UNIDAD CLIMATIZADORA DE AIRE.....	55
2.7.7	FAN-COIL.....	69
2.7.8	VENTILADORES CENTRIFUGOS I.C.-13/1	70
2.7.9	APARATOS DE MEDIDA I.C.-18/1	71
2.7.10	EQUIPO DE CAMPO DEL SISTEMA DE CONTROL I.C.-19/1	72
2.7.11	CUADROS SECUNDARIOS I.E.-10/1	74
2.7.12	CONDUCTORES DE COBRE Y ALUMINIO B.T.....	76
2.7.13	CONDUCTORES ELÉCTRICOS CON AISLAMIENTO DE 750 V. I.E.-12/1	77
2.7.14	CONDUCTORES ELÉCTRICOS CON AISLAMIENTO DE 0,6/1 KV. I.E.-13/1.....	80
2.7.15	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES Y/O EXTERIORES I.E.-14/1.....	83
2.7.16	CAJAS DE EMPALME Y DERIVACION I.E.-15/1.....	92
2.8	MEDICIONES A REALIZAR I.C.-56/1	93
2.9	RECEPCIONES DE OBRA I.C.-59/1	98

I GENERALIDADES

1.1 FINALIDAD DEL PLIEGO DE CONDICIONES

I.G.-1/1

La finalidad del presente Pliego de Condiciones Técnicas consiste en la determinación y definición de los conceptos que se indican a continuación.

- Alcance de los trabajos a realizar por el Instalador y, por lo tanto, plenamente incluidos en su Oferta.
- Materiales complementarios para el perfecto acabado de la instalación, no relacionados explícitamente, ni en el Documento de medición y presupuesto, ni en los planos, pero que por su lógica aplicación quedan incluidos, plenamente, en el suministro del Instalador.
- Calidades, procedimientos y formas de instalación de los diferentes equipos, dispositivos y, en general, elementos primarios y auxiliares.
- Pruebas y ensayos parciales a realizar durante el transcurso de los montajes. Pruebas y ensayos finales, tanto provisionales, como definitivos, a realizar durante las correspondientes recepciones.
- Las garantías exigidas en los materiales, en su montaje y en su funcionamiento conjunto.

1.2 CONCEPTOS COMPRENDIDOS

I.G.-2/1

Es competencia exclusiva del Instalador y, por lo tanto, queda totalmente incluido en el precio ofertado, el suministro de todos los elementos y materiales, mano de obra, medios auxiliares y, en general, todos aquellos elementos y/o conceptos que sean necesarios para el perfecto acabado y puesta a punto de las instalaciones, según se describen en la memoria, son representadas en los planos, quedan relacionadas de forma básica en el Documento de medición y presupuesto y cuya calidad y características de montaje se indican en el Pliego de Condiciones Técnicas.

Queda entendido que los cuatro Documentos de Proyecto, es decir, Memoria, Mediciones y Presupuesto, Planos y Pliego de Condiciones Técnicas forman todo un conjunto. Si fuese advertida o existiese alguna discrepancia entre estos cuatro Documentos, su interpretación será la que determine la Dirección de Obra. Salvo indicación contraria en su Oferta, lo que debe quedar explícitamente indicado en Contrato, queda entendido que el Instalador acepta este criterio y no podrá formular reclamación alguna por motivo de omisiones y/o discrepancias entre cualquiera de los cuatro Documentos que integran el Proyecto.

Cualquier exclusión, incluida implícita o explícitamente por el Instalador en su Oferta y que difiera de los conceptos expuestos en los párrafos anteriores, no tendrá ninguna validez, salvo que en el Contrato, de una forma particular y explícita, se manifieste la correspondiente exclusión.

Es responsabilidad del Instalador el cumplimiento de toda la normativa oficial vigente aplicable al Proyecto. Durante la realización de este Proyecto se ha puesto el máximo empeño en cumplir toda la normativa oficial vigente al respecto. No obstante, si en el mismo existiesen conceptos que se desviasen o no cumpliesen con las mismas, es obligación del Instalador comunicarlo en su Oferta y en la forma que se describirá más adelante. Queda, por tanto, obligado el Instalador a efectuar una revisión del Proyecto, previo

a la presentación de su Oferta, debiendo indicar, expresamente, en la misma, cualquier deficiencia a este respecto o, en caso contrario, su

conformidad con el Proyecto en materia de cumplimiento de toda la normativa oficial vigente aplicable al mismo.

I.G.-2/2

El Instalador efectuará a su cargo el plan de seguridad y el seguimiento correspondiente a sus trabajos, debiendo disponer de todos los elementos de seguridad, auxiliares y de control exigidos por la Legislación vigente, todo ello con la debida coordinación en relación al resto de la obra, por lo que será preceptiva la compatibilidad y aceptación de este trabajo con el plan de seguridad general de la obra y, en cualquier caso, deberá contar con la conformidad de la Dirección Técnica y el Contratista general.

Quedan incluidos también, como parte de los trabajos del Instalador, la preparación de todos los planos de obra, así como la gestión y preparación de toda la Documentación Técnica necesaria, incluido Visado y Legalizado de Proyectos y Certificados de obra, así como su tramitación ante los diferentes Organismos Oficiales, al objeto de obtener todos los permisos requeridos de acuerdo a la Legislación. No se procederá a efectuar la recepción provisional si todo lo anterior no estuviese debidamente cumplimentado a satisfacción de la Dirección de Obra.

Asimismo, quedan incluidos todos los trabajos correspondientes a la definición, coordinación e instalación de todas las acometidas de servicios, tales como electricidad, agua, gas, saneamiento y otros que pudieran requerirse, ya sean de forma provisional para efectuar los montajes en obra o de forma definitiva para satisfacer las necesidades del Proyecto. Se entiende, por tanto, que estos trabajos quedan plenamente incluidos en la Oferta del Instalador, salvo que se indique expresamente lo contrario.

Queda, por tanto, el Instalador enterado por este Pliego de Condiciones que es responsabilidad suya la realización de las comprobaciones indicadas, previo a la presentación de la Oferta, así como la presentación en tiempo, modo y forma de toda la Documentación mencionada y la consecución de los correspondientes permisos. El Instalador, en caso de subcontratación, o la Empresa responsable de su contratación, no podrán formular reclamación alguna con respecto a este concepto, ya sea por omisión, desconocimiento o cualquier otra causa.

1.3 CONCEPTOS NO COMPRENDIDOS

I.G.-3/1

En general, solamente quedan excluidos de realización por parte del Instalador los conceptos que responden a actividades de albañilería, salvo que en los Documentos de Proyecto se indicase expresamente lo contrario. Los conceptos excluidos son los que se indican a continuación.

- Bancadas de obra civil para maquinaria.
- Protección de canalizaciones, cuyo montaje sea realizado por el suelo. Esta protección se refiere al mortero de cemento y arena u hormigón para proteger las mencionadas canalizaciones del tránsito de la obra. La protección propia de la canalización sí queda incluida en el suministro.
- En general, cualquier tipo de albañilería necesaria para el montaje de las instalaciones. En particular, la apertura de rozas y posterior recibido de las instalaciones con el mortero correspondiente.
- Apertura de huecos en suelos, paredes, forjados u otros elementos de obra civil o albañilería para la distribución de las diferentes canalizaciones. Asimismo, queda excluido el recibido del correspondiente pasamuros, marco, bastidor, etc. en los huecos abiertos. Es, sin embargo, competencia del Instalador, el suministro del correspondiente elemento a recibir en la obra civil, bien sea pasamuros,

marco, bastidor, etc. y la determinación precisa de tamaños y situación de los huecos en la forma y modo que se indicará más adelante. Todo ello, en tiempo y

modo compatible con la ejecución de la albañilería, para evitar cualquier tipo de modificación y/o roturas posteriores. Los perjuicios derivados de cualquier omisión relativa a estos trabajos y acciones serán repercutidos directamente en el Instalador.

- Recibido de soportería de instalaciones, siempre que en los mismos se utilice, exclusivamente, material de construcción. Cuando el recibido pueda efectuarse por cualquier procedimiento de tipo mecánico, como disparos, taladros, etc., será siempre competencia del Instalador. La soportería y su montaje siempre será competencia del Instalador.
- Almacenes, aseos, etc., necesarios para uso y conservación de los materiales de los Instaladores durante el desarrollo de los montajes.

1.4 INTERPRETACIÓN DEL PROYECTO

I.G.-4/1

La interpretación del Proyecto corresponde en primer lugar al Ingeniero (Ingeniería) Autor del mismo o, en su defecto, a la persona que ostente la Dirección de Obra. Se entiende el Proyecto en su ámbito total de todos los Documentos que lo integran, es decir, Memoria, Planos, Mediciones y Presupuesto y Pliego de Condiciones Técnicas quedando, por tanto, el Instalador enterado por este Pliego de Condiciones Técnicas que cualquier interpretación del Proyecto para cualquier fin y, entre otros, para una aplicación de Contrato, debe atenerse a las dos figuras (Autor o Director), indicadas anteriormente.

Cualquier delegación del Autor o Director del Proyecto, a efectos de una interpretación del mismo, debe realizarse por escrito y así solicitarse por la persona o entidad interesada.

1.5 COORDINACIÓN DEL PROYECTO

I.G.-5/1

Será responsabilidad exclusiva del Instalador la coordinación de las instalaciones de su competencia. El Instalador pondrá todos los medios técnicos y humanos necesarios para que esta coordinación tenga la adecuada efectividad consecuente, tanto con la Empresa Constructora, como con los diferentes oficios o Instaladores de otras especialidades que concurren en los montajes del edificio. Por tanto, cada Instalador queda obligado a coordinar las instalaciones de su competencia con las de los otros oficios. Por coordinación de las instalaciones se entiende su representación en planos de obra, realizados por el Instalador a partir de los planos de Proyecto adaptados a las condiciones reales de obra y su posterior montaje, de forma ordenada, de acuerdo a estos planos y demás Documentos de Proyecto.

En aquellos puntos concurrentes entre dos oficios o Instaladores y que, por lo tanto, pueda ser conflictiva la delimitación de la frontera de los trabajos y responsabilidades correspondientes a cada uno, el Instalador se atenderá a lo que figure indicado en Proyecto o, en su defecto, a lo que dictamine sobre el particular la Dirección de Obra. Queda, por tanto, enterado el Instalador que no podrá efectuar o aplicar sus criterios particulares al respecto.

Todas las terminaciones de los trabajos deberán ser limpias, estéticas y encajar dentro del acabado arquitectónico general del edificio. Se pondrá especial atención en los trazados de las redes y soporterías, de forma que éstas respeten las líneas geométricas y planimétricas de suelos, techos, falsos techos, paredes y otros elementos de construcción e instalaciones conjuntas.

Tanto los materiales acopiados, como los materiales montados, deberán permanecer suficientemente

protegidos en obra, al objeto de que sean evitados los daños que les puedan ocasionar agua, basura, sustancias químicas, mecánicas y, en general, afectaciones de construcción u otros oficios. Cualquier material que sea necesario suministrar para la protección de los equipos

instalados, tales como plásticos, cartones, cintas, mallas, etc., queda plenamente incluido en la Oferta del Instalador. La Dirección de Obra se reserva el derecho a rechazar todo material que juzgase defectuoso por cualquiera de los motivos indicados.

I.G.-5/2

A la terminación de los trabajos, el Instalador procederá a una limpieza a fondo (eliminación de pintura, raspaduras, agresiones de yeso, etc.) de todos los equipos y materiales de su competencia, así como a la retirada del material sobrante, recortes, desperdicios, etc. Esta limpieza se refiere a todos los elementos montados y a cualquier otro concepto relacionado con su trabajo, no siendo causa justificativa para la omisión de lo anterior, la afectación del trabajo de otros oficios o Empresa Constructora.

1.6 MODIFICACIONES AL PROYECTO

I.G.-6/1

Sólo podrán ser admitidas modificaciones a lo indicado en los Documentos de Proyecto por alguna de las causas que se indican a continuación.

- Mejoras en la calidad, cantidad o características del montaje de los diferentes componentes de la instalación, siempre y cuando no quede afectado el presupuesto o, en todo caso, sea disminuido, no repercutiendo, en ningún caso, este cambio con compensación de otros materiales.
- Modificaciones en la arquitectura del edificio y, consecuentemente, variación de su instalación correspondiente. En este caso, la variación de instalaciones será exclusivamente la que defina la Dirección de Obra o, en su caso, el Instalador con aprobación de aquélla. Al objeto de matizar este apartado, se indica que por el término modificaciones se entienden modificaciones importantes en la función o conformación de una determinada zona del edificio. Las variaciones motivadas por los trabajos de coordinación en obra, debidas a los normales movimientos y ajustes de obra quedan plenamente incluidas en el presupuesto del Instalador, no pudiendo formular reclamación alguna por este concepto.

Cualquier modificación al Proyecto, ya sea en concepto de interpretación del Proyecto, cumplimiento de normativa o por ajuste de obra, deberá atenerse a lo indicado en los apartados correspondientes del Pliego de Condiciones Técnicas y, en cualquier caso, deberá contar con el consentimiento expreso y por escrito del Autor del Proyecto y/o de la Dirección de Obra. Toda modificación que no cumpla cualquiera de estos requisitos carecerá de validez.

1.7 INSPECCIONES

I.G.-7/1

La Dirección de Obra y/o la PROPIEDAD podrán solicitar cualquier tipo de Certificación Técnica de materiales y/o montajes. Asimismo, podrán realizar todas las revisiones o inspecciones que consideren oportunas, tanto en el edificio, como en los Talleres, Fábricas, Laboratorios u otros lugares, donde el Instalador se encuentre realizando trabajos correspondientes a esta instalación. Las mencionadas inspecciones pueden ser totales o parciales, según los criterios que la Dirección de Obra dictamine al respecto para cada caso.

1.8 CALIDADES

I.G.-8/1

Cualquier elemento, máquina, material y, en general, cualquier concepto en el que pueda ser definible una calidad, ésta será la indicada en el Proyecto, bien determinada por una marca comercial o por una especificación concreta. Si no estuviese definida una calidad, la Dirección de Obra podrá elegir la que corresponda en el Mercado a niveles considerados similares a los del resto de los materiales especificados en Proyecto. En este caso, el Instalador queda obligado, por este Pliego de Condiciones Técnicas, a aceptar el material que le indique la Dirección de Obra.

Si el Instalador propusiese una calidad similar a la especificada en Proyecto, corresponde exclusivamente a la Dirección de Obra definir si ésta es o no similar. Por tanto, toda marca o calidad que no sea la específicamente indicada en el Documento de medición y presupuesto o en cualquier otro Documento del Proyecto deberá haber sido aprobada por escrito por la Dirección de Obra previamente a su instalación, pudiendo ser rechazada, por tanto, sin perjuicio de ningún tipo para la PROPIEDAD, si no fuese cumplido este requisito.

Todos los materiales y equipos deberán ser productos normalizados de catálogo de Fabricantes dedicados con regularidad a la fabricación de tales materiales o equipos y deberán ser de primera calidad y del más reciente diseño del Fabricante que cumpla con los requisitos de estas especificaciones y la normativa vigente. Salvo indicación expresa escrita en contrario por la Dirección de Obra, no se aceptará ningún material y/o equipo cuya fecha de fabricación sea anterior, en 9 meses o más, a la fecha de Contrato del Instalador.

Todos los componentes principales de equipos deberán llevar el nombre, la dirección del Fabricante y el modelo y número de serie en una placa fijada con seguridad en un sitio visible. No se aceptará la placa del agente distribuidor. En aquellos equipos en los que se requiera placa o timbre autorizados y/o colocados por la Delegación de INDUSTRIA o cualquier otro Organismo Oficial, será competencia exclusiva del Instalador procurar la correspondiente placa y abonar cualquier Derecho o Tasa exigible al respecto.

I.G.-8/2

Durante la obra, el Instalador queda obligado a presentar a la Dirección de Obra cuantos materiales o muestras de los mismos le sean solicitadas. En el caso de materiales voluminosos, se admitirán catálogos que reflejen perfectamente las características, terminado y composición de los materiales de que se trate.

1.9 REGLAMENTACIÓN DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

I.G.-9/1

Con total independencia de las prescripciones indicadas en los Documentos del Proyecto, es prioritario para el Instalador el cumplimiento de cualquier Reglamentación de obligado cumplimiento que afecte, directa o indirectamente, a su instalación, bien sea de índole nacional, autonómico, municipal, de Compañías o, en general, de cualquier ente que pueda afectar a la puesta en marcha legal y necesaria para la consecución de las funciones previstas en el edificio. El concepto de cumplimiento de normativa se refiere no sólo al cumplimiento de toda normativa del propio equipo o instalación, sino también al cumplimiento de cualquier normativa exigible durante el montaje, funcionamiento y/o rendimiento del equipo y/o sistema.

Es, por tanto, competencia, obligación y responsabilidad del Instalador la previa revisión del Proyecto antes de la presentación de su Oferta y, una vez adjudicado el Contrato, antes de que realice ningún pedido, ni que ejecute ningún montaje. Esta segunda revisión del Proyecto, a efectos de cumplimiento de normativa, se requiere tanto por si hubiera habido una modificación en la normativa aplicable después de

la presentación de la Oferta, como si, con motivo de alguna modificación relevante sobre el Proyecto original, ésta pudiera contravenir cualquier normativa aplicable. Si esto ocurriera, queda obligado el Instalador a exponerlo ante la Dirección Técnica y

PROPIEDAD. Esta comunicación deberá ser realizada por escrito y entregada en mano a la Dirección Técnica de Obra.

Una vez iniciados los trabajos o pedidos los materiales relativos a la instalación contratada, cualquier modificación que fuera necesario realizar para cumplimiento de normativa, ya sea por olvido, negligencia o por modificación de la misma, será realizada con cargo total al Instalador y sin ningún coste para la PROPIEDAD u otros oficios o Contratistas, reservándose ésta los Derechos por reclamación de daños y perjuicios en la forma que se considere afectada.

I.G.-9/1

Queda, por tanto, el Instalador enterado por este Pliego de Condiciones que no podrá justificar incumplimiento de normativa por identificación de Proyecto, ya sea antes o después de la adjudicación de su Contrato o por instrucciones directas de la Dirección de Obra y/o PROPIEDAD.

1.10 DOCUMENTACIÓN GRAFICA

I.G.-10/1

A partir de los planos del Proyecto es competencia exclusiva del Instalador preparar todos los planos de ejecución de obra, incluyendo tanto los planos de coordinación, como los planos de montaje necesarios, mostrando en detalle las características de construcción precisas para el correcto montaje de los equipos y redes por parte de sus montadores, para pleno conocimiento de la Dirección de Obra y de los diferentes oficios y Empresas Constructoras que concurren en la edificación. Estos planos deben reflejar todas las instalaciones en detalle al completo, así como la situación exacta de bancadas, anclajes, huecos, soportes, etc. El Instalador queda obligado a suministrar todos los planos de detalle, montaje y planos de obra en general, que le exija la Dirección de Obra, quedando este trabajo plenamente incluido en su Oferta.

Estos planos de obra deben realizarse paralelamente a la marcha de la obra y previo al montaje de las respectivas instalaciones, todo ello dentro de los plazos de tiempo exigidos para no entorpecer el programa general de construcción y acabados, bien sea por zonas o bien sea general. Independientemente de lo anterior, el Instalador debe marcar en obra los huecos, pasos, trazados y, en general, todas aquellas señalizaciones necesarias, tanto para sus montadores, como para los de otros oficios o Empresas Constructoras.

Según se ha indicado en el apartado I.G.-2 es, asimismo, competencia del Instalador, la presentación de los escritos, Certificados, visados y planos visados por el Colegio Profesional correspondiente, para la Legalización de su instalación ante los diferentes entes u Organismos. Estos planos deberán coincidir sensiblemente con lo instalado en obra.

Asimismo, al final de la obra el Instalador queda obligado a entregar los planos de construcción y los diferentes esquemas de funcionamiento y conexionado necesarios para que haya una determinación precisa de cómo es la instalación, tanto en sus elementos vistos, como en sus elementos ocultos. La entrega de esta Documentación se considera imprescindible previo a la realización de cualquier recepción provisional de obra.

I.G.-10/2

Cualquier Documentación gráfica generada por el Instalador sólo tendrá validez si queda formalmente aceptada y/o visada por la Dirección de Obra, entendiéndose que esta aprobación es general y no releva de ningún modo al Instalador de la responsabilidad de errores y de la correspondiente necesidad de comprobación y adaptación de los planos por su parte, así como de la reparación de cualquier montaje incorrecto por este motivo.

1.11 DOCUMENTACIÓN FINAL DE OBRA

I.G.-11/1

Previo a la recepción provisional de las instalaciones, cada Instalador queda obligado a presentar toda la Documentación de Proyecto, ya sea de tipo Legal y/o Contractual, según los Documentos de Proyecto y conforme a lo indicado en este Pliego de Condiciones. Como parte de esta Documentación, se incluye toda la Documentación y Certificados de tipo Legal, requeridos por los distintos Organismos Oficiales y Compañías Suministradoras.

En particular, esta Documentación se refiere a lo siguiente:

- Certificados de cada instalación, presentados ante la Delegación del Ministerio de Industria y Energía. Incluye autorizaciones de suministro, boletines, etc.
- Ídem ante Compañías Suministradoras.
- Protocolos de pruebas completos de las instalaciones (original y copia).
- Manual de instrucciones (original y copia), incluyendo fotocopias de catálogo con instrucciones técnicas de funcionamiento, mantenimiento y conservación de todos los equipos de la instalación.
- Libro oficial de mantenimiento Legalizado.
- Proyecto actualizado (original y copia), incluyendo planos as-built de las instalaciones.
- Libro del edificio Legalizado.

Como parte de la Documentación que debe entregar el Instalador, durante y al final de la obra, queda incluida toda la información relativa al LIBRO DEL EDIFICIO, de acuerdo a lo estipulado por la Ley y según requiera, en todo caso, la Dirección Facultativa. Esta Documentación se refiere a planos as-built, normas e instrucciones de conservación y mantenimiento de las instalaciones, definición de las calidades de los materiales utilizados, así como su garantía y relación de Suministradores y normas de actuación en caso de siniestro o situaciones de emergencia.

1.12 GARANTÍAS

I.G.-12/1

Tanto los componentes de la instalación, como su montaje y funcionabilidad, quedarán garantizados por un año, como mínimo, a partir de la recepción provisional y, en ningún caso, esta garantía cesará hasta que sea realizada la recepción definitiva. Se dejará a criterio de la Dirección de Obra determinar ante un defecto de maquinaria su posibilidad de reparación o el cambio total de la unidad.

Este concepto aplica a todos los componentes y materiales de las instalaciones, sean éstos los especificados, de modo concreto, en los Documentos de Proyecto o los similares aceptados.

1.13 SEGURIDAD

I.G.-13/1

Durante la realización de la obra se estará de acuerdo en todo momento con el "Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo" y, en general, con todas aquellas normas y ordenanzas encaminadas a proporcionar el más alto grado de seguridad, tanto al personal, como al público en general.

El Instalador efectuará a su cargo el plan de seguridad y el seguimiento correspondiente a sus trabajos, debiendo disponer de todos los elementos de seguridad, auxiliares y de control exigidos por la Legislación vigente. Todo ello con la debida coordinación con relación al resto de la obra, por lo que será preceptiva la compatibilidad y aceptación de este trabajo con el plan de seguridad general de la obra y, en

cualquier caso, deberá contar con la conformidad de la Dirección Técnica responsable en obra de esta materia y el Contratista general. En cualquier caso,

queda enterado el Instalador, por este Pliego de Condiciones Técnicas, que es de su total responsabilidad vigilar y controlar que se cumplen todas las medidas de seguridad descritas en el plan de seguridad, así como las normas relativas a montajes y otras indicadas en este apartado.

El Instalador colocará protecciones adecuadas en todas las partes móviles de equipos y maquinaria, así como barandillas rígidas en todas las plataformas fijas y/o móviles que instale por encima del suelo, al objeto de facilitar la correcta realización de las obras de su competencia.

Todos los equipos y aparatos eléctricos usados temporalmente en la obra serán instalados y mantenidos de una manera eficaz y segura e incluirán su correspondiente conexión de puesta a tierra. Las conexiones a los cuadros eléctricos provisionales se harán siempre con clavijas, quedando prohibida la conexión con bornes desnudos.

1.14 MATERIALES COMPLEMENTARIOS COMPRENDIDOS

I.G.-14/1

Como complemento a los conceptos generales comprendidos, indicados en las condiciones generales y, en general, en los Documentos del Proyecto, se indican a continuación algunos puntos particulares concretos, exclusivamente como ejemplo o aclaración para el Instalador, no significando por ello que los mismos excluyan la extensión o el alcance de otros.

- Soporterías, perfiles, estribos, tornillería y, en general, elementos de sustentación necesarios, debidamente protegidos por pinturas o tratamientos electroquímicos. Estos materiales serán de acero inoxidable cuando se instalen en ambientes corrosivos.
 - Antivibradores coaxiales de tuberías, bases antivibratorias de maquinaria y equipos, neoprenos o elementos elásticos de soporterías, lonas de conductos y, en general, todos aquellos elementos necesarios para la eliminación de vibraciones.
 - Bancadas metálicas, dilatadores de resorte, liras, uniones flexibles y, en general, todos los elementos necesarios de absorción de movimientos térmicos de la instalación por causa propia o por dilataciones de obra civil.
 - Acoplamientos elásticos de conductos y/o tuberías en juntas de dilatación o acometidas a maquinaria, equipos o elementos dinámicos.
 - Protecciones de redes, equipos y accesorios con pinturas antioxidantes o anticorrosivas, tanto en intemperie, como en interiores. Enfundados plásticos termoadaptables para canalizaciones empotradas y, en general, todos aquellos elementos de prevención y protección de agresiones externas.
 - Pinturas y tratamientos de terminación, tanto de equipos, canalizaciones y accesorios, como deflechas, etiquetados y claves de identificación.
 - Acabados exteriores de aislamientos para protección del mismo por lluvia, por acción solar, por ambientes corrosivos, ambientes sucios, etc.
 - Gases de soldadura, pastas, mastics, siliconas y cualquier elemento necesario para el correcto montaje, acabado y sellado.
-

- Para el Instalador de climatización se consideran comprendidas las canalizaciones eléctricas para maniobra, control o mando, desde los regleteados previstos a tal efecto en los cuadros eléctricos (es responsabilidad del Instalador el suministro de los planos de enclavamiento correspondiente y su verificación funcional, aunque el montaje se haya realizado por otros

dentro de los cuadros eléctricos de fuerza). Las calidades de estas canalizaciones serán las definidas en Proyecto o, en su defecto, serán acordes a las contiguas paralelas cuando existano a las adoptadas en el montaje eléctrico.

- Manguitos pasamuros, marcos y/o cercos de madera, bastidores y bancadas metálicas y, en general, todos aquellos elementos necesarios de paso o recepción de los correspondientes de la instalación.
- Canalizaciones y accesorios de desaire a colectores abiertos y canalizaciones de desagüe, debidamente sifonadas y conexionadas, necesarios para el desarrollo funcional de la instalación.
- Protecciones acústicas y elementos de apantallamiento necesarios para cumplimiento de niveles de ruido, tanto en interiores, como en exteriores.
- Conectores, clemas, terminales de presión, prensas de salida de cajas, cuadros y canaletas y demás accesorios y elementos para el correcto montaje de la instalación.
- Relés, contactores, transformadores y demás accesorios de maniobras y control incorporados dentro de los cuadros eléctricos, aunque afecten a otras instalaciones. Se incluyen todos los elementos necesarios hasta el regleteado de salida debidamente identificado.
- Guías en canalizaciones vacías.
- Terminaciones de calorifugado en tubos de escape de grupos electrógenos y bombas diesel.
- Rejillas y elementos para ventilación, en general, en cuartos técnicos.

I.G.-14/3

Queda entendido por el Instalador que todos los materiales, accesorios y equipamiento indicados en este apartado quedan plenamente incluidos en su suministro, con independencia de que ello se cite expresamente en los Documentos de Proyecto. Cualquier omisión a este respecto, por parte del Instalador, debe ser incluido expresamente en su Oferta y, en su caso, aceptado y reflejado en el correspondiente Contrato.

Todas estas unidades y, en particular, las relacionadas con albañilería (pasamuros, manguitos, huecos, etc.) serán coordinadas y efectuadas en tiempo y modo compatibles con la albañilería para evitar cualquier tipo de rotura y otras posteriores. Los perjuicios derivados de cualquier omisión relativa a estos trabajos y acciones serán repercutidos directamente en el Instalador.

2 SISTEMAS Y MATERIALES

2.1 TUBERÍAS

2.1.1 GENERAL

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las redes de agua, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto. En general, el montaje de las redes de agua se realizará según el trazado que figura en planos, correspondiendo al Instalador el ajuste final, según las condiciones de obra.

El montaje deberá ser de primera calidad y completo. La tubería no deberá enterrarse, ocultarse o aislarse hasta haber sido inspeccionada, probada y, el correspondiente certificado de pruebas, aprobado por la Dirección de Obra (ver apartado F de esta sección). Salvo que se autorice expresamente lo contrario, por la Dirección de Obra, no se tenderá tubería en paredes, ni enterrada en solados. En caso de que se diera este tipo de montaje, la tubería se instalará convenientemente protegida con aislamiento conformado o similar. En el caso de tuberías enterradas en exterior, éstas se protegerán con doble capa de cinta aislante, adecuada al uso.

Las tuberías deberán instalarse de forma limpia, nivelada y siguiendo un paralelismo con los paramentos del edificio, a menos que se indique expresamente lo contrario. En la alineación de las redes de tuberías no se admitirán desviaciones superiores al 0,5%. Toda la tubería, valvulería y accesorios asociados, deberán instalarse con separación suficiente de otros materiales y obras, para permitir su fácil acceso y manipulación y evitar todo tipo de interferencias.

Todas las dimensiones de tuberías que figuran en los planos son netas interiores, salvo indicación contraria, expresamente reseñada en los Documentos de Proyecto.

Las redes de agua serán instaladas para asegurar una circulación del fluido sin obstrucciones, eliminando bolsas de aire y permitiendo el fácil drenaje de los distintos circuitos, para lo que se mantendrán pendientes mínimas de

3 mm/m. lineal en sentido ascendente, para la evacuación de aire o descendente de 5 mm/m. lineal, para desagüe de los puntos bajos. Cuando limitaciones de altura no permitan las pendientes indicadas, se realizará escalón en tubería, con purga normal en el punto alto y desagüe en el bajo, estando ambos conducidos a sumidero o red general de desagües.

En general, se instalarán purgadores de aire en los puntos más altos y drenajes (vaciados) en los puntos más bajos, quedando incluido en el suministro las válvulas de bola, tubería de purga, desagüe, colector abierto de desagües de purgas y botellones, así como todos los elementos y accesorios necesarios hasta el injerto en bajante o red de desagüe. Las conexiones a bajantes y redes de desagüe en general, incluso los injertos y piezas especiales, quedan incluidas dentro del suministro del instalador de climatización, con independencia de que ello se especifique o no en los demás documentos del proyecto. Todos los purgadores de aire serán manuales, salvo que se indique expresamente lo contrario. El diámetro mínimo de la tubería de desagüe de aire será de 1/2". Todos los circuitos de purga y desagüe deberán estar físicamente interrumpidos, al objeto de controlar la estanqueidad de las válvulas de cierre. Caso de no ser esto posible, la conexión a las bajantes se realizará mediante sifón registrable, que deberá contar con un tramo transparente, para inspección. Será responsabilidad del Instalador la coordinación en obra de la situación de estos requisitos.

Se prepararán las redes para la colocación de toda la instrumentación prevista en los Documentos de

Proyecto y aquella que pueda requerirse, a petición de la Dirección de Obra. En general, esta preparación consiste en la ejecución de picajes para la colocación de vainas de medición, dedos de guante, etc. Tanto la ejecución de picajes, como la disposición de vainas y demás, son trabajos que

quedan plenamente incluidos en el suministro del instalador, con independencia de que ello quede específicamente indicado en los Documentos de Proyecto.

En las acometidas a bombas y salvo que se indique en obra expresamente lo contrario, la transformación al diámetro de acometida en impulsión se realizará con reducción tronco - cónica concéntrica de 30° y en aspiración con reducción tronco - cónica excéntrica, quedando alineada la tubería por su lado superior. En la curva de aspiración se dispondrá un punto de desagüe, salvo que exista uno en la parte inferior de la carcasa de la bomba.

Las tuberías deberán cortarse utilizando herramientas adecuadas y con precisión para evitar forzamientos en el montaje. Las uniones, tanto roscadas, como soldadas, presentarán un corte limpio y exento de rebabas. Los extremos de las tuberías para soldar, se limarán en chaflán para facilitar y dar robustez al cordón de soldadura. En las uniones embridadas se montará una junta flexible de goma, klingerit o del elemento adecuado al fluido trasegado. Las uniones roscadas deberán hacerse aplicando un lubricante sólo a la rosca macho, realizándose el sellado por medio de cáñamo o esparto enrollado en el sentido de la rosca.

Las soldaduras serán ejecutadas por soldadores de primera categoría, con certificado oficial y supervisión efectiva. El Instalador estará obligado a mostrar a la Dirección de Obra, a requerimiento de ésta, la cualificación de los soldadores destacados en la obra.

Para todas las tuberías, los cambios de sección deberán hacerse siempre mediante reducciones tronco - cónicas normalizadas. Los cambios de sección necesarios para efectuar las conexiones a equipos, se realizarán a no más de 50 cm. del punto de conexión a los equipos. Siempre que no existan restricciones de espacio, se utilizarán curvas de radio amplio normalizadas. No se permite el curvado de los tubos en caliente pues ello debilita la pared del tubo y crea un punto débil en la instalación. En general, las derivaciones de circuitos en salas de máquinas, zonas técnicas, patinillos y las derivaciones de circuitos principales a circuitos secundarios se realizarán con tomas tipo "zapato" y nunca con "Tés" o injertos directos a 90°.

Cada sección de tubería, accesorios y valvulería deberá limpiarse a fondo antes de su montaje para eliminar la presencia de cualquier materia extraña. Asimismo, cada tramo de tubería deberá colocarse en posición inclinada para que sea cepillada, al objeto de eliminar toda costra, arenilla y demás materia extraña. Toda la tubería se limpiará con un trapo inmediatamente antes de su montaje. Los extremos abiertos de tuberías, deberán taponarse o taparse durante todos los períodos de inactividad y en general, los tubos no deberán dejarse abiertos en ningún sitio donde cualquier materia extraña pueda entrar en ellos. Toda la tubería acopiada en exteriores deberá estar cubierta con lonas o plásticos debidamente sujetos con alambres o cuerdas. Las condiciones de apilamiento de tubería quedarán limitadas por el tipo de material a apilar y en cualquier caso, las condiciones de apilamiento se atenderán a lo que en su caso marque la Dirección de Obra.

A todos los elementos metálicos no galvanizados, lleven o no aislamiento y aquéllos que no estén debidamente protegidos contra la oxidación por el Fabricante, se les aplicará dos capas de pintura antioxidante, una previo a su montaje y la otra una vez realizada la instalación. La pintura antioxidante elegida será normalizada, de marca conocida y a base de resinas sintéticas acrílicas multipigmentada por un minio de plomo, cromado de zinc y óxido de hierro.

3.1.1 SOPORTES DE TUBERIAS

Cada soporte estará formado por varillas roscadas, ménsula y abrazadera de pletina o varilla. Todo el material que compone el soporte deberá resistir a la acción agresiva del ambiente para lo cual se utilizará acero

cadmiado o galvanizado. Como tratamiento adicional para soportes en contacto con tubería de cobre se procederá a plastificar los mismos al objeto de evitar toda posible acción galvánica. Caso de que se utilizasen soportes no galvanizados, lo que deberá contar con la aprobación previa de la

Dirección Facultativa, será preciso aplicar una capa de pintura antioxidante en obra con posterior terminación en pintura negra. Queda prohibido el uso para soportería de elementos conformados en obra. El corte de varillas y ménsulas deberá realizarse de forma limpia sin producir deformaciones en las mismas o aristas cortantes, debiendo protegerse los cortes con pintura antioxidante.

Todos los componentes de un soporte, excepto el anclaje a la estructura, deberán ser desmontables, debiéndose utilizar uniones roscadas con tuercas y arandelas de latón. Las ménsulas se instalarán perfectamente alineadas, en posición horizontal y deberán ser continuas, no permitiéndose, en ningún caso, el empalme de las mismas para conformar un soporte común. Las varillas tendrán longitud suficiente para permitir la correcta alineación (regulación en altura) de las redes de agua según lo indicado en el apartado anterior. Una vez finalizado el montaje y comprobada la alineación de las redes, las varillas se cortarán dejando una holgura máxima respecto a la ménsula de 3 cm. Las varillas empleadas serán continuas, no permitiéndose, en ningún caso, el empleo de varillas compuestas portozos de varilla soldados entre sí. Las varillas deberán quedar perfectamente aplomadas y sólidamente fijadas a los elementos estructurales del edificio. Serán normalizadas y de sección variable en función de los diámetros de la tubería a soportar.

El elemento de unión con la tubería (abrazadera) irá sujeto a la ménsula y su configuración dependerá de la función a ejercer dependiendo de que la conducción deba ser apoyada, guiada o anclada.

Para una conducción apoyada bastará el empleo de abrazaderas en forma de pletina o varilla. El contacto entre la conducción y el elemento de soporte no deberá nunca realizarse directamente, sino a través de un elemento elástico no metálico que impida el paso de vibraciones hacia la estructura y, al mismo tiempo, reduzca el peligro de corrosión por corrientes galvánicas y domine cualquier puente térmico. Cuando la conducción esté térmicamente aislada, el mismo aislamiento, que de ninguna manera deberá quedar interrumpido, podrá cumplir la función descrita. En este caso, la abrazadera deberá tener una superficie de contacto suficientemente amplia para que el material aislante resista, sin aplastarse, el esfuerzo que se transmite de la conducción al soporte.

Cuando la conducción deba estar guiada por el soporte, éste comprenderá unos asientos deslizantes, tipo rodillo, que no interrumpan el aislamiento térmico, aunque puedan producir puentes térmicos de irrelevante significancia. En los puntos de anclaje, o puntos fijos, la tubería quedará sólidamente fijada al soporte, con interrupción del aislamiento térmico en este punto, admitiéndose, en este caso, la presencia de pequeños puentes térmicos que se resolverán con refuerzo exterior del aislamiento. No está permitida la unión por soldadura entre el soporte y la tubería.

La colocación de los soportes deberá realizarse de forma que se elimine toda posibilidad de golpes de ariete y se permita la libre dilatación y contracción de las redes, al objeto de no rebasar las tensiones máximas admisibles por el material de la tubería. En general, los soportes se colocarán lo más cerca posible de cargas concentradas y a ambos lados de las mismas al objeto de resistir el esfuerzo originado no sólo por el peso de éstas sino también por su maniobra. Los puntos de sujeción se dispondrán preferentemente cerca de cambios horizontales de dirección, dejando, sin embargo, suficiente espacio para los movimientos de dilatación. La separación máxima entre soporte y curva deberá ser igual al 25% de la separación máxima permitida entre soportes. Existirá, al menos, un soporte entre cada dos uniones y, preferentemente, se colocará al lado de cada unión.

En ningún caso la tubería podrá descargar su peso sobre el equipo al que está conectada. La separación, en horizontal, entre el equipo y el soporte no podrá ser superior al 50% de la máxima distancia permitida entre soportes. Cuando un equipo esté apoyado elásticamente, la tubería que a él se conecte deberá soportarse de igual manera, mediante el empleo de soportes de muelle.

Los colectores se soportarán sólidamente a la estructura del edificio preferiblemente al suelo y en ningún caso descansarán sobre generadores, bombas u otros aparatos.

En cualquier caso, y a petición de la Dirección de Obra, se entregará el correspondiente cálculo de soportes.

Cuando una tubería cruce una junta de dilatación del edificio, deberá instalarse un elemento elástico de acoplamiento que permita que los dos ejes de las tuberías, antes y después de la junta, puedan situarse en planos distintos. A ambos lados de la junta elástica, se dispondrá un soporte, a una distancia de la misma igual, aproximadamente, al 25% de la máxima permitida entre soportes.

Sin perjuicio de lo indicado en párrafos anteriores, los soportes para tubería de acero estarán distanciados no más de 2 m. para tuberías hasta 2", 3 m. para tuberías hasta 5" y 4 m. para tuberías de secciones mayores a 5". En el caso de tubería de cobre y PVC las distancias serán de 1 m. para tuberías hasta 1", 1,5 m. para tuberías hasta 2" y 2,5 m. para tuberías de diámetro superior. Cuando dos o más tuberías tengan recorridos paralelos y estén situadas a la misma altura, podrán tener un soporte común suficientemente rígido, seleccionando las varillas de suspensión, teniendo en cuenta los pesos adicionales y la aplicación como mínimo de lo indicado en la Tabla 14.1 de la norma IT.IC.14. La máxima distancia permitida entre soportes en este caso, estará determinada por la tubería de menor diámetro. El máximo número de tuberías que se permite situar en un soporte común es de cuatro.

Los soportes de las conducciones verticales serán desmontables y sujetarán las tuberías en todo su contorno, haciendo posible la libre dilatación de la misma. Se emplearán abrazaderas específicamente preparadas para este fin, no permitiéndose el uso de abrazaderas convencionales para soportería horizontal. La Dirección de Obra podrá rechazar soportes que considere inadecuados para este montaje. La distancia entre soportes para tubería de acero será de un soporte cada planta (máximo 3,5m.). Para el caso de tubería de cobre y PVC se instalarán dos soportes por cada planta (máximo 2 m.). En cualquier caso, los soportes deberán quedar accesibles, quedando el Instalador obligado a advertir a la Dirección de Obra en aquellos casos donde los condicionantes de la obra no permitan conseguir una accesibilidad adecuada.

Se utilizarán soportes de muelle en todos los tramos de tubería principal situados a menos de 15 m. de la sala de máquinas de que provengan. Asimismo, se utilizarán soportes de muelle siempre que la tubería se conecte a equipos capaces de transmitir vibraciones. En general, estos soportes se instalarán de acuerdo con las recomendaciones del Fabricante y se someterán a aprobación por parte de la Dirección de Obra.

3.1.2 COMPENSADORES DE DILATACION

Para compensar en las redes de tuberías los efectos debidos a cambios de temperatura se instalarán elementos compensadores de dilatación, ya sean dilatadores de fuelle o dilatadores conformados con tubería en forma de L, Z o M. Los dilatadores conformados con tubería se instalarán aproximadamente en el centro del tramo a compensar, entre los dos puntos de anclaje. El brazo de los dilatadores se determinará según la normativa UNE 100-156-89. Para el caso de elementos prefabricados, se seguirán las instrucciones del Fabricante.

Los dilatadores de fuelle se instalarán siguiendo de forma precisa las instrucciones del fabricante en particular por lo que se refiere a movimientos máximos admitidos, resistencia de los anclajes y guiado de la tubería. Los dilatadores se instalarán próximos a los puntos de anclaje (fijos) disponiéndose de guías de anillo o rodillo para el guiado de los mismos. Para aprovechar en su totalidad el movimiento del que es capaz un dilatador, el Instalador solicitará del Fabricante las longitudes máxima y mínima del mismo antes de proceder a su montaje. Si los dilatadores son montados a temperatura más baja de la que hayan de soportar las tuberías, será preciso estirarlos hasta su longitud máxima. Si por el contrario, la temperatura puede bajar por debajo de la de montaje, es preciso reducir el estirado máximo del dilatador en proporción a la diferencia de las dos temperaturas, de manera que el compensador conserve cierta capacidad de alargamiento.

Al efectuar el montaje de los dilatadores, se recomienda preparar piezas provisionales de tubo rígido del mismo tamaño que el dilatador y colocarlas en las tuberías para poder así determinar, de una manera más exacta, la longitud de los tubos.

Al efectuar la soldadura de los dilatadores provistos de manguitos para soldar, conviene proteger las membranas para que las proyecciones de soldadura no las deterioren.

Los dilatadores instalados en tuberías calorifugadas deberán, asimismo, calorifugarse, y ello se hará completamente y teniendo cuidado que entre las ondulaciones no se introduzcan materias extrañas que impidan su libre juego.

Los dilatadores serán de acero al carbono o de acero inoxidable y se suministrarán con manguitos para soldar hasta 2" inclusive y con bridas soldadas para diámetros superiores. Todos los dilatadores tendrán el mismo diámetro que la tubería en donde van montados. Las presiones de trabajo de los dilatadores serán las mismas que las de los sistemas en que se encuentren instalados. El instalador, a requerimiento de la Dirección de Obra deberá presentar para cada dilatador una certificación de fabricante que indique los siguientes datos: Presión máxima de servicio, presión de prueba, temperatura máxima de servicio, materiales de constitución, movimientos máximos admisibles, axiales y/o angulares; superficie efectiva, esfuerzo axial y, eventualmente, angular, dimensiones y peso y tipo de conexión a la tubería.

3.1.3 MANGUITOS PASAMUROS

Siempre que la tubería atraviese obras de albañilería o de hormigón, será provista de manguitos pasamuros para permitir su paso y libre movimiento, sin estar en contacto con la obra de fábrica. Su suministro y montaje será responsabilidad del Instalador.

Los manguitos serán de chapa galvanizada de 1 mm. de espesor con un diámetro suficientemente amplio para permitir el paso de la tubería aislada sin dificultad ni reducción en la sección del aislamiento y quedarán enrasados con los forjados o tabiques en los que queden empotrados. No se permitirá reducción alguna en tubería o aislamiento al paso de la conducción por muros, forjados, etc. Los espacios libres entre tuberías y manguitos serán rellenados con empaquetadura de mastic o similar de material intumesciente, en cualquier caso. En el caso de tubos vistos, los manguitos deberán sobresalir, al menos, 3 mm. de la parte superior de los pavimentos.

Será responsabilidad exclusiva del instalador coordinar la instalación de los pasamuros con la empresa constructora y los demás oficios, colocando los mismos antes de la terminación de paredes, pisos, etc. Los costes de albañilería derivados de la instalación de pasamuros posteriormente a la terminación de los mencionados elementos constructivos, correrán por cuenta del Instalador.

3.1.4 ACABADOS DE LAS REDES DE TUBERIAS Y EQUIPOS ASOCIADOS

Será competencia del instalador la identificación de todas las redes de tuberías, accesorios y equipos asociados, mediante la terminación con pintura y la instalación de bandas y flechas visibles, de acuerdo con lo especificado en estos Documentos y según las instrucciones dadas por la Dirección de Obra.

En general, el acabado (identificación) de la tubería no aislada será con pintura siguiendo los códigos de colores marcados en la norma UNE 100-100-87. La identificación de la tubería aislada se realizará con bandas de cinta adhesiva y flechas adhesivas marcando el sentido del flujo. En los puntos de registro en patinillos y

derivaciones principales por techo se identificarán todas las redes con etiqueta adhesiva donde figure inscrita la referencia de proyecto. Esta identificación se colocará asimismo en las salidas y llegadas a colectores en salas de máquinas. Estas etiquetas adhesivas deberán ser resistentes a las agresiones del ambiente y a la temperatura del fluido conducido, deberán quedar sólidamente fijadas a

la tubería y deberán tener un tamaño tal que permita su fácil identificación y lectura. En las salas de máquinas estas etiquetas serán de baquelita o material similar y de tamaño suficiente que permita su identificación a cierta distancia. La distancia entre flechas indicadoras será no superior a 5 m. para redes que discurran por zonas vistas, debiendo aparecer en los puntos de registro para el caso de redes que discurran por zonas ocultas.

Las tuberías de vaciado y purga situadas en cualquier punto del edificio y que no precisen aislamiento se terminarán en pintura de color negro, debiendo quedar así mismo, adecuadamente identificadas. Con respecto a los soportes, todos los que discurran por zonas vistas y los soportes en salas de máquinas sin excepción, se terminarán con pintura de color negro.

Los equipos en salas de máquinas y zonas técnicas en general, deberán así mismo, terminarse en pintura e identificarse adecuadamente. La terminación con pintura se efectuará según los códigos de colores marcados en la norma UNE o siguiendo los criterios marcados por la Dirección de Obra. Todos los equipos se identificarán según las referencias de proyecto, empleándose para ello, etiquetas de baquelita o material similar, de tamaño suficiente. Como alternativa se admite la identificación con pintura cuando así lo autorice la Dirección de Obra.

3.1.5 PRUEBAS DE ESTANQUEIDAD

En el presente apartado se establecen los procedimientos y modos de actuación a seguir para la realización de las pruebas de estanqueidad hidráulicas encaminadas a detectar fallos de continuidad en las redes de tuberías. En el caso de que la red a probar no pueda admitir agua como fluido de prueba, ésta se realizaría empleando aire o gas inerte a baja presión. Dado el peligro que supone la realización de pruebas neumáticas, su aplicación se limita a casos extraordinarios debiendo realizarse según las indicaciones dadas por la Dirección de Obra y bajo el expreso consentimiento de ésta.

Las pruebas de estanqueidad de la red de tuberías podrán realizarse sobre la totalidad de la misma o parcialmente, según lo exijan las circunstancias que concurren en la obra, la extensión de la red o según marque en su caso la Dirección de Obra. En cualquier caso, se efectuarán preferentemente pruebas parciales ante la dificultad que supone efectuar una única prueba en toda la red. Todas las partes de los distintos tramos de la red en prueba deberán estar no ocultos, ser fácilmente accesibles para la observación de fugas y eventualmente su reparación. Todos los extremos de los tramos en prueba deberán taponarse herméticamente.

Antes de realizar la prueba de estanqueidad de la red se procederá a limpiar la misma de todos los residuos procedentes del montaje, tales como cascarillas, aceites, barro, etc. Esta limpieza se realizará con agua limpia a una presión tal que se consiga una velocidad del agua no inferior a 1,5 m/seg. Se llenarán y vaciarán los sistemas cuantas veces sea necesario a requerimiento de la Dirección de Obra hasta dejar los circuitos totalmente limpios, libres de toda materia extraña. Durante los sucesivos vaciados y previo a la puesta en marcha definitiva del sistema, se desmontarán y limpiarán todos los filtros, valvulería de control y demás accesorios que por su naturaleza puedan haber retenido materia extraña durante el proceso de limpieza. Quedan incluidos en el suministro del Instalador los aditivos y productos químicos de limpieza que pudieran requerirse para limpieza y posterior conservación de la instalación de acuerdo con las características del agua y según marque la Dirección de Obra para cada caso. Una vez completado el proceso de limpieza, el agua del circuito debe quedar ligeramente básica con PH entre 7,2 y 7,5.

Se extenderá un certificado escrito garantizando la limpieza de los distintos circuitos indicando los

siguientes datos de calidad del agua: Temperatura (°C), índice TAC (Título Alcalimétrico Total), índicePH, conductividad S/cm., TDS (Sólidos Disueltos Totales PPM) y dureza hF.

En casos excepcionales y con autorización expresa de la Dirección de Obra se permitirá la limpieza de circuitos hidráulicos con aire a presión, debiendo realizarse ésta en horario fuera del habitual de trabajo

y en plantas o zonas libres de personal de obra. La limpieza con aire a presión es obligatoria en el caso de circuitos de aire comprimido y circuitos de refrigerante en fase gaseosa o líquida.

La fuente de presurización de los circuitos, ya sea ésta la red exterior de agua, una bomba de mano o un compresor de aire deberá tener una presión igual o superior a la de prueba. La conexión a la sección en prueba de la red estará dotada de los siguientes elementos: Válvula de corte del tipo de esfera, válvula de retención, válvula reductora de presión graduable, manómetro debidamente calibrado y de escala adecuada, válvula de seguridad tarada a la máxima presión admisible y manguito flexible de unión con la sección en prueba.

La realización de las pruebas incluirá los siguientes trabajos por fases: Preparación de la red, ejecución de las pruebas (pruebas de estanqueidad y pruebas de resistencia mecánica), determinación de puntos de fuga y reparación y puesta de la red en condiciones normales de trabajo. Los trabajos a realizar dentro de cada una de estas fases son los siguientes:

PREPARACION DE LA RED

- Cerrar todos los terminales abiertos, mediante tapones o válvulas.
- Eliminar (aislar) todos los aparatos y accesorios que no puedan soportar la presión de prueba.
- Desmontar todos los aparatos de medida y control.
- Cerrar las válvulas que delimitan la sección en prueba o taponar los extremos.
- Abrir todas las válvulas incluidas en la sección en prueba.
- Comprobar que todos los puntos altos de la sección estén dotados de dispositivos para la evacuación de aire.
- Comprobar que la unión entre la fuente de presión y la sección esté fuertemente apretada.
- Antes de aplicar la presión, asegurarse que todas las personas hayan sido alejadas de los tramos de tubería en prueba.

PRUEBA PRELIMINAR DE ESTANQUEIDAD

- La prueba preliminar tendrá la duración necesaria para verificar la estanqueidad de todas las uniones.
 - Llenar, desde su parte baja, la sección en examen, dejando escapar el aire por los puntos altos.
 - Recorrer la sección y comprobar la presencia de fugas, en particular en las uniones.
-

PRUEBA DE RESISTENCIA MECANICA

- Una vez llenada la sección del fluido de prueba, subir la presión hasta el valor de prueba y cerrar la acometida de líquido.
- Si la presión en el manómetro bajara, comprobar primero que las válvulas o tapones de las extremidades de la sección cierran herméticamente y, en caso afirmativo, recorrer la red parabuscar señales de pérdida de líquido.
- La prueba hidráulica de resistencia mecánica tendrá la duración necesaria para verificar visualmente la estanqueidad de todas y cada una de las uniones. En cualquier caso, se mantendrá la presión de prueba durante un tiempo mínimo de 24 h., para así obtener una cierta garantía de resistencia a la fatiga de las uniones.

REPARACION DE FUGAS

- La reparación de las fugas detectadas se realizará desmontando la junta, accesorio o sección donde se ha originado la fuga y sustituyendo la parte defectuosa o averiada con material nuevo. Se prohíbe la utilización de masillas u otros materiales o medios improvisados y provisionales.
- Una vez reparadas las anomalías, se volverá a comenzar desde la prueba preliminar. El proceso se repetirá todas las veces que sea necesario, hasta que la red sea absolutamente estanca.

TERMINACION DE LA PRUEBA

- Reducir la presión (gradualmente, cuando se trate de una prueba neumática).
- Conectar a la red los equipos y accesorios eventualmente excluidos de la prueba.
- Actuar sobre las válvulas de interrupción y los dispositivos de evacuación de aire en sentido contrario al indicado en la fase de preparación.
- Volver a instalar los aparatos de medida y control.

Las conexiones de equipos, accesorios y aparatos excluidos de las pruebas de estanqueidad deberán comprobarse durante las siguientes pruebas de funcionamiento de la instalación.

Las presiones de prueba (prueba de resistencia mecánica) a considerar serán de 1,5 vez la presión de timbre y/o presión máxima de servicio (con un mínimo de 6 bar para acero y 10 bar para cobre), siendo ésta la presión máxima efectiva de trabajo a la temperatura de servicio. La presión de la prueba preliminar de estanqueidad será de 3 bar. Estas presiones de prueba se refieren a redes de agua convencionales en sistemas de climatización. La presión de prueba para otro tipo de redes será la que determine la Dirección de Obra o, en su defecto, las que figuran definidas en la norma UNE 100-151-88.

Una vez terminada la prueba y completados todos los trabajos indicados anteriormente de forma satisfactoria, se procederá a preparar el correspondiente Certificado de Pruebas Hidráulicas de la forma que se indica a continuación.

3.1.6 TUBERIAS DE ACERO

Todas las tuberías de acero cumplirán los requisitos mínimos exigidos por la normativa UNE 19040 ó 19041, así como los que a continuación se indican.

Las designaciones, espesores, tolerancias, etc., se ajustarán a las normas siguientes:

- Tuberías hasta 6". Según norma DIN 2440.
- Tuberías de 6" y superiores. Según norma DIN 2448. Curvas y accesorios según normas de su tubería correspondiente.

El hierro presentará una estructura fibrosa, con una carga de rotura a la tracción superior a 40 Kg/cm² y un alargamiento mínimo del 15%. En los ensayos de curvado de tubo a 180° con un radio interior de cuatro veces su diámetro, no se apreciarán fisuras, ni pelos aparentes. La tubería deberá haber sido probada en fábrica a una presión de 50 Kg/cm². En obra serán probadas según lo indicado en el apartado anterior.

La tubería de agua caliente o fría en circuito cerrado será de acero negro con soldadura para diámetros inferiores a 6" con accesorios y uniones roscadas para tubería de 2" e inferiores. Acero negro estirado sin soldadura para diámetros de 6" y superiores, con uniones soldadas o embridadas según determine la Dirección de obra. Las tuberías comprendidas entre el diámetro 2" y el diámetro 6", tendrán las uniones soldadas, quedando el uso de la rosca, la soldadura o la brida para curvas y accesorios al juicio de la Dirección de Obra. (Preferentemente se considerará hasta 2" roscadas o soldadas y superiores a 2" embridadas).

La tubería de agua caliente o fría en circuito abierto será de acero galvanizado con accesorios y uniones roscadas para tubería de diámetro 2" e inferiores y accesorios y uniones embridadas para el caso de tubería de diámetro superior a 2". Salvo que se indique expresamente lo contrario no se permite la soldadura en este tipo de tubería. Todos los accesorios que se empleen en este tipo de tubería serán galvanizados.

3.1.7 TUBERIAS DE COBRE

Las características del tubo de cobre responderán al tipo H de IBERCOBRE, excepto en tuberías enterradas, combustibles, refrigerantes y presiones excesivas donde será del tipo G. Para diámetros superiores a 54 mm. los espesores responderán a la normalización N.F.A. 68-201 con presión de trabajo superior a 30 Kg/cm². En cualquier caso, cumplirán la norma UNE (37107, 37116, 37117, 37131 y 37141).

Las uniones serán por manguitos, siendo soldados por capilaridad utilizándose el tipo de soldadura "blanda" o "fuerte" según uso o criterio de la Dirección de Obra. Los curvados necesarios se realizarán en frío, sin necesidad de relleno a no ser que la figura así lo requiriese.

Las soldaduras fuertes se prepararán con aleaciones en las que intervenga la plata con punto de fusión superior a los 540 °C. Las soldaduras blandas tendrán puntos de fusión inferiores a 260 °C. Estas aleaciones deberán usarse conjuntamente con un desoxidante apropiado, aprobado por la Dirección de Obra.

El proceso de soldadura incluirá los siguientes trabajos: Corte del tubo a escuadra, rebabado, limpieza del tubo, limpieza del alojamiento del manguito (si existe), aplicación de desoxidante sobre tubo y manguito, encaje a fondo de las piezas, calentamiento de la unión, aportación de soldadura y eliminación de residuos.

Antes de efectuar las uniones, los accesorios serán limpiados y el desoxidante aplicado al área enteradel extremo del tubo o accesorio que ha de soldarse. Todos los extremos abiertos del tubo, se cerrarán con tubo de plástico durante la instalación y cada sección de tubo, deberá purgarse con aire limpio a presión sin aceite, antes de ser conectada y soldada.

3.1.8 TUBERIAS DE PVC

Las tuberías de PVC tendrán un espesor de pared mínimo de 3,2 mm., siendo la presión de trabajo de 4Kg/cm² en el caso de desagüe gravitacional y de 10 Kg/cm² en el caso de tubería a presión. En cualquier caso, cumplirán la norma UNE (53110, 53112 y 53114).

La tubería deberá ser capaz de trabajar sin sufrir ningún tipo de cambio de color, estrechamiento o alargamiento y en general cualquier otro tipo de alteración, hasta una temperatura de 60 °C. Toda tubería montada a intemperie, sin excepción, deberá protegerse con terminación de pintura especial para esta aplicación.

Todos los accesorios serán fabricados por inyección y deberán ser de bocas hembras, disponiéndose externamente de una garganta que permita el alojamiento de una abrazadera. Para tuberías verticales las uniones se podrán hacer por encolado o junta tórica. Para tuberías horizontales las uniones se harán siempre por encolado, debiendo colocarse juntas de expansión en número adecuado para absorber las dilataciones. Las tuberías se cortarán empleando únicamente herramientas adecuadas, tales como cortatubos o sierras. Después de cada corte, se eliminarán mediante lijado las rebabas que hayan podido quedar. Todos los cortes se realizarán perpendiculares al eje de la tubería. Queda prohibido manipular o curvar el tubo. Todos los desvíos o cambios se realizarán utilizando accesorios standard inyectados. Las uniones de tubería de PVC con otros materiales se realizarán siempre con piezas de latón o con uniones a tubo metálico.

En general se utilizará este tipo de tubería para los sistemas de desagüe de condensados.

2.2 VALVULERIA EN REDES DE AGUA

(I.C. 02)

2.2.1 GENERAL

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de toda la valvulería y accesorios complementarios, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto. Queda también incluida toda la valvulería y accesorios complementarios que, no estando específicamente reflejados en los Documentos de Proyecto, sean necesarios por conveniencia de equilibrado, mantenimiento, regulación o seguridad de los circuitos hidráulicos a criterio de la Dirección de Obra.

Las válvulas se definirán a partir de su diámetro nominal debiendo coincidir el mismo con los distintos diámetros de las tuberías a que están conectadas, salvo que se indicase expresamente lo contrario. Cada válvula deberá llevar marcada de una manera indeleble la marca o identificación del Fabricante, el diámetro nominal y la presión nominal.

El acopio de la valvulería en obra será realizado con especial cuidado, evitando apilamientos desordenados que puedan afectar a las partes débiles de las válvulas (vástagos, volantes, palancas, prensas,

etc.). Hasta el momento del montaje, las válvulas deberán tener protecciones en sus aperturas. Queda prohibido el acopiaje de valvulería en exteriores. Será rechazado cualquier elemento que presente golpes, raspaduras o en general cualquier defecto que obstaculice su buen

funcionamiento a juicio de la Dirección de obra, debiendo ser expresamente aprobada por ésta el Fabricante de valvulería elegido, antes de efectuarse el pedido correspondiente.

En la elección de las válvulas se tendrán en cuenta las presiones, tanto estáticas como dinámicas, siendo rechazado cualquier elemento que pierda agua durante la realización de las pruebas y en general dentro del año de garantía. Toda la valvulería que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 6 bar, llevará troquelada la presión máxima a que puede estar sometida. Todas las válvulas que dispongan de volante o sean de tipo mariposa, estarán diseñadas de forma que se puedan maniobrar a mano de forma sencilla sin esfuerzo, sin necesidad de apalancamientos, ni forzamientos del vástago. Las superficies de cierre de las válvulas estarán perfectamente acabadas de forma que su estanqueidad sea total, debiendo asegurar no menos de vez y media la presión diferencial prevista con un mínimo de 6 bar. Para toda la valvulería que tenga uniones a rosca, ésta será tal que no interfiera ni canee la maniobra.

Las válvulas se situarán para acceso y operación fáciles, de forma tal que puedan ser accionadas libremente sin estorbos ni interferencias. Se aislarán cuando vayan instaladas en tuberías dotadas de aislamiento. El montaje de las válvulas será preferentemente en posición vertical, con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia arriba. En ningún caso se permitirá el montaje de válvulas con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia abajo.

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

Al final de los montajes se dispondrá en cada válvula una identificación grabada con etiqueta de plástico, baquelita o similar que las haga corresponder con el esquema de principio existente en sala de máquinas. La terminación de las válvulas será con aislamiento y aluminio a base de casquetes desmontables mediante mecanismos a presión, cuando vayan instaladas en tuberías aisladas y terminación con pintura cuando no requieran aislamiento. Las palancas de accionamiento y vástagos se terminarán siempre con pintura de color negro.

2.2.2 VALVULAS DE BOLA (ESFERA)

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de bola de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la Dirección de obra según lo indicado en el apartado A) de este capítulo. El objetivo fundamental de estas válvulas será el corte plenamente estanco de paso defluído con maniobra rápida, no pudiendo emplearse, en ningún caso, para regulación.

Los materiales admisibles en estas válvulas serán los siguientes:

- Cuerpo: Latón, fundición o bronce.
 - Bola: Latón, hierro con durcromado o acero inoxidable.
 - Eje: Latón niquelado o acero inoxidable.
 - Asientos y estopa: Teflón.
-

- Palanca: Latón, fundición o acero.

La bola estará especialmente pulimentada, debiendo ser estanco su cierre en su asiento sobre el teflón. Sobre este material y cuando el fluido tenga temperaturas de trabajo superiores a 60 °C, el Instalador presentará certificado del fabricante indicando la presión admisible a 100 °C, que en ningún caso será inferior a 1,5 veces la prevista de trabajo.

La maniobra de apertura será por giro de 90° completo sin dureza ni interferencias con otros elementos exteriores o aislamientos. La posición de la palanca determinará el posicionamiento.

La unión con tubería u otros accesorios será con rosca o brida, según se indique en el apartado de especificaciones, en cualquier caso la normativa adoptada será la normativa DIN correspondiente.

2.2.3 VALVULAS DE MARIPOSA

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de mariposa de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la Dirección de Obra, según lo indicado en el apartado A) de este capítulo. El objetivo fundamental de estas válvulas será el corte de paso de fluido no pudiendo utilizarse, en ningún caso, para regulación.

El cuerpo será monobloc de hierro fundido y sin bridas. Llevarán forro adherido y moldeado directamente sobre el cuerpo a base de caucho y vuelto en ambos extremos para formación de la junta de unión con la brida de la tubería. El disco regulador será de plástico inyectado y reforzado (hasta 3") y de hierro fundido con recubrimiento plástico para diámetros superiores. El disco quedará fuertemente unido al eje, siendo la unión insensible a las vibraciones. El eje totalmente pulido será de acero inoxidable y será absolutamente hermético sobre su entorno.

Sustituirán a las válvulas de bola en todas las tuberías con diámetro interior igual o superior a 2". Su maniobra será de tipo palanca, debiendo poderse efectuar la misma libremente bajo las presiones previstas. En general y para válvulas hasta 3" inclusive, se utilizará cierre con mando manual de palanca de gatillo. Para válvulas de 4" en adelante, se utilizará cierre por accionamiento reductor. Los mandos se elegirán cuidadosamente de acuerdo con la presión de trabajo de la válvula, que en ningún caso será inferior a 1,5 veces la prevista de trabajo.

2.2.4 VALVULAS DE GLOBO (ASIENTO)

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de globo de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto o que fuesen necesarios a juicio de la Dirección de Obra, según lo indicado en el apartado A) de este capítulo. El objetivo fundamental de estas válvulas será el de regulación de paso de fluido forzando la pérdida de carga y situando la correspondiente bomba o circuito hidráulico en el punto de trabajo necesario previsto en Proyecto. Se podrá utilizar también como válvula de corte (servicio todo -nada).

Su maniobra será de asiento, siendo el órgano móvil del tipo esférico y pudiéndose efectuar aquéllas libremente bajo las condiciones de presión previstas. El vástago deberá quedar posicionado de forma que no sea movido por los efectos presostáticos, debiendo disponer el volante de la escala o señal correspondiente de amplitud de giro. En las válvulas de vástago largo, éste irá apoyado sobre horquilla, de forma que no sufra deformación.

Los materiales admisibles en estas válvulas serán los siguientes:

- Cuerpo: Bronce, hierro fundido o acero al carbono.
-

- Disco y asiento: Bronce o acero inoxidable.
- Obturador: Acero inoxidable o latón especial.

Las válvulas hasta 2" serán totalmente de bronce. De 2" o más, tendrán cuerpo de hierro fundido con mecanismo de bronce o acero inoxidable según sea el tipo de servicio.

2.2.5 VALVULAS DE EQUILIBRADO HIDRAULICO

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de equilibrado, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la Dirección de Obra, según lo indicado en el apartado A) de este capítulo.

Su principal misión será la de regulación, forzando la pérdida de carga y situando la bomba en el punto de trabajo necesario. Se podrá utilizar asimismo como corte, medición de presión y medición de flujo. Su maniobra será de asiento, siendo el órgano móvil del tipo cónico y pudiéndose efectuar aquéllas libremente bajo las condiciones de presión previstas. El vástago deberá quedar posicionado de forma que no sea movido por los efectos presostáticos, debiendo disponer el volante de la escala o señal correspondiente de amplitud de giro. Las mediciones de presión y flujo serán realizables sin interrumpir el funcionamiento de la instalación. Se suministrarán con tratamiento superficial de pintura epóxica, aislada cuando el fluido trasegado así lo requiera.

Además de las tomas previstas para medición dispondrá de purga de vaciado. Las tomas de medición podrán cambiarse sin interrumpir el funcionamiento. Para el dimensionamiento de la válvula se considera como caudal máximo un 10% superior al indicado como nominal de servicio en Proyecto, con una autoridad mínima de 0,5, en ningún caso con una pérdida superior a 1 M.C.A., salvo casos excepcionales, previamente aprobados por la Dirección de Obra.

La construcción de la válvula podrá soportar la temperatura de fluido trasegado y, como mínimo, una vez y media la presión de trabajo y diferencial prevista en su montaje.

Las válvulas hasta 2" serán roscadas construidas en bronce o metal. Para diámetros superiores a 2" serán embreadas de fundición.

2.2.6 VALVULAS DE RETENCION DE RESORTE

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de retención de resorte de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la Dirección de Obra, según lo indicado en el apartado A) de este capítulo. El objetivo fundamental de estas válvulas es permitir un flujo unidireccional impidiendo el flujo inverso.

Constructivamente estas válvulas tendrán el cuerpo de fundición rilsanizado interior y exteriormente, obturador de neopreno con almas de acero laminado, siendo de acero inoxidable tanto el eje como lastapas, tornillos y resorte. Estarán capacitadas para trabajar en óptimas condiciones a una temperatura de trabajo de 110 °C y una presión, como mínimo, igual al doble de la nominal de trabajo de la instalación.

Estas unidades serán del tipo "resorte" de accionamiento rápido y aptas para un buen funcionamiento independientemente de la posición de montaje. Su montaje entre las bridas de las tuberías se hará a través de tornillos pasantes y de forma que queden perfectamente registrables.

2.2.7 FILTROS

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los filtros, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los documentos de proyecto o que fuesen necesarios a juicio de la Dirección de Obra, según lo indicado en el apartado A) de este capítulo.

Los filtros se instalarán en todos los puntos indicados en planos y en general en todos aquellos puntos de los sistemas de agua en donde la suciedad pueda interferir con el correcto funcionamiento de válvulas o partes móviles de equipos.

Los filtros se instalarán en línea, preferentemente en posición horizontal, debiendo permitirse la fácil extracción de la malla anterior. Serán del tipo "Y" con mallas del 36% de área libre. Hasta 2" DN serán de bronce y por encima de 2" DN serán de hierro fundido. Las mallas serán de acero inoxidable, no deformable, en todos los casos.

2.2.8 VALVULAS DE SEGURIDAD

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de seguridad, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los documentos de proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la Dirección de Obra, según lo indicado en el apartado A) de este capítulo. El objetivo fundamental de estas válvulas consiste en limitar, a un valor determinado, la presión del fluido contenido en la instalación, permitiendo el escape al exterior de una cierta cantidad del mismo. El escape será siempre conducido por conexión indirecta tipo embudo hasta el punto de desagüe, quedando este montaje completo incluido en el suministro del Instalador.

Las válvulas serán de tipo resorte debiendo asegurar un cierre completamente estanco tanto en su posición normal de funcionamiento como inmediatamente después de ponerse en funcionamiento. Estarán provistas de un órgano de mando manual que permita el accionamiento de la válvula.

Las válvulas se suministrarán para roscar y serán de hierro fundido con mecanismos de acero inoxidable para servicios de agua y de acero fundido con mecanismos de acero inoxidable para servicios de vapor. Cada válvula se suministrará con etiqueta indestructible ligada permanentemente a la misma y conteniendo la siguiente información: presión del caudal nominal, caudal nominal, clase, año de fabricación y referencia al cumplimiento de la normativa UNE 9-102-89.

2.3 COLECTORES EN REDES DE AGUA

(I.C. 03)

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los colectores en redes de agua, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los documentos de proyecto. La dimensión y la forma de los colectores será tal que se adapte al espacio previsto de montaje, garantizando un correcto recorrido del fluido trasgado. Para su montaje se seguirán las directrices marcadas en el apartado A) del capítulo I.C.-1. Los depósitos estabilizadores de presión, depósitos de desacoplamiento hidráulico y otros especificados en Proyecto cumplirán, así mismo, con las especificaciones técnicas del presente capítulo.

La alineación de las acometidas de las tuberías al colector será totalmente perpendicular al eje longitudinal del mismo, no permitiéndose acometer por las culatas. Las acometidas, en su conexión al colector, serán

perpendiculares formando ángulo de 90° o guiadas tipo "zapato", dependiendo del tipo de colector que se trate. Los cortes de preparación serán curvos quedando correctamente adaptadas entre sí las curvaturas de tubos y colector. En ningún caso, los tubos sobrepasarán la superficie interior del colector. La soldadura será a tope, achaflanando los bordes de los tubos, quedando el cordón uniformemente repartido. En caso de acero galvanizado, una vez prefabricado el colector con todas sus

acometidas será sometido a un nuevo proceso de galvanización. En este caso será preciso asegurarse que se han realizado todas las acometidas, incluidas las vainas de medición, control y vaciado, antes del galvanizado definitivo.

Una vez prefabricado el colector, se dejará sin soldar una culata de forma que su interior pueda ser inspeccionado por la Dirección de Obra. El conjunto, una vez revisado, será sometido a dos capas de pintura antioxidante.

Cuando el colector disponga de acometidas primarias y salidas secundarias se dispondrán según la posición y las separaciones entre sí, definido en los planos de proyecto. El colector se dispondrá preferentemente en posición vertical e irá dotado de "patas" soporte para su montaje en suelo. Su diámetro será el que se defina en proyecto, quedando éste determinado por la caída de presión al pasar por el colector que no debe superar los 0,5 m.c.a.

El colector incorporará todas las acometidas necesarias incluidas las vainas de medición, control y vaciado según necesidades planteadas en los Documentos de Proyecto. Se incluirá, sin excepción, toma para vaciado y purga en el lado inferior de todos los colectores. Asimismo, quedará convenientemente terminado con pintura, identificado y etiquetado, siguiendo los criterios que a este respecto se definen en el capítulo IC-1.

2.4 AISLAMIENTOS CONFORMADOS FLEXIBLES

(I.C. 05)

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los aislamientos conformados flexibles de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto y, en general, siempre que por la canalización pueda discurrir un fluido con temperatura inferior a la determinada como interior de ambiente en las hipótesis de cálculo o superior a 40 °C y no se haya definido otro tipo de aislamiento.

El material será espuma sintética flexible, especial para aislamiento, conformado en coquillas cilíndricas de diámetros interiores iguales o ligeramente superiores al diámetro exterior de la tubería a aislar. Su composición será tal que le confiera propiedades de autoextinguible, imputrescible y químicamente neutro. Su conductibilidad térmica será inferior a 35 W/m.°C a 20 °C y formará barrera de vapor. La clasificación de comportamiento al fuego del material empleado será, como mínimo, M1.

Siempre que sea posible, su montaje será por embutición en el tubo correspondiente. Donde ello no sea posible y previa autorización de la Dirección de Obra, se permitirá el montaje por apertura longitudinal. Los codos, valvulería y accesorios se realizarán aparte, utilizando las plantillas y medios de corte y montaje indicados por el fabricante. El pegado de las costuras longitudinales, conformación de accesorios y unión de piezas conformadas se realizará exclusivamente con el adhesivo indicado por el fabricante debiendo quedar siempre la costura pegada, a la vista para inspección. La cinta adhesiva empleada será, asimismo, la que indique el fabricante. La aplicación sólo se hará con temperaturas superficiales del tubo comprendidas entre los 15 °C y 30 °C, con un tiempo de secado mínimo de 24 horas antes de discurrir fluido por la canalización. Bajo ningún concepto se montarán con estiramientos, aplastamientos ni compresión. En el acopio se prestará especial atención a su apilamiento de forma que las capas inferiores no queden excesivamente presionadas.

Los espesores del aislamiento serán, como mínimo, los indicados por la normativa IT-IC.19. Si la tubería discurre por exteriores, se montará una segunda capa de aislamiento, con costuras contrapuestas a la primera y con recubrimiento de intemperie, a base de dos capas de solución de polietileno u otro material garantizado por el Fabricante al respecto.

El acabado del aislamiento en el caso de tuberías vistas en salas técnicas, pasillos, patinillos, recorridos vistos por sótanos, aparcamientos, etc., será con camisa de aluminio, según lo indicado en el capítulo

I.C.-6 de este pliego de condiciones, señalizada con los materiales y códigos a definir por la Dirección de Obra. El aislamiento de las tuberías de intemperie y sus accesorios, deberán terminarse superficialmente, con una pintura especial de intemperie recomendada por el Fabricante y recubrimiento con camisa a base de láminas de aluminio brillante de 0,6 mm. de espesor mínimo.

2.5 FORROS DE ALUMINIO (I.C. 06)

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y terminación del forrado de aluminio de todas aquellas canalizaciones aisladas de agua, aire o cualquier otro fluido, así como de aquellos equipos o accesorios asimismo aislados, que estén situados o ubicados en zonas vistas, aunque sean de servicios, tales como salas de máquinas, salas técnicas en general, corredores, pasillos, patinillos, zonas de aparcamiento y exteriores. Quedan excluidas de forrado, las redes ubicadas en falsos techos, zanjas registrables o galerías subterráneas de distribución, salvo que se indique expresamente lo contrario en Proyecto.

El forrado se realizará con chapa de aluminio de 0,6 mm. de espesor mínimo, de la misma calidad, no debiéndose apreciar matices de terminación por diferencia entre suministros. Las juntas, siempre que sea posible, quedarán no vistas. Las tomas para aparatos de medida, control, derivaciones, etc., dispondrán de sus escudos o embellecedores de remate correspondientes, siendo recomendable la utilización de pegamentos. En cualquier caso, los remaches serán los mínimos y por las zonas ocultas. Especial atención se prestará al forrado de válvulas y accesorios, tanto en su acabado estético, como en su maniobra y posibilidad de registro. En general, este forrado se realizará a base de casquetes desmontables mediante mecanismos a presión, no permitiéndose el empleo de tornillos ni remaches. Los cortes y pliegues serán limpios, sin rebabas y en ningún caso presentando canto vivo en los remates, que puedan producir cortes a los futuros usuarios. Para ello, una vez recortadas las chapas, se bordearán y moldurarán con solapas de 30 a 50 mm., efectuándose la fijación por medio de tornillos o remaches.

En el forrado de las tuberías exteriores, las juntas longitudinales deberán situarse de forma que impidan las entradas de agua entre el acabado y el aislamiento. En particular, las juntas longitudinales se situarán en un ángulo de 30° a un lado y otro de la generatriz inferior de los tubos y quedarán selladas con un mastic apropiado, elástico y resistente.

En la recepción de la obra todo el forrado estará limpio y no podrá presentar deformaciones, raspaduras, abombamientos ni cualquier otro tipo de agresión exterior. El instalador queda obligado a la reparación de este tipo de desperfectos a solicitud de la Dirección de Obra, sean o no imputables a su actuación, pudiendo solicitarse incluso la sustitución del material si ello fuera necesario.

2.6 CONDUCTOS Y CHIMENEAS

2.6.1 CONDUCTOS DE CHAPA METALICA

I.C.-9/1

A. GENERAL

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los conductos de chapa metálica de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto.

Los conductos de aire serán fabricados con chapa galvanizada de primera calidad con acabado interior completamente liso, debiendo ser toda la chapa utilizada en la fabricación de conductos de la misma calidad, composición y Fabricante, adjuntándose en los envíos los certificados de origen correspondientes, según exija la Dirección de Obra.

Los conductos de chapa quedan clasificados de acuerdo a la máxima presión del aire en el conducto y a la máxima velocidad del aire en el mismo, según se indica en la siguiente tabla:

CLASE DE CONDUCTOS	PRESIÓN MÁXIMA EN EJERCICIO (Pa)	VELOCIDAD MÁXIMA (m/s)
B.1 (BAJA)	150 (1)	10
B.2 (BAJA)	250 (1)	12.5
B.3 (BAJA)	500 (1)	12.5
M.1 (MEDIA)	750 (1)	20.0
M.2 (MEDIA)	1.000 (2)	> 10
M.3 (MEDIA)	1.500 (2)	> 10
A.1 (ALTA)	2.500 (2)	> 15
(1) Presión positiva o negativa (2) Presión Positiva		

I.C.-9/2

Los conductos serán herméticos al aire y no deberán vibrar o pulsar cuando el sistema esté en funcionamiento. Al objeto de obtener la estanqueidad necesaria en los conductos, de acuerdo con la norma UNE 100-104 se sellarán todas las uniones con sellador inalterable adecuado al uso aprobado por la Dirección de Obra según lo siguiente:

- Conductos clases B.1, B.2 y B.3: Sellar las uniones transversales.
 - Conductos clases M.1 y M.2: Sellar las uniones transversales y las uniones longitudinales.
-

- Conductos clases M.3 y A.1: Sellar todos los elementos de unión transversal y longitudinal, las conexiones, las esquinas, los tornillos, etc.

Se prestará especial atención al sellado de piezas especiales, derivaciones y conductos a intemperie con independencia de que éstos vayan aislados o no. Para cualquier conducto a intemperie se seguirán los criterios marcados para las clases M.3 y A.1 que suponen un sellado total del conducto.

Durante el montaje, todas las aperturas existentes en el conducto deberán ser tapadas y protegidas de forma que no permita la entrada de polvo u otros elementos extraños en la parte ya montada. Según se vaya conformando el conducto, se limpiará su interior y se eliminarán rebabas y salientes. Una vez instalados los equipos y efectuadas las conexiones a los ventiladores y antes de instalar las rejillas y/o difusores, todos los sistemas deberán insuflarse con aire manteniendo completamente abiertas todas las compuertas y salidas. Las partes interiores de los conductos que sean visibles desde las rejillas y difusores, serán pintadas en negro. Esto es aplicable, asimismo, a los conductos de acoplamiento, plenums, etc.

Preferentemente no se abrirán huecos en los conductos para el alojamiento de rejillas y difusores hasta que no se haya realizado la prueba de estanqueidad. Si por necesidad hubiese que realizar aperturas, el tapado posterior de protección indicado en el párrafo anterior, será lo suficientemente estanco como para realizar dichas pruebas.

I.C.-9/3

Siempre que los conductos atraviesen muros, tabiquería, forjados o cualquier elemento de obra civil, deberán protegerse a su paso con pasamuros según detalle que figura en planos, de forma que se permita la continuidad del aislamiento y que en ningún caso morteros, escayolas, etc., queden en contacto con la chapa. Los pasamuros serán de chapa galvanizada de 1 mm. de espesor de sección suficiente para permitir el paso del conducto aislado sin dificultad ni reducción en la sección del aislamiento. Los espacios libres entre conducto y pasatubos se rellenarán con empaquetadura de mastic o lana de roca. Será responsabilidad exclusiva del instalador coordinar la instalación de los pasamuros con la empresa constructora y los demás oficios, colocando los mismos antes de la terminación de paredes, pisos, etc. Los costes de albañilería derivados de la instalación de pasamuros posteriormente a la terminación de los mencionados elementos constructivos, correrán por cuenta del instalador.

Será obligación del instalador la limpieza exterior de los conductos de toda materia extraña, basura, yeso, etc. a requerimiento de la Dirección de Obra.

En general, el montaje de las redes de conductos se realizará según el trazado que figura en planos correspondiendo al instalador el ajuste final según las condiciones de obra. Asimismo, es competencia del instalador y por tanto queda incluido en su suministro, la instalación de cuñas, tabicas interiores y compuertas de regulación, a petición de la Dirección de Obra, según sea necesario para permitir el correcto equilibrio del sistema, con independencia de que ello haya sido o no especificado de modo concreto en los planos.

Los conductos se instalarán de forma limpia, nivelados y teniendo especial cuidado de no interferir en su montaje con las demás instalaciones. Todas las dimensiones de conductos que figuran en los planos son netas interiores, salvo indicación contraria expresamente reseñada en los Documentos de Proyecto.

I.C.-9/4

Se practicarán orificios de prueba en tramos de conducto recto, en el tramo principal y en los ramales principales, lo más aguas abajo posible de codos y, en general, de dispositivos

generadores de turbulencia. No se precisarán orificios de prueba en ramales secundarios con tres terminales de aire o menos. Los agujeros de prueba serán herméticos, resistentes a la corrosión, y estarán marcados visiblemente de forma que se facilite su localización.

B. CONDUCTOS RECTANGULARES

Los espesores de chapa, tipos de uniones y refuerzos transversales para los conductos rectangulares serán los que se indican en la norma UNE 100-102-88, sin excepción. A requerimiento de la Dirección de Obra se justificará por parte del Fabricante, el criterio de fabricación adoptado de entre los posibles indicados en dicha norma.

En general, las uniones longitudinales serán de tipo engatillado con cierre PITTSBURGH o ACME de tipo exterior o interior en este último caso para conductos con refuerzos transversales.

Los tipos de refuerzos transversales admisibles y correspondientes espesores nominales de chapa, serán los marcados en la norma UNE 100-102-88 sin excepción, debiendo cumplir, en cualquier caso, con las siguientes limitaciones:

- La deflexión máxima permitida a los miembros de los refuerzos transversales no será nunca superior a 6 mm.
- Las uniones transversales deben ser capaces de resistir una presión igual a 1,5 veces la máxima presión de trabajo que define la clase, sin deformarse permanentemente o ceder.

I.C.-9/5

La deflexión máxima permitida para las chapas de los conductos rectangulares es la siguiente:

- 10 mm. Para conductos de hasta 300 mm. de lado.
- 12 mm. Para conductos de hasta 450 mm. de lado.
- 16 mm. Para conductos de hasta 600 mm. de lado.
- 20 mm. Para conductos de hasta 600 mm. de lado.

Los refuerzos hechos por chapas de espesor nominal igual o inferior a 1,5 mm. serán galvanizados. Para espesores superiores, los refuerzos podrán ser de acero negro.

Todos los conductos de lado mayor o igual a 500 mm. presentarán un matrizado a punta de diamante o por ondulación transversal, no pudiendo considerarse estos matrizados como sustitutivos de los refuerzos. En los conductos de extracción de aire (presión negativa), la deflexión del matrizado deberá estar hacia el interior.

Todos los codos rectos indicados en los planos, serán provistos con alabes interiores de dirección de doble chapa. Estos alabes podrán ser de radio largo o corto debiendo mantener los espesores y distancias marcados por la norma UNE 100-102-88. La fijación de los alabes será

tal que no originen vibraciones al paso del aire. Todas las derivaciones de conductos principales contarán con pantalla divisora al objeto de guiar la dirección del flujo y permitir un reparto adecuado de caudales en la derivación. La fijación de las pantallas será

tal que no originen vibraciones al paso del aire. Tanto los alabes de dirección como las pantallas divisoras constituyen accesorios de las redes de conductos que se requieren para conseguir un adecuado movimiento del flujo de aire dentro del conducto, por lo que se consideran incluidos en la Oferta del Instalador con independencia de que ello se indique de forma específica en los Documentos de Proyecto.

I.C.-9/6

La relación del lado largo a lado corto del conducto será como máximo de 3,5. Si por necesidades de montaje fuera preciso superar esta relación, deberá comunicarse a la Dirección de Obra quien deberá tomar una decisión respecto al modo de proceder, ya sea reforzando el conducto transversalmente o instalando pletinas interiores a modo de guía.

C. CONDUCTOS CIRCULARES

Los espesores de chapa, tipos de uniones y refuerzos transversales para los conductos circulares serán los que se indican en la norma UNE 100-102-88 sin excepción. Los espesores de chapa admisibles se darán en función del tipo de unión longitudinal adoptada y serán los que se marcan en la citada norma.

Las uniones longitudinales para conductos circulares pueden ser:

- UL.1: Engatillada en espiral
- UL.1-R: Engatillada-reforzada en espiral
- UL.2: Engatillada longitudinal
- UL.3: Soldada
- UL.4: Sobrepuesta y ribeteada o soldada a puntos cada 50 mm.

En general, las uniones longitudinales serán de tipo engatillado en espiral o engatillado longitudinal, admitiéndose la unión soldada. No se admiten las uniones de tipo sobrepuesto en ninguna de sus modalidades, ribeteada o soldada.

De acuerdo a la presión de ejercicio de la red de conductos, los tipos de uniones longitudinales que se pueden usar son los que se indican en la siguiente tabla:

Clase de Conducto	Tipos de unión longitudinal
B.1	Todas
B.2	Todas
B.3	Todas, menos UL.4
M.1	Todas, menos UL.4
M.2	Todas, menos UL.4
M.3	Todas, menos UL.4
A.1	Sólo UL.1, UL.1-R y UL.2

Los espesores nominales de chapa en décimas de milímetro para conductos circulares de la clase B.1, B.2 y B.3 se da en la siguiente tabla:

Diámetro (mm)	Presión Positiva			Presión Negativa			Piezas Espe- ciales
	Unión Longitudinal			Unión Longitudinal			
	Espira 1	Espiral Reforzada	Soldad a	Espira 1	Espira 1 Refor- zada	Soldad a	
<= 200	4	4	5	5	4	7	7
201 a 350	5	4	6	6	5	7	7
351 a 600	6	5	7	7	6	8	8
601 a 900	7	6	8	8	7	10	10
901 a 1200	8	7	10	10	8	12	12
1201 a 1500	10	8	12	12	10	12 (1)	12
1501 a 2000	-	-	15	-	-	15 (1)	15

(1) Máxima presión negativa de 250 Pa.

Los espesores nominales de chapa en décimas de milímetro para conductos circulares de la clase M.1, M.2, M.3 y A.1 se da en la siguiente tabla:

Diámetro (mm)	Unión Longitudinal				Piezas
	Espiral	Espiral	Soldada		Especiales
		Reforzada	(1)	(2)	
<= 200	6	5	7	6	8
201 a 350	6	5	7	6	10
351 a 600	7	6	8	7	10
601 a 900	8	7	10	8	10
901 a 1200	10	8	10	10	12
1201 a 1500	12	10	12	12	12
1501 a 2000	-	-	-	15	15

(1) Con unión transversal a manguito o banda superpuesta.

(2) Con unión transversal a brida.

Las uniones transversales serán del tipo de banda superpuesta para el caso de conductos con unión longitudinal soldada, con manguito para conducto de hasta 600 mm. inclusive y de unión a brida para conductos de diámetros superiores a 600 mm. La unión con banda superpuesta se realizará con

banda de chapa galvanizada de 1 mm. de espesor mínimo, sellada y sujeta mediante pletinas angulares de 30 x 30 x 3 y tornillos 8 MA. La unión

con manguito se realizará mediante manguito de chapa galvanizada de 1 mm. de espesor mínimo sellado y unido mediante tornillos rosca - chapa a 300 mm. de separación máxima. La unión a brida se realizará mediante angulares de 40 x 40 x 4 selladas y unidas por tornillos de 10 MA. a 150 mm. de separación máxima.

I.C.-9/7

Las piezas especiales tales como codos, derivaciones en T y cruz, reducciones, etc., serán normalizadas según lo indicado en la norma UNE 100-102-88. Los codos podrán ser a gajos o estampados, debiendo cumplir estrictamente con los radios de curvatura marcados por la citada norma. Los entronques y derivaciones podrán ser de tipocónico o recto, con piezas a 45° o 90°, según figura indicado para cada caso en los Documentos de Proyecto. Si por necesidades de montaje no fuera posible cumplir con estos requisitos, deberá comunicarse a la Dirección de Obra a quien corresponderá tomar una decisión respecto al modo de proceder.

D. SOPORTES

El sistema de soporte empleado en los conductos estará compuesto por el anclaje al elemento estructural del edificio, los tirantes y el elemento soporte ya sea del tipo ménsula o collarín. El dimensionado y espaciamiento de los soportes será tal que éstos sean capaces de soportar sin ceder, el peso del conducto y de su aislamiento, así como su propio peso.

Los tirantes Serán flejes de chapa de acero galvanizado o bien pletinas o varillas de acero galvanizado roscadas. Cuando se haya realizado el montaje en obra, se protegerán con pintura antioxidante aquellas partes del soporte que hayan perdido el galvanizado debido a su mecanización. Los tirantes se instalarán completamente verticales para evitar que puedan transmitir esfuerzos horizontales a los conductos. El ángulo máximo permitido entre la vertical y el tirante será de 10°. Queda prohibido el empalme de tirantes mediante soldadura, debiendo emplearse para ello piezas de unión normalizadas.

Queda prohibida la utilización de alambres como soportes, ya sean éstos definitivos o permanentes. La unión de los tirantes a los elementos soporte se realizará mediante el empleo de uniones roscadas con tuercas y arandelas de acero.

Para la fijación del conducto a los tirantes podrán utilizarse tornillos rosca-chapa o remaches, solamente para conductos de la clase B.1, B.2 y B.3. En este caso, la penetración en el conducto debe ser evitada en lo posible. Los conductos de clase M.1, M.2, M.3 y A.1 deberán fijarse a los tirantes a través de sus elementos de refuerzo o se apoyarán en un perfil que se une a los tirantes mediante elementos roscados. En ningún caso se admitirá la unión del soporte por medio de tornillos o remaches a los conductos de estas clases.

Para conductos rectangulares, el espaciamiento máximo entre soportes contiguos y la sección de las varillas o pletinas, en función del perímetro del conducto rectangular y de la sección de los tirantes se establece en la tabla I de la norma UNE 100-103-84. Siempre que sea posible se emplazarán los soportes cerca de las uniones transversales del conducto. Cuando la máxima suma de lados o semiperímetro sea superior a 4,8 m es necesario realizar un estudio de pesos siguiendo lo descrito en el anexo A de la norma UNE 100-103.84.

Se recomienda emplazar los soportes cerca de las uniones transversales.

En ningún caso se admitirá la unión del soporte por medio de tornillos o remaches directamente al conducto. Todos los componentes del soporte deberán ser fácilmente desmontables.

I.C.-9/8

Los elementos soporte para conductos circulares serán collarines de acero galvanizado que abrazarán totalmente al conducto y de sección, como mínimo, igual a la del correspondiente tirante. Para el caso de conductos rectangulares se emplearán angulares normalizados en acero galvanizado.

Las separaciones máximas entre soportes se fijarán en 3 m. para conductos rectangulares y 3,5 m. para conductos circulares. Los soportes se emplazarán siempre cerca de uniones transversales y próximos a los cambios de dirección. Las distancias entre parejas de soportes y secciones de varillas y pletinas son las que se indican en las siguientes tablas:

MAXIMA SUMA DE LADOS O SEMIPE-RIMETR OM.	DISTANCIA ENTRE PAREJAS DE SOPORTES (m)							
	3.0		2.4		1.5		1.2	
	PLET MM.	VA R. MM	PLET MM.	VA R. MM	PLET MM.	VA R. MM	PLET MM.	VA R. MM
1.8	25 x 0,5	6	25 x 0,5	6	25 x 0,5	6	25 x 0,5	6
2.4	25 x 1,3	8	25 x 1,0	6	25 x 0,5	6	25 x 0,5	6
3	25 x 1,6	10	25 x 1,3	8	25 x 0,5	6	25 x 0,5	6
4.2	40 x 1,6	12	25 x 1,6	10	25 x 1,3	8	25 x 1,3	8
4.8	---	12	40 x 1,6	12	25 x 1,6	8	25 x 1,6	8
> 4.8	SE REQUIERE UN ESTUDIO DE PESOS							

DIMENSIONES Y SOPORTES PARA CONDUCTOS CIRCULARES (DISTANCIA MAXIMA: 3,5 m)	
DIAMETRO MM.	PLETINAS MM.
□ 600	1 x 25 x 0,5
601 A 900	1 x 25 x 1,3
901 A 1.200	1 x 25 x 1,6
1.201 A 1.500	2 x 25 x 1,3
1.501 A 2.000	2 x 25 x 1,6

I.C.-9/9

Los conductos verticales se soportarán por medio de perfiles a un forjado o a una pared vertical. El montaje de los soportes será tal, que permita el movimiento libre vertical del conducto. La distancia máxima permitida entre soportes verticales se determinará según los siguientes criterios:

- Hasta 8 m. (2 plantas) para conductos circulares de hasta 800 mm. de diámetro y conductos rectangulares de hasta 2 m. de perímetro.
- Hasta 4 m. (1 piso) para conductos de dimensiones superiores a las citadas anteriormente.

En cualquier caso, el soporte deberá ser calculado para el peso que soporta. En los puntos de anclaje a la pared, se adoptará un factor de seguridad de 1 a 4 y unas cargas de tracción y corte igual a la mitad del peso. Cuando así se requiera por parte de la Dirección Facultativa, el instalador realizará el cálculo de soportes según UNE 100-103-84.

En el caso de conductos circulares la fijación se realizará mediante angular de 40 x 40 x 4 y pletina tipo collarín de 40 x 4, reforzándose el angular mediante un jalcón de idénticas dimensiones para conductos de diámetros superiores a 600 mm. Para el caso de conductos rectangulares se emplearán angulares de 40 x 40 x 5 apoyados en el forjado y unidos al conducto mediante puntos de soldadura espaciados entre sí no más de 200 mm. Si el conducto hubiera de ir directamente sujeto a la pared la distancia máxima entre soportes será de 3,5 m. debiendo emplearse pletinas de 30 x 3, reforzándose éstas mediante soporte adicional tipo angular de 35 x 35 x 4 para conductos de perímetro superior a 2.500 mm.

E. AISLAMIENTO

I.C.-9/10

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio del aislamiento de conductos mediante manta o fieltro de fibras de vidrio, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto.

El campo de aplicación de este tipo de aislamiento será para todos aquellos conductos por los que discurra aire con temperatura superior a 40°C o bien en los que pueda existir una diferencia de temperatura entre el aire transportado y su ambiente periférico superior a 5°C, excepto donde se indique específicamente lo contrario.

El aislamiento térmico solo podrá instalarse después de haberse efectuado el sellado completo de los sistemas de conductos y las correspondientes pruebas de estanqueidad de las distintas redes con éxito. Las superficies a aislar deberán estar limpias y secas, se rechazará cualquier material aislante que muestre evidencia de estar mojado o de contener humedad antes o después de su montaje.

El material de aislamiento no contendrá sustancias que se presten a la formación de microorganismos, no desprenderá olores, no sufrirá deformaciones como consecuencia de la formación de condensaciones y será de material no propagador de llama. La clasificación de comportamiento al fuego del material empleado será, como mínimo, MI. Los materiales aislantes se identificarán en base a las características de conductividad térmica, densidad aparente, permeabilidad al vapor de agua, absorción de agua por volumen o peso, propiedades de resistencia mecánica a compresión y flexión, módulo de elasticidad, envejecimiento ante la presencia

de humedad, calor y radiaciones,

coeficiente de dilatación térmica y comportamiento frente a parásitos, agentes químicos y fuego.

Los fabricantes de los materiales aislantes y materiales auxiliares para su colocación deberán responder de la veracidad de las características mencionadas en especificaciones o etiquetas, determinadas de acuerdo a normas UNE o, en su defecto, a normas internacionales reconocidas. En cualquier caso se cumplirá la norma UNE 100-171-89.

I.C.-9/11

El aislamiento interior de conductos será a base de planchas de fibras de vidrio semirrígidas debiendo cumplir estrictamente las condiciones y características indicadas en el capítulo IC-10, relativo a conductos de fibra de vidrio. Se prestará especial atención al remate del aislamiento en las uniones que deberá quedar perfectamente sujeto por pletina metálica, insertado dentro de ésta. En todas las uniones y con independencia del aislamiento interior se instalará, en el exterior del conducto, un tramode manta con malla según lo indicado más adelante en este capítulo. El objeto de este aislamiento exterior adicional es garantizar la continuidad del aislamiento en las uniones y reducir la transmisión de ruido a través de la unión. La unión del medio de fijación al conducto de chapa se hará por medio de adhesivo o soldadura o por medios mecánicos (grapas). En cualquier caso, la fijación deberá resistir un esfuerzo de, al menos, 200 N, mantener la barrera antivapor constituida por el conducto y, en caso de soldadura, mantenerla resistencia a la corrosión de la chapa metálica. Los accesorios de fijación mecánica deberán comprimir el material aislante para mantenerlo firmemente en su lugar por medio de una arandela de forma y dimensiones tales que el material aislante no resulte roto o cortado.

En cualquier caso, se cumplirá lo indicado por la norma UNE 100-172-89.

El aislamiento exterior de conductos será a base de manta de lana de fibra de vidrio, aglomerada con resinas termoendurecibles. Cuando se precise barrera de vapor, vendrá recubierto con papel Kraft de aluminio reforzado con malla de vidrio textil. El material se sujetará por medio de mallas metálicas inoxidables, previa la aplicación de un adhesivo no inflamable sobre la superficie del conducto, para evitar la formación de bolsas de aire entre el conducto y el aislamiento. Durante el montaje se evitará que el espesor del material se reduzca por debajo de su valor nominal. Cuando el conducto transporte aire húmedo a temperatura elevada, pueden presentarse situaciones en las que tenga lugar formación de condensaciones sobre la superficie interior o en el interior de la estructura del material aislante. En este caso, las uniones longitudinales y transversales del conducto de chapa deberán estar selladas debidamente a fin de que el mismo conducto constituya una barrera antivapor, que impida la migración del vapor de agua desde el interior. Cuando se trate de conductos aislados interiormente, deberá instalarse una barrera antivapor sobre la cara interior del conducto.

I.C.-9/12

La densidad del aislamiento será mínima de 20 Kg/m^3 ($\pm 10\%$) con un coeficiente de conductividad de $0,035 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$ a 24°C .

En cualquier caso y con independencia de la temperatura del aire transportado, el espesor del aislamiento será como mínimo de 20 mm. si va colocado en conductos por el interior al edificio y de 40 mm. mínimo si fuera colocado en conductos por el exterior del edificio, estén o no protegidos con camisa. En cualquier caso se cumplirá, como mínimo, con los espesores indicados en la normativa ITE.03.12. Los espesores se mantendrán constantes en toda la longitud del conducto a aislar. No se permitirá la interrupción del aislamiento en ningún caso, debiendo quedar los soportes completamente por el exterior del material aislante.

La colocación del aislamiento será tal que no permita la formación de cámaras de aire, especialmente en los puntos de unión.

El acabado de los conductos vistos circulares aislados exteriormente será con camisa de aluminio según lo indicado en el capítulo I.C.-6 de este pliego de condiciones. Como alternativa se puede considerar el aislamiento con conducto circular, con terminación en pintura de color a definir por la Dirección de Obra.

F. PRUEBAS EN CONDUCTOS DE CHAPA

Antes de que la red de conductos se haga inaccesible por la instalación del aislamiento térmico o el cierre de obras de albañilería y de falsos techos, se realizarán las pruebas de resistencia estructural y de estanqueidad para asegurar la perfecta ejecución de los conductos y sus accesorios y del montaje de los mismos.

I.C.-9/13

Las pruebas se realizarán, preferiblemente, sobre la red total. Cuando la red esté subdividida en clases o si, por razones de ejecución de obra, se necesita ocultar parte de la red antes de su ultimación, las pruebas podrán efectuarse subdividiéndola en tramos, de acuerdo a su clasificación.

Para la realización de estas pruebas será preciso cerrar las aperturas de terminación de los conductos, donde irán conectados los elementos de difusión de aire o las unidades terminales, por medio de tapones de chapa u otro material, perfectamente sellados. El montaje de los tapones se hará al mismo tiempo que el de los conductos para evitar la introducción de cualquier materia extraña en ellos y se quitarán en el momento de efectuar la conexión de los elementos terminales.

La prueba de estanqueidad se realizará instalando un manómetro en U calibrado, sometiendo a la red de conductos a una presión equivalente a 1,5 veces la presión máxima de trabajo durante un tiempo mínimo de 5 minutos, no debiéndose apreciar durante ese tiempo variación de presión en el manómetro. Se procederá al reconocimiento por tacto auditivo del conducto para detectar posibles fugas de aire procediéndose, caso de que éstas existan, a su sellado. Se repetirá la prueba cuantas veces sea necesario hasta que hayan quedado totalmente eliminadas las fugas de aire.

La prueba estructural se realizará una vez concluida la prueba de estanqueidad, para lo cual se someterá a la red de conductos a una presión equivalente a 1,5 veces la presión máxima de trabajo durante un tiempo mínimo de 15 min., no debiéndose apreciar deformaciones, ni disminución de estanqueidad por las uniones longitudinales y transversales.

La máxima deflexión permitida para los refuerzos transversales de los conductos, o sus uniones transversales cuando éstas actúan como refuerzos, es de 6 mm. La deflexión máxima permitida para las chapas de los conductos rectangulares es la que se indica en el apartado B) de este capítulo.

I.C.-9/14

Si esta prueba diese lugar a deformaciones superiores a las máximas permitidas, habrá de subsanarse el elemento defectuoso y proceder a otra prueba preliminar para la detección de fugas de aire y, sucesivamente a otra prueba estructural.

Una vez completadas las pruebas, se procederá a rellenar la correspondiente hoja de prueba,

conteniendo los siguientes datos:

HOJA PARA LAS PRUEBAS DE REDES DE CONDUCTOS DE CHAPA

OBRA:
RED DE CONDUCTOS:
Presión de prueba: PT= mm.c.d.a.
Relación de pruebas:

Presiones Relativas	Duración	Fecha
------------------------	----------	-------

Prueba de estanqueidad	 MMCA	 min.
Prueba estructural	 MMCA	 min.

Aparato de medida utilizado:

Incidencias ocurridas durante las pruebas:
.....

Observaciones Dirección de Obra:
.....
.....

EMPRESA:
TECNICO:
FECHA:
FIRMAS:

POR LA EMPRESA POR EL
INSTALADORCOORDINADORA

.....

.....

2.6.2 CONDUCTOS DE FIBRA DE VIDRIO.

Aun cuando se definan con el termino de "fibra de vidrio", podrán entenderse incluidos genéricamente los de fibras minerales, si sus características técnicas y funcionales cumplen mejoranlas condiciones que aquí se especifiquen.

Estarán contruidos con paneles rígidos, de fibras aglomeradas con resinas termoendurecidas, la cara exterior recubierta con lamina de aluminio, malla de vidrio textil y papel KRAFT adherido con cola ignifuga y la cara interior con lamina de aluminio o similar, debiendo estar clasificados como materiales M1 en su comportamiento al fuego.

Además de lo anteriormente expuesto cumplirán específicamente con la norma UNE 100/105 según se

detalla en las ITE 04.4.

La conductividad térmica será de $0.03 \text{ Kc/h m } ^\circ\text{C}$, como máximo, a $24 ^\circ\text{C}$, y su calor específico inferior a $0.2 \text{ Kc/Kg. } ^\circ\text{C}$.

Admitirá el paso de aire hasta 12m/sg. y temperaturas del mismo hasta 90°C, sin sufrir deterioro ni el panel ni el conducto construido, debiendo admitir estas presiones estáticas de 50 mmc.a.

Para la construcción de los conductos se seguirán las instrucciones dadas por el fabricante, teniéndose especial cuidado en el "vendado" y sellado de aristas, acoplamientos y encuentros, para obtener la total estanqueidad al paso de aire.

Las reducciones o expansiones se harán con ángulos de 15 ° y los codos o derivaciones se ejecutaran con relación $D/R = 1$. (D: ancho; R: radio). En casos de imposibilidad manifiesta, se comunicara a la D.T.

No se utilizara este tipo de conductos si no es sobre un falso techo o por zonas ocultas a las vistas, salvo que expresamente así se indique.

2.6.3 CONDUCTOS FLEXIBLES.

Para el acoplamiento entre conductos principales, rígidos y puntos de impulsión o aspiración de aire, podrá utilizarse conductos flexibles se así esta contemplado o pudiera ser admitido.

Su sección seta, en general, circular, y su fabricación garantizara la total estanqueidad al paso de aire, después de las deformaciones que sea preciso realizar para llevar a cabo el acoplamiento deseado.

Podrán estar fabricados con aluminio o materiales similares, siempre clasificados al fuego, como máximo, M1.

Su rigidez transversal será suficiente para el uso previsto, debiendo admitir presiones interiores de al menos, 50 mmc.a.

Si se especificase, podría ser necesario que estuviesen aislados, lo que implicaría estuviesen contruados con doble capa y material aislante intermedio, este fijado de manera que, tras su manipulación, no queden zonas sin el mismo.

2.6.4 DISTRIBUCION DE AIRE

I.C.-12/1

A. GENERAL

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los sistemas y elementos de distribución de aire de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto.

Todo el material y su montaje cumplirán lo exigido por la normativa ITE.04 y normativa UNE 100-700-91.

El fabricante garantizará que todo el material de difusión y accesorios especificados sean de primera calidad y cumplan con las características técnicas que figuran en catálogos, en cuanto a su aplicación a las condiciones definidas en el Proyecto. Será competencia del instalador la verificación de estos datos, así como la realización de cuantas pruebas se consideren

necesarias a solicitud de la Dirección de Obra. Estas pruebas podrán realizarse tanto en obra como en laboratorios especializados, según se considere necesario en cada caso.

Cuando el material especificado corresponda por dimensiones o características técnicas a material de fabricación no standard, se solicitará del Fabricante confirmación sobre las prestaciones y características técnicas previstas en Proyecto para dicho material, según sea necesario y a solicitud de la Dirección de Obra.

I.C.-12/2

El Instalador prestará especial atención en lo relativo a la protección de todo el material en obra, quedando entendido que puede ser rechazado cualquier material que presente raspaduras, abolladuras o cualquier tipo de desperfecto en general. La instalación se entregará con todo el material de difusión en perfecto estado de acabado y limpieza, siendo por tanto competencia exclusiva del instalador el cumplimiento de este concepto. Las rejillas, difusores y en general cualquier elemento terminal de distribución de aire, una vez comprobado su correcto montaje, deberán protegerse en su parte exterior con papel adherido al marco de forma que cierre y proteja el movimiento de aire por el elemento, impidiendo entrada de polvo o elementos extraños. Esta protección será retirada cuando se prueben los ventiladores correspondientes.

Junto con cada unidad deberán suministrarse los puentes de montaje, marcos de madera o metálicos, clips o tornillos, varilla o angulares de sujeción y en general todos aquellos accesorios necesarios para que el elemento quede recibido perfectamente tanto al medio de soporte como al conducto que le corresponda. Las uniones entre conductos y difusores o rejillas se realizarán de la forma más segura y eficiente posible de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y según lo que aquí se especifica. Donde ello se considere necesario se procederá al sellado de la unión.

Todo el material de difusión y/o regulación se instalará perfectamente nivelado, siguiendo un paralelismo con los paramentos y perfiles de techo del edificio, así como con el resto de las instalaciones, tales como luminarias, detectores, etc. A petición de la Dirección de Obra se suministrarán e instalarán cuantas muestras se consideren necesarias al objeto de conseguir un montaje y aspecto final óptimo dentro del conjunto de las instalaciones del edificio. Queda incluido en el suministro del Instalador el acabado final del material de difusión con pintura lacada, de color y características a definir en obra, con independencia de que ello haya sido explícitamente indicado en los demás documentos de proyecto.

B. MATERIAL DE DIFUSIÓN

I.C.-12/3

El material de difusión de aire estará construido en aluminio extruido o entallado, según los casos, con acabado de primera calidad en anodizado de 10 micras o esmalte metalizado sellado al horno.

Todos los terminales sin excepción, tanto de impulsión como de retorno o extracción de aire, irán provistos de mecanismos propios de regulación del volumen de aire con fácil control desde el exterior. En la fase de montaje se prestará especial atención para permitir el futuro acceso a esta regulación. Estos mecanismos de regulación serán de acero estampado y laminado, preferentemente de fabricación standard del fabricante, debiendo asegurarse la ausencia total de vibraciones al paso del aire, por lo que para cada caso se empleará el elemento de regulación más adecuado. El nivel sonoro máximo en terminales, después del ajuste definitivo de la instalación deberá ser no superior a 30 NC.

Todas las rejillas de impulsión de aire serán de doble deflexión con la primera fila de aletas variable y en posición horizontal salvo que se indique lo contrario en obra. Todas las rejillas de

retorno y/o extracción serán de simple deflexión con aletas variables.

Selección de rejillas: según indicaciones del fabricante, con los siguientes criterios:

- Velocidad máxima efectiva de salida de aire: 4 m/s
- Nivel sonoro máximo: 40 dBA
- Velocidad máxima de aire en la zona ocupada: 0,25 m/s

Todas las rejillas lineales de impulsión y/o retorno de aire serán adecuadas para montaje en pared, suelo o techo según Proyecto, pudiendo suministrarse con o sin bastidor según requiera para el montaje previsto. Se suministrarán de las longitudes marcadas en planos, con longitud máxima por módulo de 2,5 m. Cuando así lo requiera el montaje, se cortarán a medida quedando este trabajo incluido en el suministro del Instalador. En los módulos en que ello sea necesario, se suministrarán los extremos abatibles para permitir el acceso a dispositivos de regulación o control que así lo requieran. El perfil de las aletas será el adecuado para conseguir, en cada caso, una correcta distribución de la vena de aire. El perfil elegido deberá contar con la aprobación expresa de la Dirección de Obra.

I.C.-12/4

Todos los difusores lineales se suministrarán con plenum de chapa galvanizada con aislamiento termoacústico interior de fibra de vidrio de " de espesor mínimo con terminación en velo epoxi para protección contra la erosión. El plenum llevará incorporada una embocadura circular de entrada de aire normalizada según diámetro. El plenum debe quedar sólidamente fijado al forjado mediante varillas de suspensión de altura ajustable. No se permitirá, en ningún caso, el apoyo del conjunto plenum - difusor sobre el techo. El número de vías de la difusión será el indicado en los planos de Proyecto, siendo el perfil de las vías el adecuado para conseguir una correcta distribución de la vena de aire, en cada caso, debiendo someterse el perfil elegido a la aprobación de la Dirección de Obra. Los difusores se suministrarán de las longitudes marcadas en los planos, con longitudes máximas de 1,5 m. Cuando así lo requiera el montaje, tanto el difusor como su correspondiente plenum, se cortarán a medida, quedando este trabajo incluido en el suministro del Instalador. En el caso que se especifique el empleo de un difusor lineal para paso de retorno de aire no se requerirá que éste se suministre con plenum, salvo que se indique expresamente lo contrario en los Documentos de Proyecto.

Todos los difusores circulares responderán a las características marcadas en planos de Proyecto. Cuando se especifiquen difusores circulares convencionales, éstos serán del tipo de cono variable multiposicional para montaje en recintos con altura de techo superior a los 2,80 m. Se suministrarán con puente de montaje adecuado al tipo de conducto, pudiendo precisarse soportería adicional al techo en los tamaños grandes. La compuerta de regulación interior será del tipo mariposa, con cuello para su acoplamiento al difusor.

Los difusores cuadrados y rectangulares se suministrarán de dos o de cuatro vías según las características marcadas en los planos de Proyecto. El núcleo central del difusor será fácilmente desmontable para permitir un rápido y adecuado acceso a la conexión del conducto y sistema de regulación propio. Se suministrarán con rejilla direccional y compuerta de regulación del tipo de aletas opuestas, pudiendo precisarse soportería adicional al techo en los tamaños grandes.

I.C.-12/5

Todas las persianas de toma de aire exterior o extracción estarán construidas en aluminio extruido y se suministrarán completas con tela metálica de protección consistente y persianas vierteaguas. El espesor de la chapa metálica de lamas y marco estará de acuerdo con las recomendaciones dadas por SMACNA. Las lamas de la persiana estarán dispuestas de forma que no se permita ver a través de ella, y su diseño será tal, que impida el paso de agua de lluvia. Tanto

las persianas exteriores y las mallas, vendrán dotadas de fábrica de un tratamiento de pintura anticorrosivo que garantice la inalterabilidad de su acabado.

Selección de rejillas: según indicaciones del fabricante, con los siguientes criterios:

- Velocidad máxima efectiva de paso de aire: 2,5 m/s

En el caso de que especifique tomas de aire acústicas, se seguirán estrictamente las condiciones marcadas por el fabricante para su montaje, debiendo asegurarse la unión entre pantallas o las pantallas con muros mediante mastic inalterable para conseguir una adicional estanqueidad sonora. Estarán construidas en chapa de acero galvanizado de 1,5 mm. de espesor con material acústico adecuado para uso a intemperie, terminado en chapa perforada. Se suministrará la tela metálica protectora, ensamblada en fábrica. A petición de la Dirección de Obra se suministrarán todos los datos técnicos relativos a rendimiento acústico y reducción del nivel sonoro previsto, siendo responsabilidad exclusiva del Instalador la consecución de la reducción sonora prevista.

C. ACCESORIOS DE LOS SISTEMAS DE CONDUCTOS

I.C.-12/6

Queda incluido como parte del suministro del instalador, todos los accesorios de los sistemas de conductos de aire que se indican a continuación, con independencia de que estén o no explícitamente especificados en los planos de Proyecto. El objeto de estos accesorios es conseguir una correcta y equilibrada distribución de aire por los conductos.

Se instalarán pantallas divisoras donde lo indiquen los planos, y en general, en todos aquellos puntos del sistema de suministro de aire donde sea necesario dirigir y/o separar los flujos de aire. Estarán construidas de chapa de acero galvanizada de espesor un grado mayor al del conducto donde vayan instaladas. Para su ajuste desde el exterior, irán dotadas de una varilla de acero que atraviese el lateral del conducto, con tornillo prisionero para enclavamiento y casquillo. En los conductos de fibra de vidrio y cuando expresamente lo permita la Dirección de Obra, se admitirá la sustitución de estas pantallas por cuñas de fibra adecuadamente sujetas con grapas y vendaje interior.

Se instalarán deflectores de aire prefabricados, dotados de álabes curvados o lamas directoras, en aquellos puntos del sistema de suministro de aire indicados en los planos y en general, en todos los codos a 90° del sistema de suministro de aire. Los deflectores estarán contruidos de tal manera que mantengan una distribución uniforme del flujo de aire en los cambios de dirección, con una turbulencia y pérdida de presión mínimas. En los codos a 90° los deflectores serán del tipo de álabes curvados. Se suministrarán deflectores de chapa perforada donde, por motivos acústicos, ello así se requiera.

Se instalarán compuertas de regulación sólidas, rectangulares o circulares, donde se indique en los planos o así lo solicite la Dirección de Obra. En general se requerirán estas compuertas en todos aquellos puntos del sistema en que sea preciso efectuar un ajuste o regulación del caudal de aire. Las compuertas serán de aluminio extruido de 2 mm. de espesor mínimo, de aletas, siendo éstas aerodinámicas con lamas en oposición. La fuga de aire máxima admisible en estas compuertas será no superior a un 2% en posición cerrada con una presión estática de 125 mm.c.da, lo que se conseguirá mediante juntas de vinilo o similar acopladas a las ranuras de los perfiles del bastidor y de las lamas. Los perfiles del bastidor serán una combinación de secciones en U y ángulo de aluminio de 100 mm. de ancho con nervios de refuerzo y ranuras longitudinales para alojamiento del perfil de vinilo que sirve de cierre hermético a la compuerta. Los ejes de accionamiento también de aluminio serán de " de diámetro ranurados para su fijación en la aleta por el sistema de amachambrado. Los cojinetes serán de nylon, formados por cojinete y

contracojinete para conseguir una correcta fricción en su

accionamiento. El mecanismo de accionamiento irá instalado dentro del bastidor en U, para conseguir dejar libre el paso del aire y facilitar su instalación en conductos cerrados. Tanto el mecanismo como la tornillería serán de material anticorrosivo.

I.C.-12/7

Se suministrarán las compuertas de sobrepresión indicadas en los planos de Proyecto y en general en todos aquellos locales y sistemas de distribución de aire donde se requiera. Queda incluido el suministro de estas compuertas sin excepción, en todos los sistemas de ventilación y extracción de aire, tanto en los puntos de tomas y/o expulsión de aire como en aquellos casos donde existan configuraciones de ventiladores en paralelo. Las compuertas estarán construidas en aluminio extruido de 2 mm. de espesor mínimo de bastidor y aletas. Estarán dotadas de burletes entre lamas, contrapresión y cojinetes de nylon suministrándose, tanto el mecanismo, como la tornillería de material anticorrosivo. Cuando por montaje esté expuesta a la intemperie, se suministrará con malla metálica, debiendo asegurarse que las laminas, en posición abierta, no permitan el paso del agua.

Se dispondrá de puertas de acceso a los conductos en todos aquellos puntos del sistema de distribución de aire donde existan compuertas automáticas manuales, compuertas cortafuegos, controles y otros aparatos que precisen mantenimiento e inspección bien sea periódicamente y ocasionalmente. Las compuertas deberán tener 35x 5 cm., salvo que las dimensiones del conducto no admitan este tamaño, en cuyo caso, se harán lo mayor posibles para permitir el acceso. El cierre de las puertas deberá ser hermético, del tipo de hoja de ventana y se instalarán las mismas de manera que se abranen sentido tal que la presión de aspiración del ventilador las mantenga cerradas. Estas puertas son necesarias para permitir un correcto mantenimiento de la instalación y por tanto se consideran incluidas en el suministro del instalador con independencia de que hayan sido especificadas explícitamente en los demás Documentos de Proyecto.

D. COMPUERTAS CORTAFUEGOS

I.C.-12/8

Las compuertas cortafuegos se instalarán en todos los conductos que atraviesen sectores de incendio siendo la resistencia de las mismas la que indique en cada caso la normativavigente, debiendo ser, como mínimo, igual a la resistencia al fuego del muro, partición o forjado que en cada caso atraviesan. Queda incluido por tanto, dentro del suministro del Instalador, la instalación y montaje de todas las compuertas cortafuegos que se precisen con independencia de que las mismas hayan sido explícitamente indicadas en los demás Documentos de Proyecto.

Las compuertas cortafuegos serán del tipo de lama equilibrada basculante construida de material aislante sin amianto, con doble junta intumescente dispuesta en el perímetro de la aleta y se instalarán de forma que queden exentas de traqueteos y vibraciones y de manera tal que sean fácilmente accesibles, siguiendo en todo momento las recomendaciones del fabricante al respecto. El montaje de las compuertas será tal que siempre apoye sobre la pared cortafuego no admitiéndose ninguna alternativa a este montaje.

Las compuertas estarán construidas totalmente en chapa de acero galvanizado de primera calidad y se suministrarán con sistema de accionamiento bien por elemento termostático reutilizable o bien a distancia mediante actuación sobre bobina electromagnetica o motor eléctrico según figure descrito en los documentos de proyecto. Queda incluido dentro del suministro de cada compuerta el indicador de acción remoto completamente instalado y cableado siempre que ello sea exigible

por normativa, esté o no especificado en el resto de Documentos de Proyecto.

Cuando las compuertas se especifiquen con mando remoto queda incluido el suministro completo del actuador, ya sea éste motor eléctrico o bobina, así como todo el cableado eléctrico y/o de mando correspondiente al bucle de control. Se permitirá el rearme a distancia y se dispondrá para cada compuerta de doble fin de carrera para confirmación de estados.

I.C.-12/9

Cada compuerta cortafuegos se suministrará con su correspondiente ficha técnica e incorporará una placa adhesiva de material indeleble, indicando, al menos, resistencia al fuego, tamaño y tipo de control.

2.6.5 CHIMENEAS

Esta será de las homologadas para estas funciones, sobresaliendo como mínimo 1m sobre la cubierta, rematada con caperuza cilíndrica dejando una sección útil superior en dos veces a la de la propia chimenea, la cual será suficiente y según Normas, para la capacidad de la caldera.

Toda ella estará acabada en acero inoxidable, y en la parte inferior se preverán las líneas de drenaje de condensados.

En cuanto a los humos, el límite máximo de partículas sólidas, la concentración de compuestos de azufre y de anhídrido carbónico, cumplirán lo reglamentado al respecto.

El agua circulante a través de la caldera entrará a 65°C y saldrá a 80°C, temperatura que se tomarán como nominales de referencia.

Todo el conjunto vendrá preparado para realizar las oportunas conexiones, incluso accesorios, debiendo realizarse el montaje de forma que, además de cumplirse la normativa en cuanto a distancias mínimas con otras partes de la instalación y local, quede todo accesible y registrable y tanto durante su uso como para mantenimiento y reparaciones.

2.7 EQUIPOS

0.

2.7.1 CALDERA DE AGUA CALIENTE

De forma específica, cumplirá todo cuanto se indica en la Norma ITE-02.6.1, 02.6.2, 02.11.3 y 4, y todas las demás que, estando en vigor, afecten en cuanto a características, funcionalidad e instalación.

Será monobloque, de chapa de acero con acabado exterior esmaltado y resistente a la temperatura, calorifugada siendo el aislamiento térmico de materiales imputrescible, resistente a los productos habituales en este tipo de Instalaciones y no envejecible.

Los quemadores serán del tipo atmosférico.

El rendimiento térmico, parcial y global será superior al 83 %.

Dispondrá del cuadro adecuado, para indicar y manejar todas las funciones, tanto de caldera como de quemador, así como manómetros, hidrómetro y termómetros preceptivos, en lugar visible. En dicho cuadro se dispondrán también, contactos libres de potencial, normalmente abiertos, de las principales maniobras, para su utilización para control y supervisión remotos.

Todo el cableado y cuantos dispositivos, existan, soportaran sin ningún daño las temperatura a que puedan estar sometidos.

Vendrá preparada con la salida de tubulares, para la conexión a las diferentes tuberías y accesorios: entrada y salida de agua, vaciado, purga, seguridad o expansión, manómetros, termómetros, hidrómetros, presostatos, termostatos, etc.

2.7.1.1 QUEMADOR DE GAS

De forma general, cumplirá todo cuanto se indica en la Norma RITE y cuantas estén en vigor y afecten a sus características, funcionalidad e instalación y en particular las normas UNE 60601.

Será adecuado para quemar gas natural, en cámaras de combustión atmosférica.

El funcionamiento será silencioso, las llamas de distintas toberas, cuando existan varias, serán uniformes y no se depositaran partículas de materiales carbónicos en ninguna de las partes del quemador ni en la cámara de combustión.

En cuanto a la regulación de aire, será automática para cada escalón y tal que la combustión sea total.

Dispondrá de los elementos de seguridad preceptivos, además de los reflejados y señalados en los distintos documentos que conforman este Proyecto .

El quemador estará incorporado rígidamente sobre una base incombustible (caldera), sin que los tubos conectados a él estén sometidos a tensión alguna y de forma que sea fácil su desmontaje para limpieza

e inspección.

2.7.1.2 LÍNEA DE GAS

Para la regulación y control de la aportación de gas a este tipo de quemadores, se instalara la línea de gas correspondiente, en todo cumpliendo las medidas de seguridad preceptivas y las Normas y homologaciones que sean exigibles, tanto para el conjunto como para cada componente. Pueden utilizarse como referencia para ensayos las DIN-4756 Y 4788 o sus equivalentes UNE.

Comprenderá lo siguiente:

- Línea de regulación, con los siguientes componentes:
 - Llave de cierre rápido, de $\frac{1}{4}$ de giro, de corte de gas al quemador.
 - Manómetro con llave pulsador, para información de la presión disponible en la línea.
 - Filtro de cestilla, para evitar paso de impurezas.
 - Válvula reguladora de presión, para estabilizar y mantener constante la presión de alimentación al quemador.
- Línea de mando, adecuado al tipo de quemador, según el numero de llamas y según sean progresivas o modulantes, con los elementos siguientes y en el mismo Orden:
 - Electroválvula de seguridad de apertura y cierre rápido, cerrara sin tensión, como complemento del sistema de cierre de la válvula de regulación de paso de gas.
 - Presostato de mínima de gas, para garantía de presión mínima en el quemador, cortando alimentación eléctrica a este y a las electroválvulas de seguridad y de regulación.
 - Electroválvulas de regulación de paso de gas al quemador, para una o dos llamas, la primera funcionando con dos etapas al abrir (apertura parcial con variación de caudal de 0 a 40% y tras la temporización conveniente, mediante retardador hidráulico, apertura lenta hasta 100% del caudal), cierre rápido y cerrada sin tensión y la segunda de apertura y cierre rápido, también cerrada a falta de tensión.
 - Rampa de conexión entre quemador y electroválvulas de regulación, consistente en el tramo de tubería adecuado para este acoplamiento.
- Equipo de control de fugas, consistente en:
 - Electroválvula de escape atmosférico de $\frac{1}{2}$ ", abierta en caso de falta de tensión, conectada entre la válvula de seguridad y la de regulación.
 - Visor de fugas, consiste en un vaso hermético, transparente, lleno de glicerina, donde conectar la salida de la electroválvula anterior al tubo sumergido en la glicerina, llevandola de escape al exterior del edificio, para su descarga a la atmósfera. El escape de gas es visible por barboteo en la glicerina.

Todos estos elementos estarán correctamente instalados, revisándose exhaustivamente las conexiones, aprietes y estanqueidad.

NOTA:

LA INSTALACION DE GAS NO ES OBJETO DE ESTE PROYECTO

2.7.2 BOMBA EN LINEA

Sus características principales serán las siguientes:

- Bomba aceleradora monocelular, de baja presión con motor eléctrico trifásico IP-54, para 380 V y 50 Hz.
 - Su caudal y la altura manométrica de impulsión se indicará en otros documentos de este proyecto.
 - Se utilizarán los sistemas elásticos que sean precisos para no transmitir vibraciones a los puntos de anclaje. Deberá justificarse y presentarse a la D.T.
 - Su construcción será del tipo monobloque, con el motor, cierre mecánico y rodete formando una unidad compacta libre de vibraciones.
 - El cuerpo de bomba será de hierro fundido GG-25, en espiral del tipo "en línea", con tomas de presión en la aspiración y la impulsión.
 - El rodete será de fundición GG-20 (plástico) y como variante en bronce.
 - El cierre hidráulico será mecánico, de carbón/cerámica.
 - El eje de bomba será de acero al cromo, siendo su régimen de giro según se indique en otros documentos de este proyecto.
 - En cualquier caso, los elementos móviles o sometidos a fricción, serán de material apropiado para impedir la corrosión y oxidación, de manera que no se pueda producir el bloqueo.
 - Las conexiones serán mediante bridas normalizadas DIN 2533.
 - Las curvas características presión/caudal, deben ser sensiblemente iguales en todas las bombas de prestaciones equivalentes, máxime si están montadas en paralelo.
 - La situación de las bombas, deberá resolverse de forma que siempre estén en carga, para impedir cavitaciones por descebamiento.
 - En las tubuladuras de impulsión y retorno, y de acuerdo con esquemas y planos, se montarán válvulas de seccionamiento que permitan, en caso de avería, el desmontaje de la bomba, y así no perjudicar la continuidad del funcionamiento de la instalación.
 - Además, se dispondrá en la impulsión una válvula de retención, que impedirá el retorno de agua hacia la bomba, en situación de paro.
 - Para el control de la presión, se instalarán manómetros, en la descarga de la bomba, pero teniendo la precaución de alejarlos para evitar los flujos turbulentos. Estos manómetros serán de esfera, en glicerina, $\varnothing 80$ mm, con la precisión y escalado adecuados al régimen de presiones a controlar.
-

2.7.3 DEPOSITOS DE EXPANSION CERRADOS DE MEMBRANA (I.C. 08)

A) GENERAL

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en marcha de los depósitos de expansión cerrados de membrana de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto.

Todo depósito de expansión incorporará una placa reglamentaria timbrada por la delegación de Industria con los siguientes datos:

- Nombre y domicilio de la empresa Fabricante.
- Modelo, tipo y número de fabricación o de serie.
- Presión máxima de trabajo y presión de prueba en bar.
- Capacidad máxima de acumulación en litros.

B) DEPOSITOS SIN COMPRESOR

La misión de estos vasos en las instalaciones de climatización es la de absorber las dilataciones / contracciones del agua de la instalación al variar la temperatura. Esto se consigue mediante una cámara de gas (aire o nitrógeno) separada del agua de la instalación por una membrana resistente a la temperatura que será del tipo recambiable.

El cuerpo exterior del depósito será de acero timbrado resistente a la corrosión mediante tratamiento antioxidante y pintura de acabado apropiada.

El depósito estará dividido en su interior en dos cámaras herméticas entre sí por una membrana de dilatación resistente a la temperatura. Incorporarán "racor de conexión de agua" y "válvula de carga de seguridad de nitrógeno o aire".

En el caso de que estos equipos no estuvieran protegidos por la válvula de seguridad de la instalación, sería preciso suministrar válvula de seguridad. Queda, por tanto, incluido el suministro de esta válvula y su conducción al sumidero más próximo.

La presión de trabajo debe ser tal que garantice que ningún punto de la instalación tenga una presión inferior a 5 M.C.A. y que la presión máxima de trabajo (a la temperatura máxima) sea ligeramente inferior a la presión de tarado de la válvula de seguridad.

El instalador deberá facilitar la siguiente información respecto al vaso y la instalación:

VASO

- Suministrador:
 - Modelo:
 - Tipo de membrana: Según DIN 4807 (recambiable).
-

- Temperatura máxima de trabajo: 120 °C.
 - Presión máxima de trabajo: 3 bar.
 - Presión de llenado: bar.
 - Diámetro del vaso: mm.
 - Altura del vaso: mm.
 - Conexión de agua: O.
-

- Peso en vacío: Kg.

INSTALACION

- Contenido de agua de la instalación: L.
- Temperatura máxima de ida: °C.
- Presión inicial (altura estática): M.C.A.
- Presión final (presión máxima de la instalación): bar.
- Presión válvula de seguridad: bar.

C) DEPOSITOS CON COMPRESOR

La misión de estos vasos en las instalaciones de climatización es la de absorber las dilataciones / contracciones del agua de la instalación al variar la temperatura y mantener la presión de trabajo constante. En la fase de dilatación, el colchón de aire existente entre membrana y depósito se va purgando de forma que no se produzca un aumento de presión por el calentamiento de la instalación. En la fase de contracción el compresor inyecta aire entre la membrana y depósito evitando la caída de presión originada por el enfriamiento de la instalación.

El depósito básico es un depósito de presión con membrana recambiable, orificio de inspección, conexión de agua embreada y válvula de seguridad en el lado de aire.

En el caso de que estos equipos no estuvieran protegidos por la válvula de seguridad de la instalación, sería preciso suministrar válvula de seguridad. Queda, por tanto, incluido el suministro de esta válvula y su conducción al sumidero más próximo.

La unidad de alimentación con sistema de control y compresor irán montados en el mismo depósito. Esta unidad se compondrá básicamente del compresor, motor 220 / 380 V., electroválvula, interruptor de presión, relé electrónico y conexiones. Queda incluido este equipamiento y montaje eléctrico en su totalidad, como parte del suministro del Instalador.

La indicación del contenido de agua podrá ser mecánica (visual) o electrónica caso de llevar microprocesador (lectura digital permanente en % e indicación de presión de trabajo en bar), según se especifique en los Documentos de Proyecto.

Existirá la posibilidad de conectar en paralelo en el lado de aire y de agua al vaso principal un vaso auxiliar en batería. El control y la alimentación se realizarán siempre desde el vaso principal. El vaso auxiliar en cuanto a diseño es igual al vaso principal no incluye unidad de alimentación ni sistema de control.

La presión de trabajo deberá ser tal que se eviten fenómenos de cavitación en la instalación y será inferior a la presión de tarado de la válvula de seguridad.

El instalador deberá facilitar la siguiente información respecto al vaso, compresor y la instalación: VASO

- Suministrador:
 - Modelo:
 - Tipo de membrana: Según DIN 4807 (recambiable).
 - Volumen total: L.
 - Volumen útil: L.
 - Temperatura máxima de trabajo: 120 °C.
-

- Presión máxima de trabajo: 6 bar.
- Diámetro del vaso: mm.

- Altura del vaso: mm.
- Peso en vacío: Kg.
- Peso máximo en funcionamiento: Kg.
- Conexión de agua: O.

Si el depósito está formado por dos vasos (vaso principal y vaso auxiliar) se deberán suministrar también estos datos para el vaso auxiliar.

COMPRESOR

- Modelo:
- Motor: 220 / 380 V.
- Potencia del motor: kW.
- R.P.M.: 1.450.
- Protección: IP 54.
- Peso: Kg.

INSTALACION

- Potencia total de la instalación: kW.
- Contenido de agua de la instalación: L.
- Temperatura máxima de ida: °C.
- Presión inicial (altura estática): M.C.A.
- Presión de trabajo: bar.

Presión válvula de seguridad: bar.

2.7.4 ENFRIADORA DE AGUA DE CONDENSACIÓN POR AIRE

(I.C.27)

A) GENERAL

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las enfriadoras de agua de tipo alternativo de condensación por aire, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto. Dentro del concepto de montaje, se incluye la maquinaria de elevación y en general, cualquier equipo mecánico que se precise para situar las unidades en su ubicación definitiva en el edificio.

Cada unidad formará un conjunto completo y por tanto preparado para su funcionamiento con total autonomía, necesitando únicamente la conexión eléctrica y la conexión hidráulica para el suministro de agua refrigerada. Se suministrarán completamente cargadas de fábrica con el refrigerante previsto en los Documentos de Proyecto, cumpliendo la normativa vigente en cuanto a refrigerantes.

Las unidades se suministrarán probadas y reguladas en fábrica y su puesta en marcha se realizará conjuntamente con el Fabricante de las mismas. Las pruebas se realizarán a plena satisfacción de la Dirección de Obra y según lo indicado en el apartado correspondiente a pruebas del presente pliego de condiciones.

Cada unidad llevará en lugar visible y de forma clara e indeleble la placa de identificación según IT.IC.11.1.1., así como dossier adjunto con la Documentación plastificada indicada en IT.IC.11.1.2. e IT.IC.11.4.5. Todo ello en castellano y con el sistema internacional de medidas. En su construcción, montaje y puesta en marcha deberá cumplir la normativa vigente, especialmente el Reglamento de Seguridad para

plantas e instalaciones frigoríficas (MI.IF.) y el de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria (IT.IC.).

La carcasa de la unidad será metálica, aislada y estanca, con tratamiento de intemperie. El conjunto estará nivelado y asentado sobre bancada flotante, con apoyos antivibratorios bancada - unidad, independientemente de los amortiguadores propios internos de compresores y ventiladores. El Instalador deberá poner especial cuidado en respetar los espacios mínimos de servicio alrededor de la máquina, según lo recomendado por el fabricante de la misma. Especial atención habrá de considerarse en la construcción para que los niveles sonoros y de vibración no rebasen la reglamentación existente del área, fundamentalmente la Ordenanza Municipal correspondiente, requisito éste imprescindible para la recepción provisional y definitiva de las máquinas.

Quedan incluidas, durante el año de garantía, cuatro inspecciones y revisiones del equipo, por parte del servicio oficial del fabricante, informando en cada una de ellas por escrito, a la PROPIEDAD y Dirección de Obra, sobre el estado de conservación y uso del equipo. Estas inspecciones quedan incluidas en el alcance de los trabajos del Instalador, salvo indicación contraria en su Oferta.

B) COMPRESOR

Cada compresor será de tipo alternativo, semihermético, con lubricación forzada mediante bomba de aceite reversible, válvula de seguridad interna, calentador de cárter y protección por termistores. La carcasa será de hierro fundido e incluirá una mirilla indicadora del nivel de aceite, así como una carga completa de aceite. Incorporará pistones de precisión con dos anillos para reducir al mínimo las pérdidas de gas y aceite. Se suministrarán con protecciones incorporadas contra exceso de corriente, carga y temperatura. El motor podrá tolerar amplias fluctuaciones en el voltaje (350 - 450 V.) sin sufrir deterioro.

C) EVAPORADOR

Será del tipo carcasa y tubos y estará provisto para expansión seca del refrigerante en un haz de tubos de cobre sin costura, provistos de aletas internas para lograr un alto rendimiento en el intercambio térmico. Será fácilmente extraíble para su mantenimiento y limpieza para lo que dispondrá de cabezales desmontables. La carcasa exterior irá aislada con un mínimo de 19 mm. de aislamiento conformado flexible, homologado, que constituirá además una barrera de vapor.

La unidad dispondrá de los circuitos de refrigerante independientes que se indiquen en los Documentos de Proyecto, con un mínimo de dos. Cada circuito irá provisto de los controles necesarios; incluirá silenciador de gas caliente, filtro secador, indicador de humedad y válvula de servicio de la línea de líquido. Cada circuito dispondrá de una válvula de expansión electrónica de alta precisión, adecuada para mantener el sobrecalentamiento preciso del refrigerante que entra en los cilindros de los compresores.

D) CONDENSADOR Y VENTILADOR

El condensador estará formado por una batería de intercambio refrigerante - aire, construida en tubos de cobre y aletas de aluminio, en íntimo contacto conseguido por procedimientos mecánicos.

El intercambio estará forzado por ventiladores de tipo axial de transmisión directa y bajo nivel sonoro, protegidos por rejillas protectoras de acero. El extremo saliente del eje de cada motor irá protegido para intemperie con sellante adecuado. Los motores se suministrarán con protección incorporada contra exceso de corriente y carga.

Si la unidad estuviera prevista para funcionamiento con temperaturas exteriores inferiores a 15 °C, llevará un sistema de regulación de caudal de aire sobre el condensador, actuando automáticamente y

proporcionalmente a la presión del gas en el condensador.

E) CUADRO ELECTRICO Y REGULACION

Se suministrará como parte integral del conjunto, con protección intemperie, comprendiendo todo el aparellaje eléctrico necesario para su protección y control. La unidad se suministrará para arranque de tipo estrella - triángulo, devanado partido o el recomendado por el Fabricante. El esquema eléctrico permitirá la interconexión de elementos exteriores para enclavamientos y recogida y transmisión de señales previstas desde el equipo central de control, según se indique en los Documentos de Proyecto.

Los indicadores mecánicos del panel de control estarán protegidos por tapa de metacrilato o material transparente similar, estanco, de forma que sea perfectamente accesible su inspección sin necesidad de ninguna apertura de registro.

La regulación de la potencia frigorífica será electrónica con el escalonamiento previsto en el Proyecto cumpliendo, en todo caso, los mínimos indicados en IT.IC.04.2.4.

El sistema de control será por microprocesador incorporado en la unidad y se basará en activar y desactivar cíclicamente los compresores y los descargadores de éstos para mantener el punto de consigna de temperatura de salida del agua seleccionado. Situará automáticamente la válvula de expansión electrónica en la posición necesaria para mantener el sobrecalentamiento prescrito del refrigerante que entra en los cilindros de los compresores. Además, activará y desactivará los ventiladores del condensador para mantener en cada circuito una presión de condensación adecuada. Los dispositivos de seguridad se supervisarán continuamente para hacer que la unidad opere bajo condiciones seguras.

El sistema de control constará básicamente de módulo procesador, módulo de relé de baja tensión, válvulas de expansión electrónica, módulo controlador de válvulas, un módulo de teclado y pantalla así como de los transductores y termistores necesarios para suministrar las entradas analógicas al microprocesador.

F) ACCESORIOS

Además de lo indicado en los Documentos de Proyecto, se consideran accesorios mínimos incluidos en el equipo y, por tanto, incluidos como parte del suministro del Instalador, salvo indicación contraria en su Oferta, los que se indican a continuación.

- Módulo de teclados y pantalla de cristal líquido.
- Válvulas de seguridad.
- Presostatos de máxima y mínima.
- Termostatos de mínima y de regulación.
- Presostato diferencial de aceite.
- Termómetros de esfera en entrada y salida agua del enfriador.
- Manómetros de presión de condensación, presión de evaporación y presión de aceite por cada compresor (circuito).
- Manómetros en entrada y salida agua del enfriador.
- Visor de nivel de refrigerante y aceite.
- Termostato, resistencia y termómetro en el circuito de aceite.

Bancada metálica y antivibradores.

2.7.5 MAQUINA DE TRATAMIENTO DE AIRE. AUTONOMA SPLIT

La construcción será mediante perfiles de acero electrosoldado, cierre mediante paneles de tipo puerta, en chapa de acero con aislamiento térmico
acústico interior y acabado de pintura secada al horno.

El aire saldrá a través de una rejilla superior de la unidad.

El retorno será libre hasta las rejillas inferiores de las propias unidades.

El aire de ventilación se tomará del exterior por cubierta, en proporción aproximada del 5% del caudal total de impulsión, previéndose control de sobrepresión, y filtraje del 96% A.F.I.

Los ventiladores serán centrífugos y de funcionamiento silencioso.

Los compresores serán de tipo hermético, montados sobre elementos elásticos.

El sistema de evaporación será directa, con baterías de tubos de cobre y aletas de aluminio o cobre, capaces de soportar 23 kg/cm² de presión.

La condensación será por aire, previéndose los condensadores a la intemperie, por lo que estarán convenientemente tratados, incluso bancada, soportes y demás elementos, a fin de evitar cualquier posible oxidación.

En el caso de estar los compresores en el mismo conjunto que los condensadores, estarán éstos y cuantos elementos, accesorios se instalen con ellos, tapados y protegidos de las incidencias climatológicas, así como de la oxidación.

Se tendrá en cuenta que el desarrollo de tubería, desde las unidades climatizadoras, en el interior, hasta los condensadores, será de aproximadamente 10 m, y que deberán salvarse 5 m de altura geométrica, por lo que se estudiará expresamente la situación de los compresores y el dimensionamiento de las conducciones. Las tuberías estarán aisladas con coquilla cerrada de espuma elastomérica de espesor 15 mm que se recubrirá con chapa de aluminio bruñido, de espesor 0,6 mm. La salida a cubierta se realizará mediante un pasatubos de diámetro suficiente, con forma de cuello de cisne.

Las propias unidades tendrán bandejas de recogida de líquidos, disponiéndose de los oportunos sifones y conexionándose éstos hasta los desagües que se situarán en las proximidades.

Habrà una acometida eléctrica, desde donde el instalador de Aire Acondicionado hará todas sus conexiones.

Todos los equipos dispondrán de las adecuadas protecciones eléctricas, y el mando será tal que, en caso de corte de corriente, no será necesario el rearmado y puesta en marcha manual, al retornar aquella.

El control y maniobra eléctricos, se harán desde las propias unidades, estando la acometida eléctrica en el cuadro general del recinto.

2.7.6 UNIDAD CLIMATIZADORA DE AIRE

Las unidades climatizadoras de aire cumplen las funciones de acondicionamiento del aire interior de diferentes espacios. Pueden realizar todas o algunas de las siguientes funciones: filtraje, calentamiento, enfriamiento, recuperación de calor, humectación, deshumectación y renovación del aire.

La presente especificación también se aplica a unidades ventiladoras y extractores de aire, que sean con ventiladores del tipo centrífugo, en las partes que les correspondan.

A efectos de esta especificación, se distinguen los climatizadores/ventiladores en tres grupos:

- Pequeños climatizadores: de 280 a 1.000 l/s (1.000 - 3.600 m³/h)
- Climatizadores medianos: de 1.000 a 5.000 l/s (3.600 - 18.000 m³/h)
- Grandes climatizadores: más de 5.000 l/s (más de 18.000 m³/h)

Los climatizadores estarán formados por la unión de diferentes secciones, todas de la misma sección transversal, contruidos con panel sandwich de chapa de acero galvanizada, como se describe a continuación.

A. ENVOLVENTE DEL CLIMATIZADOR

Las secciones del climatizador se formarán a partir de paneles sandwich que se irán fijando aun bastidor:

a) Bastidor:

Formado por perfiles de chapa de acero galvanizada o de aluminio, de 2 mm de espesor. Las cantoneras de los perfiles serán de fundición de aluminio. La geometría de los perfiles será tal que no existirán puentes térmicos para que no haya condensaciones en el exterior de los mismos.

b) Paneles:

Paneles tipo sandwich con la siguiente composición:

- Exterior: Chapa de acero galvanizada y pintada de color a especificar por la Dirección Facultativa.
 - Espesor: Clim. peq. y med.: 1,0 mm
Clim. grandes: 1,5 mm
 - Aislamiento: Manta de fibra de vidrio de alta densidad, de los siguientes espesores:

- Para interior: Clim. peq. y med.: 25 mm

- Clim. grandes: 40 mm
 - Para intemperie:
 - Clim. peq. y med.: 50 mm
 - Clim. grandes: 60 mm

El material del aislamiento de los climatizadores debe ser de clasificación al fuego M0 (No Combustible). No se aceptarán por lo tanto, aislamientos del tipo de espumas de poliuretano inyectadas.

- Interior: Chapa de acero galvanizada lisa, con los siguientes espesores:
 - Suelo (pisable): 1,5 mm
 - Paredes y techo: 0,8 mm

c) Ejecución para intemperie:

Los climatizadores para ser instalados en intemperie deberán estar contruidos con consideraciones especiales respecto a las inclemencias climatológicas: espesores de aislamiento, posibilidad de heladas, caída de rayos, protección para la radiación solar directa o la lluvia. En particular, el diseño del climatizador debe impedir la entrada y acumulación de agua de lluvia en la unidad. Para ello, los climatizadores de intemperie adoptarán las siguientes configuraciones:

- Clim. pequeños: Cubiertos con una lámina plástica continua y sin juntas, o con lámina asfáltica protegida por chapa galvanizada o de aluminio, de 0,8 mm de espesor.
- Clim. med. y gra.: Los paneles de techo de las diferentes secciones serán en tejadillo a dos aguas con paneles tipo sandwich de igual construcción a los del resto del climatizador.

d) Coeficientes de transmisión y atenuación:

Los paneles cumplen una doble función de aislamiento térmico y acústico de la unidad. Los valores máximos del coeficiente de transmisión térmica (K, en W/m²K) y mínimos del coeficientes de atenuación acústica (A, en dBA) serán los siguientes:

		Aislam.	K	A
- Para interior:	Clim. peq. y med.:	25 mm	1,1	22
	Clim. grandes:	40 mm	0,7	26
- Para intemperie:	Clim. peq. y med.:	50 mm	0,6	29
	Clim. grandes:	60 mm	0,5	31

e) Resistencia mecánica:

Los suelos de las unidades serán pisables, y los paneles serán en general rígidos y no deformables. Las presiones mínimas (positivas o negativas) que deben soportar los paneles sin deformarse serán:

- Clim. peq. y med.: 1.200 Pa
- Clim. grandes: 1.800 Pa

f) Estanqueidad:

Los paneles se fijarán al bastidor firmemente atornillados, con juntas de goma entre paneles y bastidor para garantizar la estanqueidad. Las pérdidas (fugas) o entradas de aire por los paneles del climatizador no deben superar el 3 % del caudal de aire movido por el climatizador.

B. ACCESOS AL INTERIOR DEL CLIMATIZADOR

Los paneles de la unidad deberán incorporar sistemas de acceso para realizar operaciones de verificación y mantenimiento en el interior de los climatizadores. Los accesos mínimos obligatorios serán:

- Ventiladores: cambio correas y motor
- Filtros: cambio filtros
- Baterías: limpieza, peinado, bandeja condensados
- Humectadores: limpieza, cubetas
- Recuperadores: limpieza, peinado, bandeja condensados

La dimensión de los accesos será tal que permita realizar fácilmente las operaciones anteriormente descritas. En el caso de los climatizadores grandes, permitirá el acceso de personal al interior de la unidad.

Para climatizadores pequeños, los accesos se realizarán con paneles extraíbles en su totalidad, con cierres de tipo rápido, sin herramientas, con junta de estanqueidad.

Para climatizadores medianos y grandes, se dispondrán puertas con bisagras y cierres tipo rápido, sin herramientas ni cerraduras, con cierre accionable también desde el interior (para evitar quedarse encerrado).

En los climatizadores grandes se practicarán mirillas de inspección en accesos, con cristal transparente de seguridad, de 10 mm de espesor. La mirilla será circular, de diámetro mínimo 25 cm.

En los climatizadores grandes se instalará luz interior en las zonas de acceso, accionable desde un solo interruptor para todo el climatizador, situado en un panel lateral del mismo

(lado de accesos). Los apliques se fijarán a paredes interiores de los paneles, serán estancos, IP 65, en fundición de aluminio, lámpara incandescente de 60 W a 220 V. La instalación eléctrica asociada a esta iluminación será estanca.

C. PLACA DE CARACTERÍSTICAS DE LA UNIDAD

La unidad deberá incorporar en lugar bien visible una placa metálica de características, remachada al climatizador y con las características grabadas de forma indeleble en la misma. Los datos mínimos que deben figurar son:

- Marca, modelo y número de serie del climatizador
- Fecha de fabricación
- Caudal de aire ventilador/es
- Potencia eléctrica motor/es ventilador/es
- Presión disponible ventilador/es
- Potencia térmica batería/s

D. VENTILADOR (IMPULSIÓN - RETORNO)

- A. Ventilador: Centrífugo, doble aspiración, equilibrado dinámica y estáticamente, con palas de acción (hasta 800 Pa de P_{total}) o de reacción (a partir de 800 Pa de P_{total}). Ha de permitir la medida de sus reducciones con un tacómetro.

El ventilador se seleccionará siguiendo los criterios de: máximo rendimiento (al menos un 70 %), mínimo nivel sonoro y mínimo coste; y por este orden.

- B. Correas: Conexión del ventilador al motor con poleas acanaladas y correas trapezoidales, dimensionadas para un 130 % de la potencia del motor. No se admite el acoplamiento directo motor-ventilador. El conjunto de correas-poleas será ajustable para variar el caudal ventilador en un ± 10 %. Todas las correas incorporarán un cubre-correas de protección, con malla metálica.

Para medianos y grandes climatizadores, se instalarán un mínimo de 2 correas para cada ventilador, y de modo que cada una de ellas sea capaz de transmitir el 100 % de la potencia.

- C. Motor: Con arranque directo hasta 5,5 kW y estrella-triángulo para potencias superiores. Velocidad de giro: 1.450 r.p.m. Motor trifásico, índice protección IP 54. Para los pequeños climatizadores, el motor podrá ser monofásico. Fijado a la bancada común motor-ventilador mediante una placa soporte regulable para regular la altura y distancia respecto al ventilador.
-

- D. Bancada: Bancada metálica común a motor y ventilador, de chapa galvanizada, apoyasobre amortiguadores de vibración tipo muelle. Para los pequeños climatizadores, los amortiguadores podrán ser del tipo tacos de goma.
- E. Embocadura: La posición de descarga del ventilador puede ser horizontal frontal, vertical ascendente y vertical descendente. La conexión de la embocadura del ventilador a la envolvente se realizará con junta flexible.
- F. V.A.V.: Para los sistemas de Volumen de Aire Variable, se emplearán variadores electrónicos de frecuencia, mandados por señal analógica de 0 - 10 V. Además, el variador limitará la corriente de arranque del motor a un 120 % de la nominal. El variador tendrá protección térmica incorporada.
- G. Distancias: La cámara del ventilador deberá dimensionarse de modo que el ventilador mantenga las siguientes distancias mínimas con otros elementos:
- En la aspiración del ventilador, 30 cm para climatizadores pequeños y medianos y 60 cm para grandes climatizadores.
 - En los laterales del ventilador se mantendrá una distancia mínima igual a $\frac{3}{4}$ del diámetro de los oídos del ventilador, con un mínimo de 30 cm.
 - En la descarga del ventilador se mantendrá una abertura máxima de 45° entre la boca del ventilador y el elemento aguas abajo del climatizador, con un mínimo de 60 cm para pequeños climatizadores y 120 cm para climatizadores medianos y grandes. En estos últimos, además, se instalará un elemento deflector en la boca del ventilador para repartir y abrir la descarga de aire.

E. COMPUERTAS

La sección de compuertas sirve para regular la cantidad de aspiración, descarga y mezcla de aire. Las compuertas se construirán con lamas de chapa de acero galvanizada, de accionamiento opuesto, con perfil aerodinámico, cojinetes plásticos y bielas y accionamientos fuera del flujo del aire.

El accionamiento de las compuertas puede ser manual (para fijar en una posición) o motorizado (para regulación, con actuadores todo-nada o proporcionales). Los actuadores se instalarán en el interior del climatizador, y serán del par adecuado a la resistencia de las compuertas.

En climatizadores de intemperie, las compuertas de toma y descarga de aire se situarán en posición vertical (en los laterales del climatizador) para evitar entrada de agua en caso de lluvia. Para evitar cortocircuitos del aire, se instalarán en lados opuestos del climatizador. Incorporarán malla antipájaros y lamas exteriores con perfil antilluvia.

Las compuertas de aspiración y mezcla deberían estar preferentemente a 90 grados para optimizar el rendimiento de la sección de compuertas, consiguiendo una buena homogeneidad en la mezcla de aire.

Las compuertas deberán poder estar taradas para mantener un mínimo paso de aire. La posición de apertura de las compuertas deberá poder verse desde el exterior con un indicador mecánico.

Cuando haya compuertas de regulación motorizadas, se deben seleccionar para que su característica de control sea lineal. La compuerta de regulación debe producir un incremento de presión equivalente a la diferencia de presión entre las cámaras de descarga y aire exterior, y deberá complementar a la compuerta de toma de aire exterior, para asegurar el caudal de aire constante a través del climatizador.

F. BATERÍAS

En la sección de baterías se produce el atemperamiento del aire, enfriándolo (por agua fría o expansión directa de refrigerante) o calentándolo (por agua caliente o resistencias eléctricas).

a) Enfriamiento por agua:

Bastidor en chapa acero galvanizada. Tubos de cobre y aletas de aluminio, unión por expansión mecánica del cobre. En ejecución especial (ambientes marinos y muy agresivos), las aletas serán de cobre. Colectores de acero galvanizado. La batería incorporará purgador de aire y desagüe, conducido hasta bajante.

En la parte inferior de la batería se instalará una bandeja para recogida de condensados, construida en acero inoxidable, aislada interiormente con lámina asfáltica para evitar condensaciones en el exterior de la bandeja. No se aceptará la utilización de pintura asfáltica como aislante. La bandeja tendrá conexión para desagüe en su parte inferior. En grandes climatizadores, se instalará una bandeja de condensados adicional a media altura de la batería, para evitar el arrastre de condensados por el aire. La conexión de bandeja a desagües se realizará a través de un sifón. Las conexiones serán resistentes a la corrosión. La bandeja tendrá una pendiente mínima del 3 % hacia el desagüe, y la altura mínima del borde será de 5 cm.

La circulación de agua por la batería será a contracorriente respecto al flujo de aire, esto es, el agua entrará a la batería por la parte inferior de la última fila y saldrá por la parte superior de la primera fila.

Para garantizar un mínimo tiempo de contacto del aire con la batería, el número mínimo de filas de la batería será de 4.

- Velocidad máxima de paso de aire por batería: 2,75 m/s
- Presión de prueba: 30 kg/cm²
- Presión de trabajo: 15 kg/cm²
- Velocidad de agua en batería: 1,5 m/s

b) Enfriamiento por expansión directa:

Bastidor en chapa acero galvanizada. Tubos de cobre y aletas de aluminio, unión por expansión mecánica del cobre. En ejecución especial (ambientes marinos y muy agresivos), las aletas serán de cobre. Colectores de cobre.

En la parte inferior de la batería se instalará una bandeja para recogida de condensados, construida en acero inoxidable, aislada interiormente con lámina asfáltica para evitar condensaciones en el exterior de la bandeja. No se aceptará la utilización de pintura asfáltica como aislante. La bandeja tendrá conexión para desagüe en su parte inferior. En grandes climatizadores, se instalará una bandeja de condensados adicional a media altura de la batería, para evitar el arrastre de condensados por el aire. La conexión de bandeja a desagües se realizará a través de un sifón. Las conexiones serán resistentes a la corrosión. La bandeja tendrá una pendiente mínima del 3 % hacia el desagüe, y la altura mínima del borde será de 5 cm.

- Velocidad máxima de paso de aire por batería: 2,75 m/s

c) Calentamiento por agua:

Bastidor en chapa acero galvanizada. Tubos de cobre y aletas de aluminio, unión por expansión mecánica del cobre. En ejecución especial (ambientes marinos y muy agresivos), las aletas serán de cobre. Colectores de acero galvanizado. La batería incorporará purgador de aire y desagüe, conducido hasta bajante.

La circulación de agua por la batería será a contracorriente respecto al flujo de aire, esto es, el agua entrará a la batería por la parte inferior de la última fila, y saldrá por la parte superior de la primera fila.

Para garantizar un mínimo tiempo de contacto del aire con la batería, el número mínimo de filas será de 2.

- Velocidad máxima de paso de aire por batería: 3,5 m/s
 - Presión de prueba: 30 kg/cm²
-

- Presión de trabajo: 15 kg/cm²
- Velocidad de agua en batería: 1,5 m/s

d) Calentamiento por resistencias eléctricas:

Bastidor en chapa acero galvanizada. Resistencias monofásicas bajo tubo de acero y aletas acero galvanizado. Las resistencias estarán escalonadas en etapas, con un máximo de 5 kW por etapa. Esta batería incorporará un termostato de seguridad para limitar temperatura máxima de aire a 40 grados, y un interruptor de caudal para detectar la falta de circulación de aire.

- Velocidad máxima de paso por batería: 3,5 m/s

G. FILTROS

La sección de filtraje estará formada por módulos de dimensiones máximas 600x600 mm. Marco del módulo de acero galvanizado. Fijación al climatizador con sistema rápido (tipoclips) y con junta de estanqueidad para evitar by-pass de aire. El material de los filtros será no inflamable (clasificación M1). Los diferentes tipos de filtros que se pueden especificar son:

a) Prefiltros planos o en V:

Se utilizarán como prefiltros de otros filtros de más rendimiento.

- Material: Fibra de vidrio o sintética (lavable)
- Clase de filtro: EU4
- Rendimiento: 90 % polvo sintético (tamaño medio partículas: 4 µm)
% polvo atmosférico
- Pérdida de carga: 50 - 100 Pa (limpio - sucio)

b) Filtros de bolsas:

Filtros de alta eficacia, con marco frontal y bolsas en V instaladas verticalmente.

- Material: Fibra de vidrio (desechable)
- Clase de filtro: EU7
- Rendimiento: 98 % polvo sintético (tamaño medio partículas: 4 µm)
85 % polvo atmosférico
- Pérdida de carga: 150 - 300 Pa (limpio - sucio)

c) Filtros absolutos:

Filtros para aplicaciones especiales (laboratorios, quirófanos, salas blancas) de muy alta eficacia. Estos filtros se ensayarán individualmente y exhaustivamente para comprobar la calidad de su ejecución y su eficacia.

- Material: Fibra de vidrio con distanciadores de aluminio
- Clase de filtro: --
- Rendimiento: 99,99 % polvo sintético (tamaño medio partículas: 4 μ m)
% polvo atmosférico
- Pérdida de carga: 250 - 600 Pa (limpio - sucio)

Para compensar la gran diferencia de pérdida de carga de estos filtros desde limpios a sucios, se instalará una compuerta de regulación de compensación de presión en serie con estos filtros. Esta compuerta estará motorizada, e irá abriendo proporcionalmente al ensuciamiento de los filtros absolutos.

d) Filtros de carbón activo:

Filtros específicos para la absorción de gases y olores presentes en el aire (SO_x, NO_x, etc.). Formado por gránulos de carbón activado alojados en paneles que se instalan horizontalmente en el filtro.

Uno de los paneles será registrable para realizar el análisis de colmatación del carbón activo en laboratorio, sin parar el sistema de filtrado.

- Material: Carbón activo
- Pérdida de carga: 100 Pa

Se instalarán prefiltros planos para proteger los de carbón activo, y post-filtros planos para captar los posibles gránulos de carbón activo que pudieran ser arrastrados por el aire.

H. HUMECTACIÓN

La sección de humectación permite aumentar la humedad relativa del aire tratado hasta los niveles necesarios según el proyecto. En cualquier caso, precisará alimentación de corriente, toma de agua y desagüe. El humectador debe estar preparado para funcionar correctamente con agua corriente, sin ningún especial tratamiento. Existen dos posibles sistemas:

a) Humectación celular:

El aire pasa por paneles de celulosa saturados de agua, y absorbe parte de este agua en forma de vapor de agua. El sistema se compone de la bomba de circulación de agua, los paneles de celulosa

y la cubeta de recogida de agua.

La bomba de circulación de agua se encuentra sumergida en la cubeta, en la que hay una alimentación de agua a través de una válvula de flotador. La cubeta incorporará un rebosadero y un grifo de vaciado, y estará construida en acero inoxidable y aislada con lámina asfáltica para evitar condensaciones en su parte exterior. La bomba impulsa el agua a los paneles de celulosa higroscópica, que están tratados con sales anti-incrustantes y que quedan saturados de agua. El agua sobrante de los paneles va a parar a la cubeta.

Con este sistema se garantiza un mínimo nivel de humedad, pero el aire se humecta siempre hasta su saturación. La humectación es adiabática, y el aire se enfría al captar humedad. El sistema de control es todo/nada, actuando sobre la bomba.

b) Humectación por vapor:

Es el sistema que se utilizará preferentemente.

En los humectadores de vapor se genera vapor de agua por calentamiento de un depósito de agua por resistencias eléctricas o por circulación de corriente eléctrica. El vapor de agua así generado es inyectado en el climatizador (o el conducto) a través de unas lanzas de inyección de vapor. La dimensión de las lanzas será tal que ocuparán al menos el 75 % de la dimensión horizontal del conducto en el que están instaladas.

La conexión del humectador a la lanza de inyección de vapor se realizará con manguera flexible especial para vapor (hasta 2 m de longitud) o con tubo de acero galvanizado aislado térmicamente, para distancias hasta 5 m. En ambos casos la conexión debe tener pendiente mínima de un 5 % hacia el humectador. Siempre que sea posible, se instalará el humectador por debajo de la lanza de vapor. Si no es posible, deberá preverse una evacuación adicional de agua en la conexión del humectador a la lanza de inyección.

Para garantizar una correcta absorción del vapor de agua en la corriente de aire, la lanza de vapor debe ser instalada en un tramo de climatizador o conducto recto y sin obstáculos, de un mínimo de 1 m (a partir de la posición de la lanza).

Si el humectador se encuentra en intemperie, deberá estar instalado en un armario metálico de protección.

Con este sistema se puede garantizar un nivel de humedad controlado. La humectación es prácticamente isotérmica. El control puede ser modulante del 0 al 100 %, o por etapas.

El sistema de control del humectador debe permitir, al menos, las siguientes señales de entrada:

conexión/desconexión general y nivel de producción de vapor; y las siguientes señales de salida:
humectación y avería general.

I. RECUPERACIÓN DE CALOR

Las secciones de recuperación de calor sirven para aprovechar parte de la energía del aire viciado que se descarga para precalentar o preenfriar el aire fresco de ventilación. Existen tres posibles sistemas:

a) Recuperadores estáticos o de placas:

Envoltorio en acero galvanizado tipo sandwich, como el resto del climatizador. Bloque intercambiador en chapas de aluminio de 0,2 mm de espesor, espaciadas entre 3,0 y 8,0mm. El flujo de aire debe ser cruzado. La velocidad máxima de paso de aire es 3,0 m/s. La presión máxima diferencial entre los dos flujos que debe poder soportar es 1.200 Pa. El rendimiento mínimo debe ser del 50 % del calor sensible disponible.

Opcionalmente, si el intercambiador realiza intercambio latente, deberá incorporar bandeja aislada de recogida de condensados y sifón para desagüe.

El climatizador debe incorporar un sistema para by-pasar el recuperador estático cuando no interese el intercambio de calor (por ejemplo, para realizar free-cooling).

b) Recuperadores rotativos o entálpicos:

Envoltorio en acero galvanizado tipo sandwich, como el resto del climatizador. Rueda intercambiadora formada por chapas de aluminio tipo nido de abeja. El flujo de aire debe ser cruzado. El rendimiento mínimo debe ser del 70 % del calor total disponible.

La rueda intercambiadora gira accionada por un motor eléctrico, de velocidad variable, para controlar la capacidad de intercambio de la rueda.

El intercambiador dispondrá de una bandeja aislada de recogida de condensados y sifón para desagüe, así como una purga de aire en el lado de extracción para minimizar en lo posible la entrada de contaminantes en el aire nuevo.

c) Recuperadores por baterías:

Sistema de recuperación de calor basado en la instalación de una batería de intercambio en cada uno de los flujos de aire, y circulación de agua-glycol entre ambas baterías.

Las baterías de recuperación serán de la misma construcción que las baterías principales de intercambio agua-aire. El circuito hidráulico de conexión de las baterías comprenderá las tuberías

de interconexión (en acero negro estirado aislado), la bomba de circulación, purga

manual, llenado del circuito, grifo de vaciado, válvula de seguridad, vaso de expansión, manómetro, válvulas de corte en baterías y bomba, y válvula de tres vías de regulación.

El control del funcionamiento y capacidad del conjunto se realizará modulando sobre la válvula de tres vías. El rendimiento mínimo debe ser del 60 % del calor total disponible.

En las baterías de recuperación que pueda haber condensados se instalará una bandeja aislada para recogida de los mismos, y sifón para desagüe.

J. SILENCIADORES

El ruido generado por los ventiladores del climatizador y por otros elementos del mismo se transmite de dos modos al exterior:

a) Radiante: Las ondas sonoras son radiadas al exterior a través de la envolvente del climatizador. El ruido radiante se reduce con el aislamiento térmico-acústico de las paredes de la envolvente del climatizador.

b) En conducto: Las ondas sonoras son transportadas en el aire de climatización. Para reducir este ruido, se pueden instalar silenciadores de aire en los climatizadores.

Los silenciadores estarán formados por paneles con marco de chapa de acero galvanizada y rellenos de lana mineral con un velo de fibra de vidrio para impedir el arrastre de partículas (abrasión) y evitar que sea afectado por variaciones de humedad. El material del silenciador será incombustible. El conjunto de paneles formará una sección uniforme con una envolvente de acero galvanizada.

El silenciador puede ir instalado en el conducto, y en este caso irá convenientemente aislado como el resto del conducto. También puede estar alojado en el climatizador, dentro de una sección del mismo.

El nivel de atenuación del silenciador será el indicado en el proyecto, con un mínimo de 30 dBA. La máxima pérdida de carga admisible es de 60 Pa.

K. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Se realizará con cable tipo VV 0,6/1 kV, manguera, continuo desde el cuadro eléctrico hasta el elemento alimentado. La canalización será bajo tubo o bandeja. La conexión final a la unidad se realizará con tubo aislante flexible reforzado (IP67) y racord de conexión.

En climatizadores medianos y grandes, se instalará un interruptor de seccionamiento de seguridad, para cada acometida eléctrica, colocado en el propio climatizador, para realizar operaciones de mantenimiento en el climatizador.

Cuando los climatizadores se instalen en intemperie, se conectarán a la red de protección contra descargas atmosféricas del edificio, a base de cable de cobre de 35 mm² de sección.

L. INSTALACIÓN DE CONTROL

Los diferentes elementos captadores (sondas) y actuadores se instalarán en el climatizador de modo que no provoquen puentes térmicos.

Las sondas de humedad, temperatura y presión deben penetrar en el climatizador al menos un 25 % de la dimensión lateral del mismo, para poder medir valores significativos.

En el caso de un climatizador tipo V.A.V. en el que se instale una sonda de temperatura en la batería de frío y antes de la batería de calor, se deberá espaciar ambas baterías al menos 20 cm, para garantizar que la lectura de temperatura de frío no está afectada por la radiación de la batería de calor.

La instalación de los diferentes elementos se realizará de acuerdo con sus especificaciones. En el caso de climatizadores en intemperie, los elementos deberán estar adecuadamente protegidos.

M. SELECCIÓN Y FABRICACIÓN DEL CLIMATIZADOR

Los ventiladores se seleccionarán para proporcionar el caudal y presión disponible necesaria considerando los filtros sucios al 75 %.

Antes de confirmar el pedido y la construcción de los climatizadores, el Instalador remitirá a la Dirección Facultativa la ficha de características completas del climatizador, para ser revisada y aprobada.

Esta ficha deberá incluir, al menos, los siguientes datos:

- Marca y modelo de ventiladores, curvas de selección, presiones, caudales, nivel sonoro, rendimientos.
 - Cálculo y dimensionamiento de baterías.
 - Características de filtros, silenciadores y demás elementos.
 - Características constructivas y dimensionales: cerramientos, dimensiones, pesos, etc.
 - Tamaño de las conexiones para conductos.
-

- Plazo de fabricación y entrega.

Antes de enviar los climatizadores fabricados a obra, el Instalador informará a la Dirección Facultativa de su disponibilidad, por si la Dirección Facultativa desea probar el rendimiento de los climatizadores en el taller de fabricación.

N. INSTALACIÓN, BANCADA Y APOYOS

Los climatizadores se deberán instalar correctamente en las zonas previstas en proyecto, permitiendo espacio suficiente para acceso y mantenimiento general de la unidad.

El climatizador se instalará sobre una bancada, que podrá ser de hormigón o metálica.

La bancada de inercia de hormigón será la normalmente empleada, tendrá un canto mínimo de 10 cm, y se apoyará elásticamente sobre el forjado, a través de lámina de corcho.

Cuando no pueda emplearse este sistema, se preverán bancadas metálicas formadas por vigas de canto adecuado al peso del climatizador, y con apoyos elásticos (como pastillas de neopreno).

En ambos casos, el climatizador apoyará sobre la bancada a través de amortiguadores metálicos del tipo de muelles.

O. DESAGÜES

Los sifones y desagües se conducirán hasta la red de bajantes del edificio, preferentemente abajantes pluviales, para evitar la posibilidad de desifonajes y malos olores. Se conectarán de modo discontinuo, para que pueda observarse a simple vista si se está produciendo condensados o no. El diámetro de las tuberías de desagües será de 32 mm.

El sifón de desagüe debe llenarse de agua antes de la puesta en marcha de la instalación y después de paradas prolongadas.

P. CONEXIÓN DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS

La conexión de tuberías a las baterías debe hacerse poniendo especial cuidado en no obstaculizar el acceso a otras secciones del climatizador (puertas de acceso).

La conexión de los conductos al climatizador debe realizarse con una conexión flexible para evitar transmitir vibraciones. Esta embocadura flexible debe estar también aislada térmicamente.

Q. PROTECCIÓN CONTRA HELADAS

Si el climatizador está instalado en intemperie y en climas muy fríos, deben tomarse medidas especiales para evitar el riesgo de heladas:

- a) Deberán aislarse térmicamente los sifones de desagüe.
- b) Deberán vaciarse aquellas baterías que tengan un funcionamiento estacional y no se utilicen en invierno. Si esto no es posible, deberá contemplarse la posibilidad de hacer circular el agua de estas baterías cuando hay riesgo de congelación.
- c) Deberán adoptarse medidas para cerrar las tomas de descarga y aire exterior cuando el climatizador esté parado. Si las compuertas de aire exterior están motorizadas, se programarán para estar cerradas cuando el climatizador esté parado. Si son compuertas manuales y fijas, se dispondrán compuertas de sobrepresión adicionales, que cierren cuando no haya paso de aire.
- d) Se instalarán resistencias eléctricas en las cubetas de los humectadores celulares.

2.7.7 FAN-COIL

Su instalación será interior, salvo que explícitamente se indique lo contrario, sobre pared, falsotecho o forjado y, si es necesario, en bancada de perfiles metálicos, a ejecutar por el Instalador.

En este caso, la bancada será suspendida o apoyada según los casos, y entre ésta y la máquina se interpondrán sistemas antivibratorios adecuados, para aislamiento de ruidos y vibraciones.

Si la propia máquina dispone de puntos de anclaje y, siendo el conjunto autoportante, si éstos se consideran suficientes, en el caso de ser montaje suspendido, el sistema diseñado será tal que se dispongan elementos antivibradores que eviten la transmisión de ruidos y vibraciones a la estructura a la que se fije.

Estará construida con perfiles metálicos o chapas plegadas, de forma que la máquina sea autoportante y estarán galvanizados en caliente o bien serán de acero tratado, y pintados con dos manos de pintura al clorocaucho, en color a definir por la D.T.

El conjunto quedará cerrado, con total estanqueidad, preferentemente con paneles de chapa de aluminio, de 2 mm de espesor, o bien de chapa galvanizada, de 0,8 mm de espesor mínimo, acabados con tratamiento y pintura similar al punto anterior.

Estará aislada térmica y acústicamente, con sandwich de chapa perforada y fibra de vidrio, o fibra de vidrio revestida de neopreno rugoso absorbente, interiormente, en su totalidad, de forma que el nivel sonoro máximo de la unidad sea 45 dBA, medido a 1 m.

El motor eléctrico del ventilador será trifásico para potencias absorbidas superiores a 1,5 Kw, IP-23, de marca reconocida.

El ventilador será centrífugo, de alto rendimiento, con alabes aerodinámicos, de baja silueta (construcción longitudinal y diámetro reducido).

El acoplamiento motor-ventilador podrá ser mediante poleas y correas trapeciales o directo eje-eje, según convenga.

Se cuidará el fácil acceso, para revisión y mantenimiento.

La batería de agua será vertical o con ángulo mayor de 45°, asimismo de baja silueta, con tubos de cobre y aletas de aluminio, con el número de filas y separación entre aletas adecuado a las potencias requeridas (calor total y sensible), con factor de by-pass mejorado, probada a 20 Kg/cm².

La velocidad de paso de aire a su través no será mayor de 2,5 m/seg, y la pérdida de carga del agua será inferior a 3,0 m.c.a.

Los filtros de aire serán fácilmente accesibles, limpiables, con eficacia mínima del 60% A.F.I.

Si su instalación es a la vista, el acabado será muy cuidado (terminación y pintura) y, en general, la impulsión y descarga serán libres, al ambiente donde esté instalado.

Si la instalación es oculta, dispondrá en la impulsión, y retorno de los correspondientes marcos, para conexión de conductos, pero siempre intercalando una banda de material elástico entre el fan-coil y el conducto, en evitación de transmisión de ruidos y vibraciones.

2.7.8 VENTILADORES CENTRIFUGOS

I.C.-13/1

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los ventiladores centrífugos de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto.

Estarán formados por cinco elementos principales: envolvente, turbina, oído de aspiración, transmisión y motor.

La envolvente estará construida en chapa de acero galvanizado, reforzada con omegas o angulares si fuese necesario y deberá presentarse exenta de raspaduras o abollamientos. En el caso de que las palas de la turbina sean a reacción, tendrán forma alabeada y perfil de ala de avión. El oído de aspiración estará perfilado, tipo VENTURI, de forma que no se produzcan turbulencias. En el caso de que se especifique con alabes tipo acción, éstos serán de acero galvanizado, se suministrarán perfectamente acabados, sin deformaciones ni forzamientos y totalmente equilibrados estática y dinámicamente.

La transmisión será por medio de poleas acanaladas y correas trapezoidales en número adecuado al servicio y potencia previstos, suministrándose con su debida protección cubrecorreas. El motor eléctrico será trifásico, de marca reconocida de primera calidad y grado de protección mínimo IP-54 con aislamiento F. El motor será de funcionamiento silencioso, adecuado para trabajar a pleno rendimiento a una temperatura de 45°C. El eje será de acero de primera calidad, continuo y apoyado sobre cojinetes de bronce lubricados con grasa, perfectamente equilibrados estática y dinámicamente. La velocidad periférica de la turbina no será superior a 51 m/seg. si pertenece a clase I y a 73 m/seg. si fuera a clase II. El apoyo del ventilador, deberá realizarse por medio de elementos antivibradores de características adecuadas.

IC.-13/2

Cada unidad deberá cumplir ampliamente las características indicadas en el Proyecto, lo que significa que todos sus elementos estarán seleccionados para permitir un incremento y/o decremento de las prestaciones técnicas del equipo, sin necesidad de efectuar modificaciones, excepto en la transmisión. Queda incluido en el alcance de los trabajos del instalador, cualquier tipo de modificación que deba realizarse en la transmisión para cumplir, de forma precisa, con las prestaciones definidas en proyecto. Para ventiladores con disposición en paralelo impulsando y/o aspirando de conducto común, los motores se seleccionarán de

tal forma que se permita el funcionamiento de un solo ventilador sin sobrepasar la intensidad máxima de consumo permitida. Todos los motores se suministrarán con protección térmica adecuada. Todos estos requerimientos

son responsabilidad del instalador y queda entendido que deberán cumplirse, con independencia de que ello se indique expresamente en los Documentos de Proyecto.

Cuando se efectúe el montaje de ventiladores en paralelo, éstos deben cumplir con lo especificado en la norma UNE 100-230-95, especialmente en lo relativo a distancias entre sí, disposición de compuertas barométricas y acoplamiento de conductos. Será responsabilidad del instalador verificar que todo esto ha sido considerado en la selección del ventilador para la coordinación de montajes definitivos en obra y advertir a la Dirección de Obra si existiera cualquier discrepancia o anomalía que pudiera afectar al correcto funcionamiento del sistema.

Si esta unidad estuviese especificada en los documentos de proyecto, con envolvente metálica de protección, ésta estará realizada con chapa metálica galvanizada de 1,5 a 2 mm. de espesor, reforzada con perfiles o no, según los casos, aislada interiormente con dos pulgadas de aislamiento acústico de alta densidad, con acabado interior de chapa perforada, no siendo necesario protección cubrecorreas. El portillón de registro se suministrará, asimismo, aislado y será hermético, abisagrado y con manivela de apertura.

2.7.9 APARATOS DE MEDIDA

I.C.-18/1

Es competencia del Instalador el montaje, suministro y puesta en servicio de los aparatos de medida de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto.

En general, se colocarán todos los aparatos de medida que se requieran para permitir el ajuste, equilibrado y conocimiento, en todo momento, del comportamiento de los distintos sistemas que componen la instalación. Será competencia del instalador y por tanto, queda incluido plenamente en el alcance de su trabajo, el suministro de todo este equipamiento, según se requiera y solicite la Dirección de Obra, con independencia de lo que se solicite, de forma explícita, en los Documentos de Proyecto.

La colocación de los aparatos será tal que refleje realmente la magnitud y el concepto medido, evitando puntos muertos o acciones indirectas o externas que desvirtúen el punto de medición que interesa conocer. El montaje se realizará, salvo que se indique expresamente lo contrario, en posición normal vertical y en un punto tal que se permita siempre una fácil lectura. Los picajes en tubería se ejecutarán de una forma limpia siguiendo los criterios de montaje indicados en el capítulo I.C.-1. Si el parámetro a medir estuviese automáticamente controlado o dispusiese de sonda de medida a distancia, tanto las sondas como el punto de captación del aparato de medida, estarán próximos, de forma que no pueda darse una diferenciación de medida o actuación por ubicación. El montaje del punto de captación será realizado de forma que fácilmente pueda ser desmontado para aplicar otro aparato de medida para su verificación o calibración. Donde ello no fuera posible se dispondrá de toma de captación adyacente para aplicación del correspondiente aparato portátil. La reposición, contraste o calibración de los aparatos podrá realizarse estando los sistemas en activo por lo que el montaje deberá estar previsto con este condicionante. Cuando la medida necesite de elemento transmisor (aceite, glicol, etc.), ésta deberá existir en su total capacidad en el momento de efectuar la recepción provisional.

I.C.-18/2

El posicionamiento de los indicadores deberá ser tal que puedan ser fácilmente legibles por el usuario en las situaciones normales de trabajo o maniobra, debiendo quedar éstos aproximadamente en el punto medio de la escala de medida. Si el punto de su captación no cumpliera este requisito el indicador será del tipo a distancia, quedando incluido en el suministro el montaje completo del conjunto.

La sensibilidad de los aparatos será, en cada caso, la adecuada según la precisión y el parámetro medido. La Dirección de Obra podrá reclamar aquellos aparatos cuya sensibilidad considere no adecuada. En el indicador se marcará preferentemente en azul la medida nominal o la medida normal de funcionamiento y en rojo la máxima admisible. Esta señalización estará normalizada en todos los aparatos de medida de la instalación.

Todos los aparatos de medida que se instalen serán de primera calidad y llevarán marcada, de una manera indeleble, la marca o identificación del fabricante, pudiendo rechazarse todos aquellos aparatos que no cumplan esta condición y/o que no sean de fabricante reconocido de primera calidad, debiendo ser expresamente aprobado el mismo por la Dirección de Obra antes de efectuarse el pedido correspondiente. En cualquier caso, no se admitirá ningún aparato sin marca.

2.7.10 EQUIPO DE CAMPO DEL SISTEMA DE CONTROL

I.C.-19/1

A. GENERAL

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio del equipo de campo y cableado completo del sistema de control, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en los Documentos de Proyecto.

Queda incluido dentro del suministro, esté o no explícitamente indicado en los demás Documentos de Proyecto, todo el cableado necesario para la actuación del control, desde el regleteado dispuesto a tal efecto ya sea en el cuadro eléctrico o en los propios cuadros de control. El cableado irá canalizado en PVC rígido gris, flexible armado o acero según se defina en proyecto o se determine por parte de la Dirección de obra, acorde con el resto de las canalizaciones eléctricas. Asimismo queda incluido el suministro de todos los registros y cajas de derivación necesarias para el correcto montaje del sistema. El dimensionado del cableado será tal que no afecte a la toma de datos y, en ningún caso, inferior a 1,5 mm² de sección. El aislamiento será de 750 V., estando apantallado si la medida o acción así lo requiriera, según requisitos del Fabricante. En cualquier caso el cableado se tenderá protegido en conducción independiente y alejado de cualquier tipo de cableado de potencia, lo exija o no el correspondiente Fabricante y este o no indicado de forma específica en los Documentos de Proyecto.

Quedan incluidos en el suministro del instalador los cuadros de control de cada subsistema que serán de plástico o metálicos, de la dimensión adecuada para el correcto alojamiento de los elementos y sus canalizaciones. El frontis será registrable, estanco y en metacrilato transparente. En señales proporcionales, con variación de tensión, se dispondrá indicador transductor de la medida correspondiente (°C, %HR, etc.). Dentro de cada cuadro y en bolsa de plástico se colocará el esquema de control correspondiente, con indicación de los puntos de consigna.

I.C.-19/2

Quedan incluidos todos los elementos y accesorios tales como relés, potenciómetros, pilotos, interruptores, fusibles, transformadores, etc., que sean necesarios para el buen funcionamiento del sistema, estén o no especificados explícitamente en los documentos de proyecto. Se prestará especial atención al montaje de transformadores que deberá realizarse sobre base de material aislante y alejado de cualquier elemento de control. Cada cuadro de control incorporará su toma de fuerza.

El conexionado de los diferentes terminales en el regleteado del cuadro eléctrico, lo realizará el instalador eléctrico, en presencia del instalador de climatización, siendo responsabilidad de este

último la adecuada conexión, para la consecución de las funciones de

maniobra y enclavamiento. Todo el cableado de control, dentro de los cuadros eléctricos, se tenderá de forma ordenada por vías totalmente independientes a las utilizadas para el cableado de potencia. Todo el cableado y las bornas de conexión, quedarán perfectamente identificadas con idéntica nomenclatura a la indicada en los esquemas de control.

En general todo el montaje y elementos que compongan la instalación de control deberán atenerse a la reglamentación al respecto y en particular a lo indicado en la normativa ITE.04.12.

Será competencia del Instalador de climatización suministrar todos los planos de enclavamiento eléctrico relativos al control, para que el instalador eléctrico los prevea en sus cuadros. Previamente estos planos se someterán a la consideración de la Dirección de Obra.

B. EQUIPO DE CAMPO

I.C.-19/3

Queda incluido dentro de este concepto todo el equipo de control de campo a instalar en el edificio, según figura en los planos y demás Documentos de Proyecto. Todos los dispositivos de control previstos deberán realizar las funciones descritas y trabajar según las secuencias indicadas.

Los reguladores serán del tipo compacto y se suministrarán completamente cableados de fábrica, serán de salidas y entradas que se especifiquen en los Documentos de Proyecto. Se suministrarán con lámparas de indicación para las señales de salida y deberán funcionar correctamente para un 10% de variación de la tensión de línea. Cuando así se indique, vendrán preparados para conexión a bus de comunicación.

Las válvulas de control se suministrarán completas con cuerpo, vástago y actuador. Su coeficiente de estanqueidad será menor de 0,1% del Kv. para válvulas de 2 vías y menor de 0,5% del Kv. para válvulas de 3 vías. Las válvulas de 3 vías de las unidades terminales se suministrarán con bypass incorporado y serán mezcladoras, con un coeficiente de estanqueidad menor del 0,02% del Kv. y un recorrido mayor de 6 mm., para asegurar una proporcionalidad adecuada en su posicionamiento. Todas las válvulas estarán calibradas para soportar con holgura las presiones de servicio, siendo responsabilidad del Instalador comprobar esta condición. En el caso de válvulas a dos vías se prestará especial atención a la presión diferencial de cierre que no será, en ningún caso, inferior a 3 m.c.a. La pérdida de carga en válvula será, aproximadamente 1,5 veces la pérdida de la carga de la correspondiente batería que controla. En cualquier caso, y a solicitud de la Dirección de Obra, el Instalador entregará el correspondiente cálculo de autoridad para el conjunto de la valvulería instalada. El montaje de las válvulas será preferentemente en posición horizontal y siguiendo, en cualquier caso, las recomendaciones del Fabricante al respecto. En el caso de montaje a intemperie queda incluida la protección con casquetes desmontables estancos.

I.C.-19/4

Las sondas de temperatura (aire) se suministrarán completas, con cable de 2,5 m. y clip soporte, y se colocarán, salvo que se indique específicamente lo contrario, en retorno, próximas a cada unidad, en punto de mínima turbulencia y separada de cualquier foco de calor o frío. Cuando el montaje de las sondas se efectúe en ambiente, éstas se suministrarán con carcasa protectora decorativa de color a determinar por la Dirección de Obra. En este caso, queda incluido en el suministro el cableado completo bajotubo entre sonda y regulador con independencia de que ello esté indicado explícitamente en los documentos de proyecto. Si el montaje se efectúa sobre una pared que dé al exterior, se incluirá visera de protección y aislamiento completo de la base de

la sonda, así como de cualquier orificio que permita el paso de aire a temperatura distinta de la ambiente, que pueda desvirtuar la medida. Para su instalación se seguirán, en cualquier caso, las recomendaciones del Fabricante. Las sondas de humedad para ambiente serán del

tipo capacitivo o de película molecular, de alta fiabilidad, con precisión de medida de 3% HR.

Las sondas de temperatura de inmersión (agua) se instalarán según la posición que indique el Fabricante quedando incluido en el suministro la aplicación de la correspondiente pasta transmisora, si ello fuera preciso. El punto de captación de la sonda deberá situarse próximo al eje central de la tubería, asegurándose que no quede instalado en un punto donde pueda haber estanqueidad. El cableado y tubo de acometida a la cabeza de la sonda, tendrá radio suficiente para evitar que el montaje quede tirante.

Los transmisores de presión para aire serán del margen adecuado a la presión a medir, con una precisión igual o mejor que el $\pm 1\%$ del rango. La electrónica será de estado sólido, bajo consumo y protegida contra inversión de la polaridad. Su conexionado será a 2 hilos, incluyendo alimentación y señal universal de 4 a 20 miliamperios. Deberán tener ajustes de cero y span. Su montaje será siempre en los puntos de mínima turbulencia. Los transmisores de presión para fluidos serán del margen adecuado a la presión a medir, con una precisión del 0,25% del fondo de escala. Su montaje será siempre en los puntos de mínima turbulencia. El cableado y tubo de acometida a la cabeza de la sonda, tendrá radio suficiente para evitar que el montaje quede tirante.

I.C.-19/5

Cuando se especifiquen convertidores de medida, éstos serán de primera calidad, siendo su suministro y montaje responsabilidad del suministrador del equipo de control de campo, debiendo coordinar con el instalador eléctrico la disposición de estos equipos de medida dentro de los correspondientes cuadros eléctricos. Los convertidores utilizados para las diferentes medidas (tensión, intensidad, etc.) tendrán un error de linealidad permitido menor del 0,2%.

2.7.11 CUADROS SECUNDARIOS

I.E.-10/1

El Instalador suministrará, montará y pondrá a punto, todos los cuadros secundarios con la situación y elementos indicados en Proyecto, así como todos los accesorios necesarios para el buen funcionamiento y acabado de los mismos.

En estos cuadros se ubicarán dispositivos de mando y protección para cada una de las salidas de distribución y alimentación directa, identificación del circuito al que pertenecen para su fácil manejo y localización, siendo el poder de corte el adecuado a la intensidad de cortocircuito que se pueda prever en ese punto del circuito y en ningún caso inferior a 10 kA. a 50 Hz.

En todos los cuadros figurará marca y modelo o, en su defecto, el nombre del fabricante, así como la fecha de fabricación de los mismos.

Serán de tipo armario, con puerta frontal de amplia apertura, articulada por bisagras interiores y con posibilidad de colocar cerradura, pudiendo ser metálicos, de PVC o mixtos, según se indique en otros Documentos del Proyecto.

Los metálicos serán contruïduos en chapa de acero de 1,5 mm. de espesor, tratada químicamente para eliminar grasas o impurezas y dejarla limpia para aplicar tres manos de pintura al duco, del color a determinar por la Dirección Facultativa. Las bisagras quedarán ocultas, así como toda la tornillería de montaje propio del cuadro, o de los aparatos a montar en él y serán registrables por el frente para la conexión de los interruptores automáticos y diferenciales.

Los embarrados serán verticales, siendo en pletina de cobre, con intensidades de 150 a 250 A., según necesidades. Llevarán regletas para el neutro y la puesta a tierra.

I.E.-10/2

Se cuidará la puesta a tierra del cuadro y, en especial, de la puerta mediante cable flexible otrenza de cobre.

Los de PVC serán contruidos con doble aislamiento, con puerta sujeta con bisagras, ajustable a presión o por tornillos, siendo registrables por el frente para la conexión de interruptores automáticos y diferenciales. Los embarrados serán horizontales, siendo de intensidad suficiente, de acuerdo con las necesidades de servicio y llevarán regleta de conexión de neutro y tierra.

Las bases de los embarrados principales y de neutro estarán hechas de materiales de gran capacidad de aislamiento y una alta resistencia a la absorción de humedad.

Todos los cuadros estarán contruidos por uno o más interruptores diferenciales y pequeños interruptores automáticos, en número igual al de circuitos de la instalación interior. Actuando los diferenciales de cada sectorización, como dispositivos generales de mando de la instalación en cada sector. En el reparto de circuitos monofásicos se prestará especial atención a que las tomas de cada fase queden potencialmente equilibradas.

La colocación de los cuadros se hará en los lugares indicados en los planos del Proyecto y a una altura media de 1,65 m., sobre el pavimento y en lugares fácilmente accesibles y de uso común, cuando sean edificios de oficinas capaces de ser ocupados por uno o varios inquilinos. En el caso de lugares de pública concurrencia, estos cuadros se instalarán en locales o recintos sin acceso directo del público o personas ajenas a la instalación. Según se indique en Proyecto, podrán ser de superficie o empotrables. En cualquier caso, las características de su ubicación definitiva serán a determinar en obra, por la Dirección.

Todas las entradas y salidas de neutros y tomas de tierra se harán mediante bornas o clemas, convenientemente dimensionadas.

I.E.-10/3

Todos los elementos deberán ser perfectamente accesibles, debiendo evitar que la sustitución de cualquier interruptor o cable implique una engorrosa y complicada operación.

Especial atención se prestará a la acometida de las canalizaciones al cuadro, tanto si éste es empotrado, como de superficie. Las canalizaciones deberán estar perfectamente emboquilladas, peinadas y ordenadas en su acometida al cuadro, dotadas de sus correspondientes manguitos y adaptadores. Se deberán tomar las debidas precauciones, tanto en obra, como para su posterior utilización, de forma que no puedan penetrar pegotes de yeso, mortero o elementos similares de construcción en su interior, por lo que las uniones canalización - cuadro deberán ser independientes y estancas. Asimismo, el cableado interior estará perfectamente identificado, peinado y ordenado.

El cableado se realizará mediante conductores cuyas características cumplirán estrictamente con lo indicado en el apartado IE-12 de este Documento.

Los cuadros dispondrán del espacio necesario para alojar todos los elementos de mando y protección, así como espacio de reserva para que, en el caso de una ampliación reducida, ésta pueda instalarse en el cuadro. Estos espacios vendrán normalizados por módulos y los aparatos se fijarán mediante perfil DIN. (Reserva mínima a prever, 1/5 de su capacidad).

El Instalador queda obligado a efectuar con el material completo, por él aportado, la comprobación del

perfecto funcionamiento de todos los elementos que componen dicho cuadro, en presencia de la Dirección Facultativa, sin perjuicio de la petición de comprobación oficial.

Todos los materiales, así como la instalación, cumplirán las normas UNE, el REBT y las instrucciones dadas por la Dirección de la Obra.

I.E.-10/4

En la recepción provisional, con cada cuadro se entregará plano o planos de identificación de circuitos, de forma que cada terminal quede perfectamente identificado con su protección y circuito correspondiente. De estos planos, al igual que el resto que compongan el suministro de información, deberá entregarse el correspondiente vegetal, para los futuros cambios.

2.7.12 CONDUCTORES DE COBRE Y ALUMINIO B.T.

A. TIPOS DE CABLE A UTILIZAR

Los conductores aislados serán del tipo y denominación que se fijan en el Proyecto y para cada caso particular, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta siempre que sus características técnicas se ajusten al tipo exigido. Se ajustarán a las Normas UNE 21.031, 21.022 y 21.123.

Los conductores a utilizar serán, salvo que se especifiquen otros distintos en otros documentos del proyecto, los siguientes:

- Los conductores que constituyen las líneas de alimentación a cuadros eléctricos corresponderán a la designación VV 0,6/1 kV.
- Los conductores de potencia para la alimentación a motores corresponderán a la designación VV 0,6/1 kV.
- Los cables para las líneas de mando y control corresponderán a la designación VV500F.

En las instalaciones en las cuales se especifique que deban colocarse cables no propagadores del incendio y sin emisión de humos ni gases tóxicos y corrosivos (UNE 21031), éstas deberán satisfacer los niveles de seguridad siguientes:

CARACTERISTICAS	NORMAS	VALORES S/NORMA
NO PROP. DE LA LLAMA	UNE-20432.1	PASAR ENSAYO
NO PROP. DEL INCENDIO	IEE-383 UNE-20432.3 UNE-20427.1	PASAR ENSAYO
SIN EMISION DE HALO-GENOS	UNE-21147.1 IEC-754.1 BS-6425.1	DESPRECIABLE
SIN TOXICIDAD	PROY. UNE-21174NF C-20454 RATP K-20 CEI 20-37 p.2	< 5
SIN CORROSIVIDAD	UNE 21147.2 IEC-754.2 NF C-	pH > 4,3 c > 10 S/mm

	20453	
SIN DESPRENDIMIENTO DE HUMOS OPACOS (Transmitancia luminosa)	UNE-21172.1, -1034.1 UNE 21172.2, IEC-	> 60 %

CARACTERISTICAS	NORMAS	VALORES S/NORMA
	1034.2 BS-6724 CEI-20-37 P III NES-711 RATP-K-20 ASTM-E-662-79	

B. SECCIONES MÍNIMAS

Las secciones mínimas utilizadas serán de 1,5 mm² en las líneas de mando y control y de 2,5mm² en las líneas de potencia.

C. COLORES

Los colores de los conductores aislados estarán de acuerdo con la norma UNE 21.089, y serán los de la siguiente tabla:

COLOR	CONDUCTO R
Amarillo-verde	Protección
Azul claro	Neutro
Negro	Fase
Marrón	Fase
Gris	Fase

Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la Instrucción MI.BT.018.

D. IDENTIFICACIÓN

Cada extremo del cable habrá de suministrarse con un medio autorizado de identificación. Este requisito tendrá vigencia especialmente para todos los cables que terminen en la parte posterior o en la base de un cuadro de mandos y en cualquier otra circunstancia en que la función del cable no sea evidente de inmediato.

Los medios de identificación serán etiquetas de plástico rotulado, firmemente sujetas al cajetín que precinta el cable o al cable.

Los conductores de todos los cables de control habrán de ir identificados a título individual en todas las terminaciones por medio de células de plástico autorizadas que lleven rotulados caracteres indelebles, con arreglo a la numeración que figure en los diagramas de cableado pertinentes.

2.7.13 CONDUCTORES ELÉCTRICOS CON AISLAMIENTO DE 750 V.

I.E.-12/1

Serán suministrados, montados y puestos a punto por el Instalador, los conductores eléctricos con

aislamiento de 750 V., incluyendo todos aquellos elementos y accesorios necesarios para su buen acabado y funcionamiento, ateniéndose en todo momento a las características indicadas en Proyecto, dictámenes de la Dirección Facultativa y normativa vigente al respecto.

En relación a los recorridos de los diferentes cableados, se señala que los indicados en Proyecto son orientativos y básicos, entendiéndose consecuentemente que el material contratado responde a longitudes precisas para el montaje, de acuerdo a las necesidades de la obra o los condicionantes descritos anteriormente.

Serán del tipo y denominación fijados en proyecto, pudiendo sustituirse por otros de denominación distinta, siempre que sus características técnicas se adapten al tipo exigido, siendo éstos de marca de reconocida garantía técnica. De todas formas, para cualquier cambio de marca o modelo, se necesitará la autorización escrita de la Dirección Facultativa. Se ajustarán, en todo momento, a lo dispuesto en las normas UNE, VDE y al REBT, instrucción MI BT 017.

Serán de cobre electrolítico, salvo indicación expresa de otro material, en el presupuesto, con aislamiento de PVC ignífugo, cumpliendo el ensayo de no propagación de incendio según UNE-20427, poseyendo, además, un reducido factor de rozamiento para su fácil deslizamiento en el tendido por tubos. No se admitirán conductores rígidos, ni de cuerda, debiendo ser todos del tipo flexible.

Los conductores tendrán las propiedades y cumplirán, como mínimo, con las normas UNE que se indican a continuación: No propagadores de la llama (UNE 20432.1), no propagadores de incendio (UNE 21147.7 y 20427), sin emisión de halógenos (UNE 21147.1), sin toxicidad (UNE 21174), sin corrosividad (IEC 754.2) y sin desprendimiento de humos opacos (UNE 21172.1, IEC 1034.1, UNE 21172.2, IEC 1034.2).

I.E.-12/2

Los cables sólo se podrán empalmar en cajas dispuestas al efecto y mediante elementos de conexión que garanticen una perfecta continuidad eléctrica, tales como bornas, no admitiéndose empalmes de hilos o cables, bajo ningún concepto, en el interior de la canalización, ni por retorcimiento en el interior de cajas. Sólo se admitirán empalmes para derivación, quedando terminantemente prohibidos su aplicación para extensión o reforma de líneas.

Estos conductores irán siempre canalizados bajo tubería o bandeja, en ningún caso al aire o fijados sobre las paredes y señalizándose dentro de la canalización para su fácil identificación, siendo del mismo color cada fase o neutro en todo su recorrido, siendo estos colores los normalizados. Para su tendido y posterior mantenimiento, sus redes canalizadas deberán disponer de sus correspondientes cajas de registro, con un máximo de una caja cada 15 m. de recorrido lineal, interpretándose cualquier curva o quiebro como 3 m. de longitud lineal equivalente. Las cajas de derivación pueden considerarse, asimismo, como de registro. De todo lo anterior se deduce que sólo se accederá al cable en las cajas de registro o cuadros correspondientes. Sus embornamientos terminales deberán quedar dieléctricamente protegidos.

Si los conductores son unipolares se agruparán por circuito, con abrazaderas adecuadas.

La sección mínima será de 2,5 mm² para fuerza, y 1,5 mm² para alumbrado. Se respetará la sección de 1,5 mm² incluso en derivaciones de alumbrado de poca potencia, reiterando que todas las conexiones se realizarán con terminales adecuados.

DESIGNACION DE LOS CABLES ELECTRICOS DE TENSIONES NOMINALES HASTA 450/750 V

La designación de los cables eléctricos aislados de tensión nominal hasta 450/750 V se designarán según las especificaciones de la norma UNE 20.434, que corresponden a un sistema armonizado (Documento de armonización HD-361 de CENELEC) y por tanto son de aplicación en todos los países de Europa Occidental.

El sistema utilizado en la designación es una secuencia de símbolos ordenados, que tienen los siguientes significados:

Posición	Referencia a:	Símb.	Significado
1	Correspondencia con la normalización	H A ES-N	Cable según normas armonizadas Cable nacional autorizado por CENELEC Cable nacional (sin norma armonizada)
2	Tensión nominal 1	01 03 05 07	100/100 V 300/300 V 300/500 V 450/750 V
3	Aislamiento	G N 2 R S V V 2 V 3 Z	Etileno-acetato de vinilo Mezcla especial de policloropreno Goma natural o goma de estireno-butadieno Goma de silicona PVC Mezcla de PVC (servicio de 90 °C) Mezcla de PVC (servicio de baja temperatura) Mezcla reticulada a base de poliolefina
4	Revestimiento metálicos	C4	Pantalla de cobre de forma de trenza, sobre el conjunto de conductores aislados reunidos
5	Cubierta y envolvente no metálica	J N Q 4 R T T 6 V V 5	Trenza de fibra de vidrio Policloropreno Poliamida (sobre un conductor) Goma natural o goma de estireno-butadieno Trenza textil (impregnada o no) sobre conductores aislados reunidos Trenza textil (impregnada o no) sobre 1 conductor PVC Mezcla de PVC (resistente al aceite)
6	Elementos constitutivos y construcciones especiales	D3 D5 Ningu no H H 2 H	Elemento portador constituido por uno o varios componentes (metálicos o textiles) situados en el centro de un cable redondo o repartidos en el interior de un cable plano. Relleno central Cable redondo Cables planos, con o sin cubierta, cuyos conductores aislados pueden separarse Cables planos, con o sin cubierta, cuyos conductores

		6 H 7 H 8	aisladosno pueden separarse Cables planos de 3 ó más conductores aislados Doble capa de aislamiento extruída Cable extensible
7	Forma del con-ductor	-D -E -F -H -K -R -U -Y	Flexible para uso en máquinas de soldar Muy flexible para uso en máquinas de soldar Flexible (clase 5 de la UNE 21.022) para servicio móvil Extraflexible (clase 6 de la UNE 21.022) para servicio móvilFlexible de 1 conductor para instalaciones fijas Rígido de sección circular, de varios alambres cableadosRígido circular de 1 alambre Cintas de cobre arrolladas en hélice alrededor de un soportetextil
8	Nº de conductores	N	Número de conductores

Posición	Referencia a:	Símb.	Significado
9	Signo de multiplicación	x G	Si no existe conductor amarillo/verde Si existe un conductor amarillo/verde
10	Sección nominal	mm ²	Sección nominal ²

1: Indicará los valores de U_0 y U en la forma U_0/U expresado en kV, siendo: U_0 = Valor eficaz entre cualquier conductor aislado y tierra.

U = Valor eficaz entre 2 conductores de fase cualquiera de un cable multipolar o de un sistema de cables unipolares.

2: En los conductores "oropel" no se especifica la sección nominal después del símbolo Y.

En esta tabla se incluyen los símbolos utilizados en la denominación de los tipos constructivos de los cables de uso general en España de las siguientes normas UNE:

- UNE 21.031 (HD-21) Cables aislados con PVC de tensiones nominales inferiores o iguales a 450/750 V.
- UNE 21.027 (HD-22) Cables aislados con goma de tensiones nominales inferiores o iguales a 450/750 V.
- UNE 21.153 (HD-359) Cables flexibles planos con cubierta de PVC.
- UNE 21.154 (HD-360) Cables aislados con goma para utilización normal en ascensores.
- UNE 21.160 Cables flexibles con aislamiento y cubierta de PVC destinados a conexiones internas de máquinas y equipos industriales.

2.7.14 CONDUCTORES ELÉCTRICOS CON AISLAMIENTO DE 0,6/1 KV.

I.E.-13/1

El Instalador suministrará, montará y pondrá a punto, los conductores eléctricos con aislamiento 0,6/1 kV., necesarios para el buen funcionamiento y correcta distribución de la energía eléctrica en el edificio, así como todos los accesorios que se precisen para el buen acabado de la instalación, ateniéndose, en todo momento, a las características indicadas en Proyecto y dictámenes de la Dirección Facultativa y normativa vigente al respecto.

En relación a los recorridos de los diferentes cableados, se señala que los indicados en Proyecto son orientativos y básicos, entendiéndose consecuentemente, que el material contratado responde a las longitudes precisas para el montaje, de acuerdo a las necesidades de la obra o los condicionantes descritos anteriormente.

Cumplirán, en todo momento, lo dispuesto en las normas UNE, VDE y el REBT, en especial sus instrucciones complementarias MI BT 004 y MI BT 007.

Estarán fabricados en cobre electrolítico, salvo indicación expresa en el presupuesto para los de aluminio e irán aislados con una capa de PVC, neopreno o polietileno, bajo cubierta de PVC o goma sintética, quedando definidos por la norma UNE 21123-81. En condiciones normales

de uso no necesitarán disponer de armadura.

Serán ligeros y fáciles de instalar, poseerán una alta resistencia a la humedad y a los agentes químicos y atmosféricos. La cubierta será resistente a la abrasión.

I.E.-13/2

Los conductores tendrán las propiedades y cumplirán, como mínimo, con las normas UNE que se indican a continuación: No propagadores de la llama (UNE 20432.1), no propagadores de incendio (UNE 21147.7 y 20427), sin emisión de halógenos (UNE

21147.1), sin toxicidad (UNE 21174), sin corrosividad (IEC 754.2) y sin desprendimiento de humos opacos (UNE 21172.1, IEC 1034.1, UNE 21172.2, IEC 1034.2).

Salvo indicación expresa, en los documentos de Proyecto se colocarán cables tipo manguera tripolares o tetrapolares hasta secciones de 16 mm^2 y para secciones superiores se emplearán cables unipolares formando ternos, éstos irán en tubo o en bandeja y, en ningún caso, fijados sobre la pared directamente. La máxima sección admisible en cables unipolares será de 240 mm^2 .

Los conductores que componen la mangueras cumplirán estrictamente con el código normalizado de colores y no se admitirán conductores encintados para cumplir con lo indicado en este párrafo.

Las derivaciones o empalmes sólo se podrán realizar en caja dispuesta para este fin, con los elementos necesarios de conexión que garanticen una perfecta continuidad eléctrica. Sólo se admitirán empalmes para derivación, quedando terminantemente prohibida su aplicación para extensión o reforma de líneas. Su registro de montaje y mantenimiento quedará garantizado por cajas cada 15 m. lineales de canalización, interpretándose cualquier curva o quiebro como 3 m. de longitud lineal equivalente. Las cajas de derivación podrán considerarse, asimismo, como de registro. Si el montaje se realiza al aire dispondrá de fijadores o argollas deslizadoras cada 80 cm. como máximo. En estos casos, las acometidas a cuadros o cajas serán a través de boquillas estancas. Sus embornamientos terminales deberán estar protegidos.

I.E.-13/3

En el montaje de estos cables, el radio mínimo de curvatura en los ángulos o cambios de dirección de su trazado equivaldrá a:

- Diez veces el diámetro exterior del cable en los unipolares.
- Cinco veces el diámetro exterior cuando éste sea menor de 25 mm. de diámetro.
- Seis veces el diámetro exterior cuando éste sea de 25 a 50 mm. de diámetro.
- Siete veces el diámetro exterior cuando éste sea superior a 50 mm. de diámetro.

Los tres últimos puntos se refieren a cables multipolares. En los protegidos con armaduras, el radio mínimo será diez veces el diámetro exterior del cable.

DESIGNACION DE LOS CABLES ELECTRICOS DE TENSIONES NOMINALES ENTRE 1 kV Y 30 kV

La designación de los cables de tensiones nominales entre 1 y 30 kV se realizará de acuerdo con la norma UNE 21.123. Las siglas de la designación indicarán las siguientes características:

- Tipo constructivo
- Tensión nominal del cable en kV
- Indicaciones relativas a los conductores

Característ.	Posic.	Referencia a:	Síml.	Significado
Tipo construc-tivo	1	Aislamiento	V E R D	PVC Polietileno Polietileno reticuladoEtileno propileno

	2	Pantallas	H	Pantalla semiconductora sobre el conductor y
--	---	-----------	---	--

Característ.	Posic.	Referencia a:	Síml.	Significado
		(cables camporadial)	HO	sobre el aislamiento y con pantalla metálica individual Pantalla semiconductora sobre el conductor y sobre el aislamiento y con pantalla metálica sobre el conjunto de los conductores aislados (cables tripolares)
	3	Cubierta de separación	E V N I	Polietilen oPVC Policloropreno Polietileno clorosulfonado
	4	Protecciónes metálicas	O F F A M M 2 M A Q Q A P A A W T T A TC	Pantalla sobre el conjunto de los conductores aislados cableados Armadura de flejes de acero Armadura de flejes de aluminio o aleación de aluminio Armadura de alambres de acero Armadura filásticas alambres de acero Armadura de alambres de aluminio o aleación de alum. Armadura de pletinas de acero Armadura de pletinas de aluminio o aleación de alum. Tubo continuo de plomo Tubo liso de aluminio Tubo coarrugado de aluminio Trenza hilos de acero Trenza hilos de aluminio o aleación de aluminio Trenza hilos de cobre
	5	Cubierta exterior	E V N I	Polietilen oPVC Policloropreno Polietileno clorosulfonado
Tensión nominal	6	Tensión nominal	U_o/U kV	
Conductores	7	Nº conductores	N x	
	8	Sección nominal	S mm ²	

9	Forma de l conductor	K S ningu no	Circular compacta Sectoral Circular no compacto
10	Naturaleza del conductor	Al ningu -no	Alumini o Cobre
11	Pantalla metálica	+H Sec. +O Sec.	Pantalla individual. Sección en mm ² Pantalla conjunta. Sección en mm ²

1: Indicará los valores de U_0 y U en la forma U_0/U expresado en kV, siendo:

U_0 = Valor eficaz entre cualquier conductor aislado y tierra.

U = Valor eficaz entre 2 conductores de fase cualquiera de un cable multipolar o de un sistema decables unipolares.

2.7.15 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS INTERIORES Y/O EXTERIORES

I.E.-14/1

A. GENERAL

El Instalador suministrará, montará y pondrá a punto todos aquellos elementos necesarios para el buen acabado y funcionamiento de todas las canalizaciones interiores y/o exteriores que se indiquen en Proyecto, con los recorridos especificados en planos y, en su defecto, se atenderá a las normas dictadas por la Dirección Facultativa en cada caso, así como a las Instrucciones Complementarias del REBT, relacionadas con este tipo de instalaciones.

En relación a los recorridos de las diferentes canalizaciones, se señala que los indicados en Proyecto son orientativos y básicos, entendiéndose, por lo tanto, que el material contratado responde, en dimensionamiento, a las necesidades de la obra y a los condicionantes señalados anteriormente.

Todos los materiales y elementos empleados serán los especificados en Proyecto, cumpliendo todos ellos las normas UNE que les correspondan, no admitiéndose cambio sobre los mismos, sin previo informe a la Dirección Facultativa, que dictaminará la aceptación o rechazo a las variantes propuestas.

Como norma general, no se admitirán las canalizaciones formadas únicamente por conductores grapados o suspendidos de techos o paramentos, debiendo ir todas las canalizaciones debidamente entubadas o en canales y/o bandejas apropiadas, según proceda.

I.E.-14/2

Todas las canalizaciones seguirán recorridos rectos y paralelos a las líneas generales del edificio y estarán convenientemente fijadas a los elementos arquitectónicos, con elementos resistentes a las condiciones mecánicas y químicas que se puedan presentar. La distancia de fijación será la señalada para cada caso en particular.

En todo el recorrido de la canalización, ya sea horizontal o vertical, no se apreciarán pandeos, ni deformaciones.

Todos los elementos serán resistentes al fuego, no siendo propagadores del mismo, ni productores de humos tóxicos. En los pasos de forjados o muros se dispondrán placas cortafuegos, en aquellos locales o sectores del edificio que así lo requieran, según la normativa vigente al respecto.

No se admitirán recorridos comunes dentro de la misma canalización de servicios con tensiones diferentes, debiendo ir éstas separadas físicamente, ya sea mediante tabique aislante apropiado, si la conducción se realiza con canal o bandeja, o bien con una distancia no inferior a 5 cm., si se realiza con tubo.

Las canalizaciones, tanto eléctricas, como de servicios especiales, se mantendrán separadas de las conducciones de gases, una distancia no inferior a 30 cm. y se atenderán, en todo momento,

a las disposiciones y normas que dicten las Empresas Productoras y Suministradoras de dichos gases.

Entre las canalizaciones de fontanería o calefacción, la separación será la suficiente para evitar un calentamiento excesivo de las canalizaciones eléctricas. De igual modo, se dejará suficiente separación entre las canalizaciones eléctricas y las chimeneas.

I.E.-14/3

Para las conducciones eléctricas de alta frecuencia, se equipará ésta, bien con cableapantallado o bien con tubo de acero, evitando así la interferencia con redes de baja tensión. Con todo, la distancia mínima será de 20 cm., al igual que para conducciones telefónicas, siempre y cuando no se especifique lo contrario.

La separación con redes de megafonía será de 40 cm., como mínimo, para evitar perturbaciones magnéticas producidas. En todos los casos en que no exista una disposición reglamentaria sobre algún tipo de instalación no citada, la distancia a guardar con la canalización eléctrica será la que disponga la Dirección Facultativa.

Las montantes verticales se realizarán con canales / bandejas cerrados de chapa o PVC o bien con tubos rígidos de acero o PVC, según se especifique en otros Documentos de Proyecto. La instalación se hará adosada a las paredes de los patinillos, utilizando los soportes adecuados que el Fabricante suministre para este fin.

La distancia entre dos soportes de la montante será como máximo de 60 cm., empleándose para la fijación de los mismos, tiros spit o tornillo y taco, según el material de las paredes.

Si la canalización es metálica deberán llevar una puesta a tierra en toda su longitud, con un punto de conexión en cada tramo.

En canalizaciones de larga longitud se deberán prever los pasos por juntas de dilatación del edificio, así como dilataciones propias, previendo el Instalador, por este motivo, las disposiciones y elementos adecuados.

I.E.-14/4

Cualquiera que sea el tipo de canalización, no se situarán paralelamente por debajo de conducciones que den lugar a condensaciones y, en el caso de que así fuese, se tomarán las debidas medidas de protección contra los efectos que se pudieran derivar.

No se admitirá la conducción de canalizaciones eléctricas y no eléctricas por el mismo canal o hueco en la construcción.

Todas las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que, en cualquier momento, se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegado el caso, reemplazar fácilmente las partes deterioradas.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que queden claramente identificadas en todas sus partes y circuitos, con el fin de proceder con facilidad a las reparaciones y transformaciones que hubiera que hacer. Asimismo, todos los conductores se dispondrán con sus colores normalizados, manteniéndose éstos en toda la canalización.

B. SOBRE BANDEJAS DE PVC

El Instalador suministrará, montará y pondrá a punto todas las canalizaciones de este tipo que

figuren en Proyecto, con los recorridos y características que se indiquen. Asimismo, se incluirán dentro del suministro y montaje, todos aquellos elementos y accesorios necesarios para el buen acabado y funcionamiento de la instalación.

Los materiales serán del tipo y denominación que se fijen en el Proyecto para cada caso particular, no aceptándose cambios o sustituciones sin previo informe y aceptación del cambio por parte de la Dirección Facultativa.

I.E.-14/5

Tanto la bandeja, como los accesorios complementarios de instalación, serán de las mismas características, ajustándose a las normas UNE y DIN que les correspondan, así como a todas aquellas especificaciones que figuren en Proyecto o pueda dictar la Dirección Facultativa, en su momento, todo ello de acuerdo con el REBT.

Todos los elementos estarán convenientemente dimensionados para evitar los defectos generados por temperaturas altas de funcionamiento de la instalación o por ataques químicos que se pudieran presentar, siendo el tipo de protección el que se indique en el Proyecto o, en su defecto, el que dicte la Dirección Facultativa.

Las bandejas irán ranuradas para facilitar la fijación y ordenación de los conductores. Estos irán sujetos mediante abrazaderas adecuadas, tanto en la red horizontal, como en la vertical, llevando la señalización necesaria para la identificación del circuito correspondiente.

Las bandejas contarán con tapa de protección, salvo que se indique expresamente lo contrario en otros Documentos del Proyecto. Cuando discurren por intemperie contarán con tapa sin excepción.

El trazado de las canalizaciones seguirá, siempre que sea posible, líneas paralelas a la edificación, discurriendo por áreas de uso común, para una mejor accesibilidad. La fijación de las mismas se realizará mediante soportes adecuados para techo o pared, según los casos y serán del mismo Fabricante que la bandeja, debiendo soportar sobradamente los esfuerzos a que están sometidos, debido al peso de los cables y a su propio peso. La distancia entre soportes será la que defina el Fabricante mediante sus tablas de características, en ningún caso mayor de 1,5 m. y no tolerándose ningún tipo de pandeo o deformación.

I.E.-14/6

Las derivaciones que parten de la bandeja se realizarán, bien bajo tubería o bien bajo canales, según se indique en los Documentos del Proyecto, no admitiéndose otro tipo de derivación que el indicado, todo ello con los accesorios correspondientes para su perfecta instalación.

Únicamente se permitirán empalmes de conductores dentro de cajas dispuestas al efecto en la canalización, debiendo ser éstas del mismo material que la canalización y, a ser posible, del mismo Fabricante. Los empalmes se realizarán mediante elementos conectadores adecuados que garanticen una unión perfecta entre las dos partes, así como la seguridad de la instalación.

Se tendrá especial cuidado en no situar estas canalizaciones debajo de conductos y tuberías que puedan dar lugar a condensaciones y, en el caso de que así fuese, se tomarán las debidas medidas de protección contra los efectos que se pudieran derivar.

En ningún caso, se admitirán servicios eléctricos y no eléctricos circulando por la misma bandeja.

Toda la canalización se dispondrá fácilmente accesible, de forma que permita realizar, con facilidad, los futuros trabajos de mantenimiento.

La colocación de los cables se dispondrá de tal forma que el aire pueda circular libremente entre ellos debiéndose prever, como espacio de reserva mínimo, el 50% del espacio total de la bandeja.

I.E.-14/7

Tanto las bandejas, como sus accesorios de instalación, no serán propagadores del fuego, ni generadores de humos tóxicos, debiendo ser, asimismo, autoextinguibles. Así tendrán clasificación M1 según norma UNE 23.727.90 y cumplirán las siguientes normas: UNE 20.432.84 No propagación del incendio, UNE 53.315.86 Inflamabilidad de los materiales aislantes sólidos al exponerse a una fuente de encendido, UNE 21.316.74 Rigidez dieléctrica 240 kV./cm., DIN 80 61.

C. SOBRE BANDEJAS METÁLICAS

Es competencia del Instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de todas las canalizaciones de este tipo que, figuren en Proyecto, con los recorridos y características que se indiquen. Asimismo, se incluirán dentro del suministro y montaje, todos aquellos elementos y accesorios necesarios para el buen acabado y funcionamiento de la instalación.

Los materiales serán del tipo y denominación que se fijen en el Proyecto para cada caso particular, no aceptándose cambios o sustituciones sin previo informe y aceptación del cambio por parte de la Dirección Facultativa.

En tanto no se indique de forma expresa, el tipo de material de la bandeja y sus accesorios, será según se indica: galvanizado en caliente para interior y/o atmósferas húmedas, acero inoxidable para exterior.

Tanto la bandeja, como los accesorios complementarios de la instalación, serán de las mismas características, ajustándose a las normas UNE y DIN que les correspondan, así como a todas aquellas especificaciones que figuren en Proyecto o pueda dictar la Dirección Facultativa, en su momento, todo ello de acuerdo con el REBT.

I.E.-14/8

Todos los elementos irán convenientemente protegidos contra la corrosión, siendo el tipo de protección el que se indique en el Proyecto o, en su defecto, el que dicte la Dirección Facultativa.

Las bandejas irán ranuradas para facilitar la fijación y ordenación de los conductores, éstos irán sujetos mediante abrazaderas adecuadas, tanto en la red horizontal, como en la vertical, llevando la señalización necesaria para la identificación del circuito correspondiente.

Las bandejas contarán con tapa de protección salvo que se indique expresamente lo contrario en otros Documentos del Proyecto, cuando discurran por intemperie contarán con tapa sin excepción.

El trazado de las canalizaciones seguirá, siempre que sea posible, líneas paralelas a la edificación, discurriendo por áreas de uso común para una mejor accesibilidad. La fijación de las mismas se realizará mediante soportes adecuados para techo o pared, según los casos y serán del mismo fabricante que la bandeja, debiendo soportar sobradamente los esfuerzos a que están sometidos, debido al peso de los cables y a su propio peso. La distancia entre soportes será la que defina el Fabricante mediante sus tablas de características, en ningún caso, mayor de 1,5 m. y no tolerándose ningún tipo de pandeo o deformación.

Las derivaciones que parten de la bandeja se realizarán, bien bajo tubería o bien bajo canales, según se indique en los Documentos del Proyecto, no admitiéndose otro tipo de derivación que el indicado, todo ello con los accesorios correspondientes para su perfecta instalación.

I.E.-14/9

No se admitirá, en ningún caso, como línea de tierra, la envolvente de la bandeja, debiendo llevar cada línea su toma de tierra independiente, formada por conductor eléctrico de la sección adecuada y con colores normalizados, fácilmente identificables en todo momento. Tanto la bandeja, como todos sus accesorios metálicos, utilizados para el montaje y acabado, deberán estar puestos a tierra en toda su longitud, debiendo tener un punto de conexión en cada tramo independiente.

Únicamente se permitirán empalmes de conductores, dentro de cajas dispuestas al efecto en la canalización, debiendo ser éstas del mismo material que la canalización y, a ser posible, del mismo Fabricante. Los empalmes se realizarán mediante elementos conectores adecuados, que garanticen una unión perfecta entre las dos partes, así como la seguridad de la instalación.

Se tendrá especial cuidado en no situar estas canalizaciones debajo de conductos y tuberías, que puedan dar lugar a condensaciones y, en el caso de que así fuese, se tomarán las debidas medidas de protección contra los efectos que se pudieran derivar.

En ningún caso, se admitirán servicios eléctricos y no eléctricos, circulando por la misma bandeja.

D. SOBRE BANDEJAS METALICAS DE REJILLA

Toda la canalización se dispondrá fácilmente accesible, de forma que permita realizar con facilidad los futuros trabajos de mantenimiento. Asimismo, quedará identificada en todo su recorrido, según instrucciones que, en su momento, diera la Dirección Facultativa.

I.E.-14/10

La colocación de los cables se dispondrá de tal forma que el aire pueda circular libremente entre ellos, debiéndose prever como espacio de reserva mínimo del 50% del espacio total de la bandeja.

El Instalador suministrará, montará y pondrá a punto todas las canalizaciones de este tipo que figuren en Proyecto, con los recorridos y características que se indiquen en él, así como todos los accesorios y elementos necesarios para el correcto acabado y funcionamiento de la instalación.

Todos los materiales serán del tipo y denominación indicados en Proyecto, no admitiéndose cambios sin previo informe a la Dirección Facultativa, que será la encargada de dictaminar la aceptación o rechazo de las variantes propuestas.

En tanto no se indique de forma expresa, el tipo de material de la bandeja y sus accesorios, será según se indica: Zincado bicromatado para interior, galvanizado en caliente para interior con atmósferas húmedas, acero inoxidable para exterior.

Tanto la bandeja, como los elementos y accesorios necesarios para su instalación, serán de las mismas características, ajustándose a las normas UNE que les correspondan, así como a todas aquellas especificaciones que figuren en Proyecto o pueda dictar la Dirección Facultativa, en su momento. Todo ello de acuerdo con el R.E.B.T.

Todos los elementos componentes de la instalación irán convenientemente protegidos contra la corrosión, siendo el tipo de protección el que se indique en el Proyecto o, en su defecto, el que dicte la Dirección Facultativa.

I.E.-14/11

Las bandejas contarán con tapa de protección salvo que se indique expresamente lo contrario en otros Documentos del Proyecto. Cuando discurran por intemperie contarán con tapa sin excepción.

Las uniones entre tramos se realizarán con los elementos dispuestos al efecto por el Fabricante.

La sujeción y fijación de la bandeja se realizará mediante los elementos de que disponga el Fabricante del electrocanal para este fin y siendo los adecuados para forjados o paramentos, según los casos. Estos soportes deberán resistir sobradamente los esfuerzos a que estén sometidos, debidos al peso de los cables y al propio peso de la canalización. La distancia entre soportes será la que defina el fabricante en sus tablas de características y de forma que la separación entre dos soportes consecutivos, no dé lugar a ningún tipo de pandeo o deformación en el electrocanal y no siendo nunca mayor de 1,2 m.

No se admitirá, en ningún caso, como línea de tierra, la envolvente de la bandeja, debiendo ir ésta prevista mediante conductor de cobre de la sección adecuada al circuito al que pertenezca y con los colores normalizados, siendo fácilmente identificables en todo momento. Tanto la canalización como todos sus accesorios metálicos utilizados en el montaje y acabado, deberán estar convenientemente puestos a tierra en toda su longitud, debiendo existir un punto de conexión en cada tramo independiente.

Las bandejas serán metálicas de varillas electrosoldadas, realizadas en acero al carbono galvanizado en caliente de espesor > 70 micras, según UNE 37-510-88.

Las varillas tendrán un diámetro nunca inferior a 5 mm. y contarán con borde de seguridad.

I.E.-14/12

La bandeja deberá montarse mediante soportes y accesorios realizados con el mismo material y tratamiento que la bandeja sin excepción.

E. BAJO TUBERIA RIGIDA DE PVC

Será responsabilidad del Instalador, el suministro y montaje de todos los elementos necesarios para el correcto acabado y funcionamiento de la instalación, ateniéndose para ello a lo especificado, tanto en Proyecto, como a las órdenes que al respecto dicte la Dirección de Obra.

Asimismo, cumplirá, en todo momento, lo indicado en las Instrucciones MI BT 018 y 019 del REBT.

La tubería a emplear será la indicada en Proyecto, pudiendo admitirse variantes, siempre y cuando éstas representen igual calidad, estén homologadas por las compañías eléctricas y el Ministerio de Industria y la Dirección Facultativa acepte dicho cambio. De este modo, todo el material auxiliar, codos, manguitos de empalme y derivación, etc., que se empleen en las instalaciones de tubería rígida de PVC, tendrán las mismas características exigidas para los tubos, cumpliendo todos ellos las normas UNE que les correspondan.

Se empleará tubería rígida de PVC en todas aquellas líneas que indiquen en Proyecto, aunque éstas vayan empotradas.

El interior del tubo presentará una superficie totalmente pulida y libre de asperezas y sus extremos estarán exentos de rebabas que impliquen algún deterioro en los cables durante su tendido.

I.E.-14/13

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados, que aseguren la continuidad de la protección a los conductores. Si se utilizan manguitos roscados, las roscas estarán perfectamente terminadas y la unión se hará sin emplear estopa, sino sellativo adecuado que asegure la estanqueidad. Si se ensamblan en caliente, se recubrirá el empalme con ola especial, quedando la unión totalmente estanca y sin deformaciones.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones en la sección de los mismos. Los radios de curvatura del acodamiento, en el caso de no emplear curvas suministradas por el Fabricante, se ajustarán, en sus valores mínimos, en función del diámetro del tubo, a lo exigido al respecto en la MI BT 019.

Cuando la canalización de tubos cruce una junta de dilatación, se montarán dispositivos de dilatación, tales como manguitos dilatadores, capaces de absorber dichas dilataciones.

Los tubos, cuando penetren en cajas o aparatos, irán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos análogos o bien convenientemente mecanizados.

La fijación a techos o paramentos se hará mediante tiros spit o similar, con abrazaderas, siendo la distancia máxima entre abrazaderas de 0,8 m. En ningún caso, se permitirá el anclaje mediante tacos de madera o plástico.

Los tubos quedarán perfectamente con las líneas principales del edificio, no debiendo presentar combas, ni deformaciones apreciables.

I.E.-14/14

Los empalmes de conductores se realizarán en cajas dispuestas para este fin, con elementos conectores adecuados, siendo la distancia máxima entre cajas menor de 15 m. en recorridos rectos, debiéndose garantizar la fácil retirada o introducción de los cables en los tubos, después de

colocados y fijados éstos, con todos sus accesorios. Por este motivo, el número de curvas entre dos registros consecutivos no será superior a tres o, en su

defecto, la suma de los ángulos de las curvas existentes (menos de tres) no será mayor de 270°.

La unión entre tubos rígidos y flexibles, si fuera necesario, se realizará bien en cajas dispuestas al efecto o mediante racores o elementos especiales de conexión, que garanticen la total estanqueidad de la instalación en este punto.

Los elementos de fijación se colocarán repartidos a lo largo del tubo, de forma que una fijación se coloque cerca de cada equipo, máquina o caja de registro y el resto entre equipos, guardando la distancia fijada anteriormente.

Todos los materiales, con que estén fabricados estos tubos, poseerán buenas propiedades dieléctricas, químicas y mecánicas, asegurando el grado de protección exigible a la instalación. Asimismo, serán resistentes al fuego y no propagadores del mismo, autoextinguibles y no productores de humos tóxicos.

F. DE SUELO BAJO PAVIMENTO O DE SUPERFICIE

El Instalador suministrará, montará y pondrá a punto, las diferentes canalizaciones eléctricas, no sólo con los trazados básicos de los planos, sino con todos aquéllos necesarios para el buen funcionamiento, cumplimiento de los dictámenes de la Dirección y normativa vigente al respecto.

I.E.-14/15

Todos los canales, cajas de registro y derivación, así como los accesorios complementarios, serán de la marca, tipo y características descritos en Proyecto.

Todos los elementos a utilizar, en este tipo de instalaciones, estarán convenientemente homologados por el Ministerio de Industria y por la CTNE, en el caso de utilizarse para servicios telefónicos, tanto exteriores, como interiores. Asimismo, cumplirán con lo dispuesto en las normas UNE y en el REBT.

En toda la instalación se deberá cuidar al máximo la correcta alineación, tanto de las torretas y cajas, como de los canales, si éstos son vistos. Asimismo, la nivelación deberá ser la correcta para todos los elementos. Si el tendido se hace con tubos, deberán preverse en aquéllos que no vayan a ser utilizados inicialmente, guías de acero para el tendido posterior de cables en futuras ampliaciones.

Toda la instalación, tanto con canales, como con tubos, deberá ir prevista para alojar los servicios normales de electricidad, telefonía, proceso de datos, etc., debiendo ir estos servicios separados físicamente unos de otros. Asimismo, las instalaciones irán ampliamente dimensionadas con vistas a absorber las futuras ampliaciones que se realicen.

Todos los elementos de instalación en suelo o bajo pavimento serán resistentes e indeformables a los esfuerzos mecánicos, que sobre ellos se puedan desarrollar. Asimismo, contarán con buena resistencia a los productos químicos y a los agentes atmosféricos del local donde se instalen. Poseerán, también, buenas propiedades térmicas y eléctricas.

I.E.-14/16

La tubería a emplear será flexible o rígida, según se indique en proyecto, debiendo ir, en el caso de ser flexible, convenientemente reforzada. No se permitirá, en ningún caso, el empalme de tubos entre dos cajas consecutivas, debiendo ir éstos en tramo continuo de una caja a la siguiente.

Tampoco se permitirán empalmes de conductores dentro de las canalizaciones, ya sea tubo o canal, debiéndose realizar éstos dentro de las cajas dispuestas al efecto y usando para ello bornas o clemas de conexión adecuadas.

Durante el montaje de canales y cajas, éstas deberán estar cerradas y protegidas para evitar deterioros y entradas de suciedades, tales como restos de cemento, escombros, etc., en las mismas. Los elementos de protección deberán ser lo suficientemente robustos como para soportar el desarrollo de la obra, sobre los mismos, sin roturas, ni deterioros excesivos.

En el caso de contar esta instalación con canales o cajas de material plástico, éstos serán resistentes al fuego, no propagadores del mismo y no creadores de humos tóxicos.

En el caso de que parte o partes de la instalación no cumplan con las normas indicadas en los Documentos de Proyecto o dictámenes de la Dirección Facultativa, éstas podrán ser rechazadas, quedando el Instalador obligado a reformar la instalación en todas las partes afectadas, sin cargo alguno.

G. BAJO TUBERIA FLEXIBLE DE PVC

El Instalador suministrará y montará todos aquellos elementos especificados en Proyecto, ateniéndose a las marcas y tipos allí fijados, no admitiéndose cambios sin previo aviso a la Dirección Facultativa, que deberá dar el visto bueno a dicho cambio.

I.E.-14/17

Estas instalaciones se atenderán, en todo momento, a lo especificado en las Instrucciones MIBT 018 y 019 del REBT y a las normas que, al respecto, dicte la Dirección de Obra.

Sólo se admitirán canalizaciones de este tipo en montajes no vistos, ya sean empotrados o sobre falsos techos, debiendo soportar las acciones a que puedan estar sometidos una vez instalados.

En el caso de ir empotrados, las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos sean recubiertos con una capa, como mínimo, de 1 cm., del revestimiento de las paredes o techos.

Se cuidará de que las curvas sean lo suficientemente amplias para que, en las mismas, la sección del tubo no pierda su circularidad, ni en su superficie aparezcan grietas, ni fisuras.

Si la canalización discurre entre el forjado y el falso techo, no se admitirá otro tipo de fijación que grapas de material aislante, con clavo spit o similar, siendo la distancia máxima entre soportes de 0,5 m., debiendo ir la canalización tomada entre grapas para que no aparezcan combas.

No se permitirá el empleo de estas canalizaciones en paso por el piso, ni en zonas húmedas o con altas temperaturas. Como norma general y salvo especificaciones en contra, cada tubo sólo contendrá un único circuito.

No se admitirán empalmes de tubos entre cajas, debiendo ser su colocación continua. Asimismo, la distancia máxima entre cajas no será superior a 15 m. en tramos rectos, quedando éstos perfectamente accesibles y registrables.

I.E.-14/18

Las conexiones de conductores se realizarán en las cajas dispuestas al efecto y mediante elementos adecuados, que garanticen la perfecta continuidad eléctrica, no permitiéndose el empalme de cables mediante simple retorcimiento, ya sea dentro o fuera de las cajas.

La instalación de los tubos deberá estar perfectamente alineada, siguiendo direcciones horizontales o verticales, según las líneas generales del edificio.

Una vez instalados los tubos con todos sus accesorios, permitirán la fácil introducción y extracción de los conductores, desechándose la instalación que no cumpla este requisito.

El número de curvas entre dos registros consecutivos no será superior a tres y, en cualquier caso, a 270°.

La unión de este tipo de tubos con otros rígidos, en el caso de ser necesaria, se hará por medio de cajas o racores especiales a tal fin, de forma que se garantice la total estanqueidad de la instalación.

Todos los materiales poseerán buenas propiedades dieléctricas químicas y mecánicas, serán resistentes al fuego y no propagadores del mismo.

2.7.16 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACION

I.E.-15/1

El Instalador suministrará, montará y pondrá a punto, todas las cajas necesarias para empalmes o derivaciones, así como todos aquellos elementos y accesorios que se exijan en Proyecto o que sean necesarios para la correcta fijación, acabado y funcionamiento de la instalación.

Las cajas serán del tipo y denominación que se fijan en Proyecto y para cada caso particular, pudiendo admitirse variantes sobre las mismas, siempre y cuando sus características técnicas se ajusten a las del tipo prefijado y la Dirección Facultativa acepte y esté conforme con dicho cambio.

Todas las cajas empleadas en la instalación cumplirán con las normas UNE, con lo dispuesto en el REBT y con las especificaciones dictadas por la Dirección Facultativa al respecto.

Las cajas de registro y derivación, así como las de mecanismos, estarán construidas con materiales aislantes y anticorrosivos, estando previstas para una tensión de utilización de 750 V. y dispondrán de aberturas, espesores debilitados o entradas troqueladas ciegas de tamaños concéntricos, para que puedan ser practicadas con facilidad al colocarlas y permitir así el acceso de los conductores con sus cubiertas protectoras.

En su interior, cuando proceda, tendrán alojados bornes de conexión sólidamente fijados, que permitan la introducción y fijación de los conductores por tornillos de presión, pudiendo realizarse así las conexiones necesarias. En ningún caso, se permitirá la realización de empalmes o derivaciones dentro o fuera de las cajas por medio de simple retorcimiento de los cables. No se permitirá tampoco la conexión de más de cuatro hilos en cada borna. Las bornas irán numeradas para su fácil identificación y serán del tipo que se especifique en el Proyecto.

I.E.-15/2

Todas las cajas contarán con un cierre hermético formado por tapas desmontables, fijadas según necesidades, bien por tornillos o bien a presión, de tal forma que garanticen la protección mecánica, el aislamiento y la inaccesibilidad a las conexiones interiores, así como su verificación en caso necesario.

Las dimensiones de las cajas serán tales que permitan alojar holgadamente, en su interior, todos los conductores o elementos indicados en los planos. Asimismo, estarán en consonancia con el tipo de canalización que reciban, siendo del mismo material y tipo que la misma, salvo especificación en contra en

otros Documentos de Proyecto.

La unión entre caja y canalización, si ésta es tubería flexible o rígida, se realizará mediante tuerca y contratuerca y si se requiere estanqueidad total deberán emplearse prensaestopas adecuados.

Durante la ejecución de las obras, las cajas estarán debidamente protegidas para impedir la penetración de restos de yeso, cemento y otro tipo de suciedades y los conductores se introducirán antes en las cajas. Las conexiones se efectuarán una vez acabado el enlucido.

Si la disposición de las cajas es superficial, la fijación a techos y paredes se realizará como mínimo en dos puntos de la caja, mediante tornillo y tacos o tiros spit de acero, para lo cual deberán ir provistas de taladros en el fondo de las mismas. Para conseguir una buena estanqueidad y protección contra la corrosión del punto de anclaje, se utilizarán arandelas de nylon en los tornillos y tiros spit.

Las cajas para instalación empotrada en techos o paredes serán de baquelita, con gran resistencia dieléctrica y a los agentes corrosivos, que no ardan, ni se deformen con el calor. Deberán ir provistas de una pestaña que contornee la boca de la caja y otros elementos que impidan su salida de la pared, cuando se manipulen una vez empotradas. Estarán provistas de rebajes, en toda su superficie lateral, para facilitar la entrada de los tubos. Las tapas de las cajas circulares irán roscadas y las de las cajas rectangulares o cuadradas con tornillos.

I.E.-15/3

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables, una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo, cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

2.8 MEDICIONES A REALIZAR

I.C.-56/1

Una vez finalizado totalmente el montaje de la instalación y habiendo completado el instalador las pruebas preliminares de rodaje y regulación, el Instalador procederá a la realización de las diferentes pruebas finales previas a la recepción provisional, según se indica en este apartado y siguientes.

Se efectuarán, como mínimo, las pruebas y mediciones que se indican a continuación, reservándose la Dirección de Obra el derecho de exigir mediciones y pruebas adicionales según las características concretas y necesidades de las distintas instalaciones, de acuerdo a ITE.06. Corresponderá a la Dirección de Obra decidir, para cada caso, si las pruebas se realizan sobre la totalidad de equipos o por muestreo.

Será competencia exclusiva del instalador realizar todas las mediciones y pruebas que se incluyan en el documento denominado PROTOCOLO DE PRUEBAS que, en su momento, entregará la Dirección de Obra.

En este documento se reflejará, para cada prueba y según proceda para cada caso, lo siguiente:

- Croquis del sistema ensayado, con identificación en el mismo de los puntos medidos.
 - Mediciones realizadas y su comparación con las nominales.
 - Incidencias o circunstancias que puedan afectar a la medición o a su desviación.
 - Persona, hora, fecha de realización y firma.
-

Este protocolo de pruebas no sustituye, en modo alguno, a otros documentos de pruebas y mediciones que deban prepararse según la reglamentación vigente, así como certificados u homologaciones de los equipos instalados.

I.C.-56/2

Asimismo, será responsabilidad del instalador verificar todas las mediciones realizadas y secuencias de funcionamiento con el instalador del sistema de control centralizado, con independencia de que ello se indique o no, de forma expresa, en los Documentos de Proyecto.

La prestación de energía, agua y combustible necesarios, tanto para la realización de las pruebas, como para la simulación de las condiciones nominales necesarias, será competencia exclusiva del Instalador, salvo que se indique expresamente lo contrario en el contrato.

A. EFICIENCIAS EN EQUIPOS FRIGORIFICOS

I.C.-56/3

Previo al comienzo de las pruebas cada equipo deberá estar completamente limpio e identificado y deberá contar con todas las placas requeridas por el MIE, según lo indicado en los correspondientes apartados de este Pliego de Condiciones. Se comprobarán las cargas de aceite y refrigerante, asimismo, se comprobarán enclavamientos con detectores de flujo y bombas.

Se realizarán, por cada equipo frigorífico, las siguientes mediciones:

- Temperaturas seca y húmeda aire exterior.
- Temperaturas agua entrada y salida enfriador.
- Temperaturas de entrada y salida del condensador, agua o aire (según equipo).
- Presiones de evaporador y condensador para cada circuito.
- Tensión de funcionamiento y potencia absorbida en bornes para cada circuito frigorífico y total.
- Caudales de agua en evaporador (previando los manguitos de medida para colocación de caudalímetro y/o válvula de medición de caudal). Pérdida de carga a través del evaporador y validación con la gráfica de Fabricante.
- Caudales de aire o agua en condensador (s/ equipo). En el caso de equipos de condensación por agua, el procedimiento será idéntico al utilizado para el evaporador.
- Comprobación de tarado de todos los elementos de seguridad y verificación de ajuste de los puntos de consigna según proyecto.

Con las mediciones indicadas y realizadas en la forma prescrita en ITE.04.11., se redactará el correspondiente protocolo, determinando los CEE (Coeficientes de Eficiencia Energética), tanto de enfriador como de condensador. Estas mediciones deben efectuarse tanto en temporada de verano como en temporada de invierno.

Este apartado es de aplicación a los equipos que a continuación se indican, con las limitaciones y

características propias de cada uno de ellos.

- Grupos frigoríficos de todo tipo.

- Equipos de ciclo reversible, bomba de calor, de todo tipo.
- Equipos frigoríficos especiales para salas de ordenadores.
- Torres de refrigeración.

B. EFICIENCIAS EN EQUIPOS CALORIFICOS

I.C.-56/4

Previo al comienzo de las pruebas, cada equipo deberá estar completamente limpio e identificado y deberá contar con todas las placas requeridas por el MIE, según lo indicado en los correspondiente apartados de este pliego de condiciones. Se comprobará el funcionamiento de la instalación de suministro de combustible. Asimismo, se comprobarán enclavamientos con detectores de flujo y bombas, así como aislamiento de calderas.

Se realizarán, por cada caldera, las siguientes mediciones:

- Temperatura ambiente en sala de máquinas (C) y temperatura exterior.
- Caudal de agua (m³/h) (previando los manguitos de medida para colocación de caudalímetro y/o válvula de medición de caudal).
- Temperatura de entrada y salida agua caliente.
- Temperatura de salida de humos (C).
- Índice opacimétrico (Escala Bacharach).
- Contenido de CO₂ en humos (% con analizador Orsat).
- Porcentaje de CO y pérdidas de calor por chimenea.
- Comprobación de funcionamiento del quemador. Tensión de funcionamiento y potencia absorbida.

Con las mediciones indicadas y realizadas en la forma prescrita en IT.IC.22.4., se redactará el correspondiente protocolo, determinando el rendimiento de cada caldera, calor sensible perdido en chimenea y calidad de combustión. Estas mediciones deben efectuarse en temporada de invierno.

C. MEDIDAS DE CONSUMOS

I.C.-56/5

Tensión de funcionamiento y potencia absorbida para cada uno de los motores que componen la instalación. Donde proceda, se indicará el térmico instalado y su regulación.

Si el motor acciona una máquina cuyo funcionamiento tenga un control de capacidad, ya sea por etapas o del tipo proporcional, la potencia absorbida se realizará, como mínimo, al 100, 75, 50 y 25% de la máxima nominal.

D. MEDIDAS ELECTRICAS**I.C.-56/6**

Las mediciones se realizan con aparatos de medida independientes a los montados permanentes, contrastando los posibles errores de medición.

- Tensiones de alimentación generales y parciales, a intensidad nominal y máxima.
- Frecuencia en cuadro general.
- Tierras generales de cuadro y parciales de máquinas.

Las medidas de potencia en cada equipo se realizarán durante las pruebas y tomas de datos particulares de cada uno.

En el protocolo de mediciones se indicarán, además, las comprobaciones realizadas con relación al siguiente equipamiento, anotándose los resultados obtenidos:

- Prueba de diferenciales.
- Prueba de magnetotérmicos.
- Calibrado y prueba de guardamotores.
- Calibrado y prueba de térmicos.
- Calibrado y prueba de arrancadores.
- Verificación de enclavamientos (mecánicos, eléctricos y a través del sistema de control).

E. MEDIDAS DE TEMPERATURAS Y HUMEDADES AMBIENTE

Para cada edificio concreto se determinarán las medidas a realizar. Estas medidas deben efectuarse en temporada de invierno, temporada de verano y época intermedia. Como mínimo, se efectuará lo siguiente:

- 1 Medida por fachada y planta.
- 1 Medida en cada zona interior (zonas diferentes) por planta.
- 1 Medida de condiciones exteriores.

F. MEDIDAS ACUSTICAS DE VIBRACIÓN

I.C.-56/7

Se efectuarán, como mínimo, las siguientes:

- Una medición con instalación parada en cada uno de los puntos indicados en el punto I.C.-56 G), salas de máquinas y cuartos técnicos de todo tipo.
 - Una medición con toda la instalación en marcha en los mismos puntos.
 - Mediciones en exterior según se requiera.
-

Las mediciones indicadas en los apartados anteriores son las mínimas exigidas, siendo optativo de la Dirección de Obra realizar otro tipo de mediciones o pruebas si lo considerara necesario para la recepción provisional. La forma de realizar las mediciones será según especifique la Dirección de Obra para cada caso concreto, debiendo estar de acuerdo con la norma ASHRAE y/o normativa UNE aplicable.

Las pruebas indicadas en I.C.-56 A) e I.C.-56 B) se realizarán dos veces como mínimo y a máximas potencias. Las pruebas indicadas en los puntos I.C.-56 G) e I.C.-56 F) se realizarán tres veces al día durante cinco días mínimos, en cada temporada. Las correspondientes a los puntos I.C.-56 E), I.C.-56 C), I.C.-56 H) e I.C.-56 D) serán realizadas una vez como mínimo.

Estas pruebas se podrán realizar conjuntamente con un representante de la PROPIEDAD ya aquellas personas que la Dirección de Obra determine.

Todas las mediciones se realizarán con aparatos pertenecientes al instalador, previamente contrastados y aprobados por la Dirección de Obra. La Dirección de Obra se reserva el derecho de exigir los tipos de aparatos e instrumentación que, por sus características, considera más adecuados para la realización de las distintas pruebas y mediciones. Será responsabilidad exclusiva del instalador y por tanto queda plenamente incluido en su trabajo, el suministro y empleo de cualquier tipo de aparato que le pueda ser solicitado por la Dirección Facultativa.

En ningún caso, deben utilizarse los aparatos fijos pertenecientes a la instalación, debiendo servir las mediciones para el contraste de éstos.

H. RESULTADOS OBTENIDOS EN LAS PRUEBAS

I.C.-57/1

Los resultados obtenidos en las pruebas serán presentados en el Documento de PROTOCOLO DE PRUEBAS dentro de los quince días siguientes a la realización de las mismas. La Dirección de Obra se reserva el derecho de verificar todas aquellas pruebas que considere conveniente y exigir nuevas comprobaciones.

La cuantificación de estos resultados será, salvo que se especifique lo contrario en otro Documento del Proyecto, la siguiente:

- Medidas de temperatura y humedad ambientales.

Las indicadas en la memoria, para las hipótesis de cálculo consideradas, con variaciones admisibles de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ en temperatura seca y $\pm 10\%$ en humedad relativa.

- Medidas de temperatura de fluidos.

Las indicadas en las tablas de características con las siguientes desviaciones admisibles:

- Agua caliente: $\pm 3,0^{\circ}\text{C}$.
 - Agua fría: $\pm 1,0^{\circ}\text{C}$.
-

- Aire caliente: $\pm 3,0^{\circ}\text{C}$.
- Aire frío: $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$.

- Medidas cuantitativas de fluidos.

Las indicadas en las tablas de características con una desviación máxima del +10%.

- Medidas acústicas y de vibración.

I.C.-57/2

Dentro de los márgenes que según uso se indican en IT.IC.02.5 y Reglamentación local aplicable.

I. VERIFICACION A CONDICIONES MAXIMAS

I.C.-58/1

Antes de realizar la recepción definitiva, todas las mediciones y pruebas de comprobación efectuadas con anterioridad a la recepción provisional serán realizadas, como mínimo, dos veces. Una en verano, con condiciones exteriores similares a las máximas estivales indicadas en la memoria y otra en invierno con las mínimas consideradas. La realización de estos trabajos será competencia exclusiva del Instalador, quien completará los correspondientes protocolos de pruebas, según proceda.

Estas mediciones se efectuarán conjuntamente con el servicio de mantenimiento del edificio o responsable de la PROPIEDAD, debiendo notificar previamente a la Dirección de Obra la realización de las mismas.

2.9 RECEPCIONES DE OBRA

I.C.-59/1

A. RECEPCION PROVISIONAL

Una vez realizado el protocolo de pruebas por el instalador y completadas las verificaciones a satisfacción por la Dirección de Obra, todo ello acorde a la normativa vigente, el instalador deberá presentar la siguiente documentación:

- Copia del certificado de la instalación presentado ante la Delegación del Ministerio de Industria y Energía.
 - Protocolo de pruebas (original y copia).
 - Manual de instrucciones (original y copia).
 - Libro oficial de mantenimiento.
 - Proyecto actualizado (original y copia), tal y como se describe en ITE.07. y en el apartado del presupuesto denominado suministro de información.
 - Esquemas de principio y control, coloreados y enmarcados para su ubicación en salas de máquinas.
-

Una vez contrastada la documentación indicada, la Dirección de Obra emitirá el acta de recepción correspondiente con las firmas de conformidad correspondientes de Instalador y PROPIEDAD. Es facultad de la Dirección de Obra adjuntar con el acta relación de puntos pendientes, cuya menor incidencia en el funcionamiento de la instalación permitan la

recepción de la obra, quedando claro el compromiso del instalador de su corrección en un plazo a determinar.

I.C.-59/2

Desde el momento en que la Dirección de Obra acepte la recepción provisional, se contabilizarán los períodos de garantía establecidos, tanto de los elementos, como de su montaje. Durante este período es obligación del Instalador la reparación, reposición o modificación de cualquier defecto o anomalía, salvo los originados por uso o mantenimiento, todo ello sin ningún coste para la PROPIEDAD y programado según ésta para que no afecte al uso y explotación del edificio. Asimismo, será obligación del Instalador atender a las consultas y/o reclamaciones que la PROPIEDAD, usuario y/o Dirección de Obra puedan necesitar, comprometiéndose a acudir al edificio a efectuar cuantas comprobaciones se le solicite. Este trabajo queda plenamente incluido en el alcance de los trabajos de obra del Instalador, salvo que lo indique expresamente como excluido de su Oferta.

B. RECEPCION DEFINITIVA

Transcurrido el plazo contractual de garantía y subsanados todos los defectos advertidos en la instalación, el Instalador notificará a la PROPIEDAD, con quince días mínimos de antelación, el cumplimiento del período. Caso de que la PROPIEDAD no objetara ningún punto pendiente, la Dirección de Obra emitirá el acta de recepción definitiva, quedando claro que la misma no estará realizada y, por lo tanto, la instalación seguirá en garantía hasta la emisión del mencionado Documento.