

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



***Trabajo Fin de Grado***

**CLIMATIZACIÓN DE UNA NAVE  
INDUSTRIAL**

**(Air conditioning of an industrial building)**

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA EN  
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

**Autor: Víctor Fernández Gárate**

**Febrero-2017**

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer en primer lugar a Manuel Odriozola, quien me ha guiado y ayudado en la realización de este proyecto, además de darme la oportunidad de llevar a cabo un proyecto sobre un tema que me gusta.

Agradecer también a toda mi familia, en especial a mis padres y a mi hermano, el esfuerzo que han hecho para permitirme realizar esta carrera, la confianza y todo el apoyo mostrado hacia mi persona, este triunfo también es vuestro.

Por último, pero no menos importante, agradecer a todos mis amigos, en especial a “Les Sublimes” porque son una parte fundamental para mí y con quienes he compartido los mejores momentos de mi vida y a “Los 10” por todos los buenos momentos vividos durante la carrera.

# **ÍNDICE GENERAL**

# ÍNDICE GENERAL

1. Memoria.
2. Anexos.
  - 2.1 Anexo I: Cálculo de cerramientos.
  - 2.2 Anexo II: Cálculo de cargas.
  - 2.3 Anexo III: Cálculo de equipos.
  - 2.4 Anexo IV: Cálculo de tuberías y depósitos.
  - 2.5 Anexo V: Cálculo de la red de conductos.
  - 2.6 Anexo VI: Tablas.
3. Planos.
4. Pliego de condiciones.
5. Presupuesto.
6. Catálogos.
7. Bibliografía.



**MEMORIA**

# ÍNDICE

|     |                                                |    |
|-----|------------------------------------------------|----|
| 1.  | INTRODUCCIÓN.....                              | 3  |
| 2.  | CONTENIDO DEL PROYECTO .....                   | 4  |
| 3.  | OBJETIVO .....                                 | 4  |
| 4.  | DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y EMPLAZAMIENTO ..... | 5  |
| 5.  | HORARIO DE FUNCIONAMIENTO.....                 | 5  |
| 6.  | CONDICIONES.....                               | 6  |
| 6.1 | CONDICIONES EXTERIORES .....                   | 6  |
| 6.2 | CONDICIONES INTERIORES.....                    | 7  |
| 7.  | CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS .....            | 9  |
| 8.  | CARGAS TÉRMICAS .....                          | 10 |
| 8.1 | CÁLCULO DE CARGAS SENSIBLES .....              | 11 |
| 8.2 | CÁLCULO DE CARGAS LATENTES.....                | 15 |
| 9.  | SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ELEGIDO .....         | 17 |
| 9.1 | CENTRALES DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR .....  | 19 |
| 9.2 | DEPÓSITO DE INERCIA .....                      | 22 |
| 9.3 | VASO DE EXPANSIÓN .....                        | 23 |
| 9.4 | BOMBAS.....                                    | 24 |
| 9.5 | RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA .....              | 25 |
| 9.6 | RED DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE .....              | 26 |
| 9.7 | UNIDADES DE IMPULSIÓN DE AIRE .....            | 27 |
| 9.8 | DIFUSORES DE IMPULSIÓN .....                   | 28 |
| 9.9 | REJILLAS DE RETORNO .....                      | 28 |
| 10. | FUENTES DE ENERGÍA EMPLEADAS .....             | 29 |

|      |                                             |    |
|------|---------------------------------------------|----|
| 11.  | SISTEMA ELÉCTRICO Y SISTEMA DE CONTROL..... | 29 |
| 12.  | SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA.....        | 31 |
| 12.1 | INCRUSTACIONES .....                        | 31 |
| 12.2 | CORROSIÓN.....                              | 33 |
| 12.3 | CRECIMIENTOS ORGÁNICOS .....                | 34 |
| 13.  | CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA .....          | 35 |
| 14.  | PRESUPUESTO GENERAL.....                    | 36 |

# 1. INTRODUCCIÓN

Según la RAE, climatizar es “dar a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad del aire y a veces también de presión, necesarias para la salud o la comodidad de quienes lo ocupan”.

En este proyecto, se pretende diseñar un sistema de climatización que cumpla con la definición de “climatizar” y satisfaga las condiciones de temperatura, humedad y calidad del aire en toda la nave industrial.

Para buscar el confort en la instalación, se deben calcular las cargas que producen el desequilibrio energético del edificio. Cuando se ha averiguado qué perturba y cuando el nivel energético, se deben aportar unas cargas en sentido contrario a las que producen el desnivel para conseguir el equilibrio.

Existen tres métodos de transmisión de calor:

- **Conducción:** consiste en la transferencia de calor entre dos puntos de un cuerpo que se encuentran a diferente temperatura sin que se produzca transferencia de materia entre ellos.
- **Convección:** en este sistema interviene un fluido (gas o líquido) en movimiento que transporta la energía térmica entre dos zonas. La transmisión de calor puede ser natural o forzada.
- **Radiación:** es el calor emitido por un cuerpo debido a su temperatura, en este caso no existe contacto entre los cuerpos ni fluidos intermedios que transporten calor.

Las formas de desprendimiento de calor son:

- **Calor sensible:** es el calor agregado o eliminado de una sustancia que provoca un cambio de temperatura en el mismo.
- **Calor latente:** es aquel calor que agregado o eliminado de una sustancia, provoca un cambio de estado en el mismo, pero no provoca un cambio de temperatura.

## **2. CONTENIDO DEL PROYECTO**

El proyecto se compone de los siguientes apartados:

- Memoria: en la que se desarrolla y se justifica el sistema de climatización seleccionado
- Anexos: en los que se muestran todos los cálculos realizados para la obtención del sistema de climatización.
- Planos: en los que se muestran el diseño del sistema de climatización seleccionado.
- Pliego de condiciones: en el que se redactan los requisitos constructivos que debe cumplir la instalación.
- Presupuesto: en el que se calcula el coste de la obra.

## **3. OBJETIVO**

El objeto de este proyecto es la descripción y justificación técnica y normativa de la instalación de un sistema de climatización y calefacción diseñada para una nave destinada a la producción industrial situada en Santander. La instalación debe cumplir con todas las condiciones técnicas y legales.

Para conseguir el objetivo del proyecto, se lleva a cabo el diseño de la instalación de climatización y calefacción, el diseño de tuberías y conductos y la selección de los equipos frigoríficos y caloríficos, climatizadores y elementos de difusión y retorno.

La situación que sufre la nave industrial se divide en dos épocas: invierno y verano.

## **4. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO Y EMPLAZAMIENTO**

El edificio es una nave industrial que se encuentra en Santander, concretamente en el Polígono Industrial Elegarcu y que se destina en su totalidad a la producción industrial.

La nave que se va a acondicionar térmicamente es una nave rectangular que consta de una única planta. Tiene una altura de 5 metros. No tiene zona de oficinas ni vestuarios ya que es una nave destinada en su totalidad a la producción industrial. Está aislada y sin locales adosados, con fachadas en contacto con el exterior en todas las direcciones.

La superficie útil de la nave industrial es del 5000 m<sup>2</sup>.

La fachada principal, que consta de una puerta de entrada de 10 metros de ancho y 2 metros de alto, posee orientación al sur, mientras que el resto de fachadas que componen el edificio poseen orientaciones norte, este y oeste.

## **5. HORARIO DE FUNCIONAMIENTO**

El horario de funcionamiento de la nave es de Lunes a Viernes (5 días a la semana) de 8:00 a 20:00 (12 horas de trabajo) sin interrupciones. Se busca adaptar el funcionamiento de la nave al horario de trabajo, mediante un sistema de control que contiene temporizadores de arranque y parada, aunque también existe la posibilidad de realizarlo de manera manual.

## 6. CONDICIONES

### 6.1 CONDICIONES EXTERIORES

Según la norma ITE 02.3<sub>[3]</sub> la elección de las condiciones exteriores se realiza en función de los niveles percentiles. Los niveles percentiles a considerar según la norma UNE 100014:2004<sub>[4]</sub> son del 2.5% en verano y del 97.5% en invierno.

Se obtienen los datos climáticos del emplazamiento de la nave (Santander) a partir de la Tabla A6.1. de los anexos ("Condiciones exteriores del proyecto"), en la que existe una relación de aproximación con los percentiles considerados de la norma anterior (2.5%  $\approx$  1% en verano y 97.5%  $\approx$  99% en invierno). Los datos obtenidos son:

- Latitud: 43° 29' 30" Norte.
- Altitud sobre el nivel del mar: 52 m.
- Temperatura seca para el régimen de calefacción: 4.7°C.
- Temperaturas seca y húmeda coincidentes para el régimen de refrigeración: 24.2°C y 20.1°C.
- Humedad relativa para régimen de calefacción: 81%.
- Temperatura del terreno más desfavorable: 9.2°C.
- Oscilación máxima de temperatura en verano: 9.2°C.

La calidad del aire exterior (ODA) se clasifica de acuerdo con los siguientes niveles:

- ODA 1: aire puro que se ensucia sólo temporalmente (por ejemplo polen).
- ODA 2: aire con concentraciones altas de partículas y, o de gases contaminantes.
- ODA 3: aire con concentraciones muy altas de gases contaminantes (ODA 3G) y, o de partículas (ODA 3P)

La calidad del aire exterior de Santander es ODA 1.

## 6.2 CONDICIONES INTERIORES

De acuerdo a la norma IT 1.1.4.1.2.<sup>[3]</sup>, las condiciones interiores de la temperatura y la humedad relativa se fijan en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de insatisfechos, y estarán comprendidas entre los siguientes límites:

Tabla M.1. Condiciones interiores de diseño<sup>[3]</sup>

| Estación | Temperatura operativa<br>°C | Humedad relativa<br>% |
|----------|-----------------------------|-----------------------|
| Verano   | 23...25                     | 45...60               |
| Invierno | 21...23                     | 40...50               |

Las condiciones interiores de nuestro proyecto son las siguientes:

- Temperatura seca en verano: 23°C.
- Temperatura seca en invierno: 22 °C.
- Humedad relativa en verano: 50%.
- Humedad relativa en invierno: 50%.

Se dispone de un sistema de ventilación que aporte el suficiente caudal de aire exterior que evite, en la nave industrial, la formación de elevadas concentraciones de contaminantes. En función del uso del local, la calidad del aire interior (IDA) que se debe alcanzar es, como mínimo, la siguiente:

- IDA 1 (aire de óptima calidad, 20 l/s·pers).
- IDA 2 (aire de buena calidad, 12,5 l/s·pers).
- IDA 3 (aire de calidad media, 8 l/s·pers).
- IDA 4 (aire de calidad baja, 5 l/s·pers).

En nuestro proyecto se debe alcanzar una calidad del aire interior IDA

3.



Las clases de filtración mínimas a emplear, en función de la calidad del aire exterior (ODA) y de la calidad del aire interior requerida (IDA), se muestran en la siguiente tabla:

Tabla M.2. Clases de filtración.<sup>[3]</sup>

|       | IDA 1        | IDA 2        | IDA 3 | IDA 4 |
|-------|--------------|--------------|-------|-------|
| ODA 1 | F9           | F8           | F7    | F6    |
| ODA 2 | F7/F9        | F8           | F7    | F6    |
| ODA 3 | F7/F9        | F6/F8        | F6/F7 | G4/F6 |
| ODA 4 | F7/F9        | F6/F8        | F6/F7 | G4/F6 |
| ODA 5 | F6/GF/F9 (*) | F6/GF/F9 (*) | F6/F7 | G4/F6 |

(\*) Se deberá prever la instalación de un filtro de gas o un filtro químico (GF) situado entre las dos etapas de filtración.

En nuestro proyecto, por lo tanto, se utiliza la clase de filtración F7.

Las instalaciones térmicas de los edificios deben cumplir la exigencia del documento DB-HR Protección frente al ruido<sup>[5]</sup> del Código Técnico de la Edificación, el cual exige un valor máximo de 50 dB.

## 7. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Las características constructivas de la nave industrial son de gran importancia para obtener un buen rendimiento de nuestro sistema de climatización. Una vez conocemos la composición de los distintos cerramientos de la nave, calculamos sus Coeficientes de Transmisión Térmica "U", usando la DB-HE1<sub>[6]</sub>.

Todos estos cálculos se muestran en el Anexo 1.

La composición de los diferentes cerramientos es la siguiente:

- Fachada:
  - Bandeja en chapa galvanizada.
  - Poliestireno expandido.
  - Cámara de aire.
  - Separador en chapa galvanizada.
  - Panel TRESPA.
- Cubierta:
  - Chapa grecada.
  - Relleno de lana de roca.
  - Espuma rígida de poliuretano expandido.
  - Chapa grecada.
- Suelo:
  - Capa compresora hormigón armado.
  - Forjado bóveda de hormigón.
  - Poliestireno extruido.
  - Pavimento terrazo y acabado mortero.

Los distintos cerramientos tienen los siguientes coeficientes de transmisión térmica "U":

Tabla M.3. Coeficiente de transmisión térmica de los cerramientos

| <b>CERRAMIENTO</b> | <b>U (W/m<sup>2</sup>.K)</b> |
|--------------------|------------------------------|
| FACHADA            | 0.6164                       |
| CUBIERTA           | 0.374                        |
| SUELO              | 0.4761                       |
| PUERTA             | 4.5                          |

No es necesario realizar limitación del consumo energético (Sección HE 0<sub>[6]</sub>) y de la limitación de la demanda energética (Sección HE 1<sub>[6]</sub>) ya que se excluyen del ámbito de aplicación las naves industriales.

## 8. CARGAS TÉRMICAS

La carga térmica se entiende como un fenómeno que tiende a modificar la temperatura la temperatura del aire o su contenido en humedad.

El conocimiento de las cargas térmicas es imprescindible a la hora de diseñar un sistema de climatización de un edificio. Para dicho diseño, hay que calcular las cargas térmicas para las situaciones de verano y de invierno, dimensionando la instalación para la situación más desfavorable.

Según la procedencia se pueden distinguir dos grupos, interiores y exteriores.

En el cálculo de las cargas térmicas, se añade un coeficiente de seguridad del 10%.

### CARGAS INTERIORES

- Cargas por ocupación: Las personas que ocupan un local generan calor sensible ya que su temperatura es mayor (unos 37°C) que la del local, y calor latente debido al sudor. Estos dos calores pueden variar dependiendo del grado de actividad y temperatura ambiente.
- Cargas por iluminación: El alumbrado constituye una fuente de calor sensible.
- Cargas por equipos: Estas cargas pueden ser tanto sensibles como latentes dependiendo del tipo de máquina o motor que haya en el local.

### CARGAS EXTERIORES

- Cargas por transmisión a través de fachadas, techos y suelos: estas cargas de tipo sensible se deben a la diferencia entre las temperaturas del aire que baña sus caras exteriores e interiores y al calor solar absorbido por las exteriores.
- Cargas por ventilación: Estas cargas, tanto sensibles como latentes, se deben a la introducción de aire externo, que se encuentra a diferente temperatura y diferente porcentaje de vapor de agua, para mantener el aire del interior del edificio con un grado de pureza adecuado.

## **8.1 CÁLCULO DE CARGAS SENSIBLES**

A continuación se detallan los procedimientos para calcular las cargas sensibles.

### CARGAS POR TRANSMISIÓN A TRAVÉS DE CERRAMIENTOS

Existen cuando hay una diferencia de temperatura entre el muro interior y la temperatura ambiente fuera de la nave.

Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Q_T = S \cdot U \cdot C_o \cdot (T_i - T_e)$$

Donde:

|       |                                                                                |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_T$ | Carga térmica por transmisión (W)                                              |
| $S$   | Superficie del muro expuesta a la diferencia de temperaturas (m <sup>2</sup> ) |
| $U$   | Coeficiente de transmisión térmica del cerramiento (W/m <sup>2</sup> ·K)       |
| $C_o$ | Coeficiente de orientación del cerramiento                                     |
| $T_i$ | Temperatura proyectada en la nave (°C)                                         |
| $T_e$ | Temperatura ambiente del exterior de la nave (°C)                              |

Los valores del coeficiente de orientación del cerramiento se muestran en la siguiente tabla:

Tabla M.9. Coeficiente de orientación del cerramiento

| MATERIAL | ORIENTACIÓN | FACTOR DE VIENTO |
|----------|-------------|------------------|
| MURO     | NORTE       | 1.2              |
| CRISTAL  |             | 1.35             |
| MURO     | SUR         | 1                |
| CRISTAL  |             | 1                |
| MURO     | ESTE        | 1.15             |
| CRISTAL  |             | 1.25             |
| MURO     | OESTE       | 1.1              |
| CRISTAL  |             | 1.2              |
| CUBIERTA | HORIZONTAL  | 1                |

### CARGAS POR VENTILACIÓN

Para el cálculo de estas cargas se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{sv} = Q_v \cdot C_e \cdot \delta \cdot (T_i - T_e)$$

Donde:

|          |                                                   |
|----------|---------------------------------------------------|
| $Q_{sv}$ | Carga térmica sensible por ventilación (Kcal/h)   |
| $Q_v$    | Caudal de aire aportado ( $m^3/h$ )               |
| $C_e$    | Calor específico del aire (Kcal/kg·°C)            |
| $\delta$ | Densidad del aire ( $kg/m^3$ )                    |
| $T_i$    | Temperatura proyectada en la nave (°C)            |
| $T_e$    | Temperatura ambiente del exterior de la nave (°C) |

El calor específico del aire es 0.24 Kcal/kg·°C, y la densidad del aire (a 10°C) es de 1.24 kg/m<sup>3</sup>, por lo que el producto de ambas es igual a 0.29 Kcal/m<sup>3</sup>·°C

Según las condiciones anteriormente descritas, la calidad de aire debe ser IDA 3. EL caudal de aire aportado debe ser por lo tanto, según el RITE<sub>[2]</sub>, de 8 dm<sup>3</sup>/s por persona, o lo que es lo mismo, de 28.8 m<sup>3</sup>/h por persona.

Estas cargas se obtienen en Kcal/h, pero se muestran en W mediante la siguiente igualdad:

$$1 \text{ W} = 0.86 \text{ Kcal/h}$$

### CARGAS POR OCUPACIÓN

Para calcular las cargas por ocupación, hay que estimar el número de personas que van a estar en la nave. Para ello, en función de la utilidad que se va a dar a la nave, se toma un grado de ocupación de 12 m<sup>2</sup>/ocupante.

Además, hay que conocer tanto la carga sensible como latente por persona y por grado de actividad que se da en la nave y que se obtiene de la Tabla A6.5. de los anexos. En este caso:

- Para refrigeración: carga sensible 80 Kcal/h por persona
- Para calefacción: carga sensible 86 Kcal/h por persona

A partir de estos datos, se calculan las cargas por ocupación mediante la siguiente fórmula:

$$Q_o = \frac{S}{Ocupación} \cdot q_o$$

Donde:

|       |                                       |
|-------|---------------------------------------|
| $Q_o$ | Carga sensible por ocupación (Kcal/h) |
| $S$   | Superficie de la nave ( $m^2$ )       |
| $q_o$ | Carga sensible por persona (Kcal/h)   |

Estas cargas se obtienen en Kcal/h, pero se muestran en W mediante la siguiente igualdad:

$$1 \text{ W} = 0.86 \text{ Kcal/h}$$

### CARGAS POR ILUMINACIÓN

Para el cálculo de la carga térmica sensible aportada por la iluminación, se considera que la potencia de las lámparas de iluminación se transforma en calor sensible y se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_i = S \cdot POT \cdot f$$

Donde:

|       |                                                                |
|-------|----------------------------------------------------------------|
| $Q_i$ | Carga sensible por iluminación (W)                             |
| $S$   | Superficie de la nave ( $m^2$ )                                |
| $POT$ | Potencia de las lámparas de iluminación de la nave ( $W/m^2$ ) |
| $f$   | Factor de la lámpara.                                          |

La nave industrial utiliza lámparas incandescentes con una potencia del 5 W/m<sup>2</sup>. Las lámparas incandescentes tienen un factor igual a la unidad.

### CARGAS POR EQUIPOS O MAQUINARIA

Para el cálculo de cargas por equipos o maquinaria, se considera que la potencia íntegra de las maquinas y equipos que se encuentren en la nave se transforma en calor sensible.

En nuestra nave industrial, debido a la utilidad que se la va a dar, se considera una maquinaria con una potencia sensible de 10 W/m<sup>2</sup>.

## **8.2 CÁLCULO DE CARGAS LATENTES**

### CARGAS POR OCUPACIÓN

Se calculan utilizando la misma fórmula que para las cargas sensibles, cambiando los valores de la carga por persona. Ahora:

- Para refrigeración: carga latente 109 Kcal/h por persona.
- Para calefacción: carga latente 103 Kcal/h por persona.

### CARGAS POR VENTILACIÓN

El cálculo de estas cargas se realiza utilizando la siguiente fórmula:

$$Q_{lv} = Q_v \cdot 0.084 \cdot (W_e - W_i)$$



Donde:

$Q_{lv}$  Carga latente por ventilación (W)

$Q_v$  Caudal de ventilación ( $m^3/h$ )

$(W_e - W_i)$  Diferencia entre la humedad absoluta del aire exterior e interior de la nave (gr/kg)

### CARGAS POR EQUIPOS O MAQUINARIA

Para el cálculo de cargas por equipos o maquinaria, se considera que la potencia íntegra de las maquinas y equipos que se encuentren en la nave se transforma en calor sensible.

En nuestra nave industrial, debido a la utilidad que se la va a dar, se considera una maquinaria con una potencia latente de  $5 \text{ W/m}^2$ .

## 9. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN ELEGIDO

Con el sistema de climatización se busca proporcionar un ambiente confortable a los trabajadores de la nave. Esto se consigue con un control simultáneo de temperatura, humedad, limpieza, sonoridad y distribución del aire en toda la nave.

El sistema de climatización elegido es un sistema todo aire, cuya misión es anular las cargas térmicas mediante la entrada de aire a temperatura variable. Este tipo de sistema presenta las siguientes ventajas:

- Los servicios están fuera de zonas ocupadas.
- Permiten manejar elevados volúmenes de aire exterior.
- El cambio de modo frío a calor es más fácil, por presentar menos inercia que los sistemas de agua.
- Posibilidad de realizar el enfriamiento gratuito.
- Es silencioso.

Sin embargo, presenta una gran desventaja, que es su elevado coste.

Los sistemas todo aire, el aire es impulsado a los locales a climatizar mediante las unidades de tratamiento (UTA), más conocidas como climatizadores. Estos equipos van situados en la cubierta de la nave y se diseñan en función de las condiciones más desfavorables. Los climatizadores están constituidos por los siguientes elementos:

- Caja de mezcla: formada por una caja con compuertas de aire que permite ajustar la cantidad de aire de retorno, aire exterior y expulsión.
- Filtros: impiden el paso de partículas arrastradas por el aire.
- Ventiladores: son los encargados de aportar al aire la presión necesaria para alcanzar el punto más alejado del sistema. Para ello

han de vencer la pérdida de carga que existe en conductos y accesorios.

- Baterías de frío y calor: formadas por un serpentín de cobre con aletas de aluminio, conectado al circuito de la caldera y enfriadora, por el que hacemos pasar el aire que llega de la caja de mezcla.
- Sección humidificación: es una equipo que inyecta agua al flujo de aire, aumentando su humedad relativa
- Sección recuperación: es un equipo que sirve para recuperar el calor del aire de extracción del local.

La caldera y el enfriador van situados en la mitad de la cubierta, con el fin de repartir el peso sobre la cubierta.

En este proyecto, se utiliza un solo climatizador marca BIKAT serie BK 30, situado en la cubierta. Esto supone la desventaja de que en caso de fallo o avería, la nave se queda sin climatización, pero al mismo tiempo, esto supone que el precio de la instalación sea mucho menor.

El climatizador utilizado en la instalación, se calcula a partir de las condiciones interiores y exteriores, empleando el diagrama psicrométrico. Todos estos cálculos están expuestos con detalle en el Anexo 3.

Para determinar la pérdida de carga total que debe superar el ventilador del climatizador, hay que calcular la pérdida de carga en el tramo de mayor resistencia, que incluye la pérdida de carga al final del tramo en difusores y rejillas. Todos estos cálculos están expuestos con detalle en el Anexo 5.

Las baterías de frío y calor del climatizador se dimensionan de forma independiente.

Una vez seleccionado el climatizador, se calcula el caudal de agua que necesitan tanto la batería de frío, como la de calor. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{agua}} = \frac{P \cdot 0.86}{\Delta T \cdot \delta \cdot C_e}$$

Donde:

|                   |                                                                                   |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| $Q_{\text{agua}}$ | Caudal de agua fría o caliente necesario para las baterías (l/h)                  |
| $P$               | Potencia frigorífica o calorífica que requiere la nave (W)                        |
| $\Delta T$        | Diferencia de temperatura para los circuitos de agua fría y de agua caliente (°C) |
| $\delta$          | Densidad del agua (kg/dm <sup>3</sup> )                                           |
| $C_e$             | Calor específico del agua (Kcal/kg·°C)                                            |

Los incrementos de temperatura son:

- 5°C para el circuito de agua fría (12°C – 7°C).
- 20°C para el circuito de agua caliente (90°C – 70°C)

## **9.1 CENTRALES DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR**

Las unidades de producción de frío y calor deben satisfacer las demandas térmicas de la nave, buscando obtener el mayor rendimiento energético posible.

### **CENTRAL TÉRMICA**

La central térmica está situada en el centro de la cubierta y su función es la producción de agua caliente. Está formada por calderas, que transforman la energía del combustible en calor para calentar el agua proveniente del elemento terminal, el climatizador.

Los humos generados por la caldera son expulsados al exterior mediante una chimenea.

Para elegir correctamente el equipo apropiado, se calcula la demanda máxima de potencia calorífica de la nave, que es la del climatizador, la cual es de 226.49 kW.

A partir de esta demanda máxima, se selecciona la caldera a partir del catálogo comercial. Se ha seleccionado una caldera de gas marca TRISTAR modelo 240, cuyas características se pueden ver en el catálogo, situado en el Anexo 7.

La central térmica se encuentra en la sala de calderas, la cual debe cumplir con la normativa UNE 60601:2006<sup>[4]</sup>. Esta norma establece los requisitos exigibles a los locales o recintos que alberguen, bien generadores destinados a la producción de calor o frío mediante fluido caloportador, cuya potencia útil nominal conjunta sea superior a 70 kW.

Para hacer cumplir esta norma, la sala de calderas tiene unas dimensiones de 15 metros de ancho, 20 metros de largo y 3 metros de alto. Además, tiene una puerta de acceso de 1 metro de ancho y dos metros de alto, provista de cerradura con llave desde el exterior y de fácil apertura desde el interior.

La sala de calderas se encuentra situada en la cubierta de la nave industrial como se muestra en los planos. Estos locales y equipos deben cumplir con la legislación vigente en materia de seguridad, protección contra incendios, protección frente al ruido, seguridad estructural, electricidad e iluminación.

Debe asegurarse que los elementos estructurales puedan soportar los esfuerzos mecánicos a los que vayan a ser sometidos. No se permite el uso de la sala de calderas para otros fines distintos a su función. La conexión entre las máquinas y la chimenea debe ser perfectamente accesible.

### CENTRAL ENFRIADORA

La central enfriadora se encuentra situada en el exterior, en el centro de la cubierta.

La central enfriadora consta de cuatro elementos principales: condensador, evaporador, compresor y válvula. Con estos cuatro elementos, se extrae el calor generado en el climatizador mediante el enfriamiento del agua proveniente del mismo.

Para elegir correctamente el equipo apropiado, se calcula la demanda máxima de potencia frigorífica de la nave, que es la del climatizador, la cual es de 246.58 kW.

A partir de esta demanda máxima, se selecciona la enfriadora a partir del catálogo comercial. Se ha seleccionado una enfriadora marca CARRIER modelo 30XAS 282.

## 9.2 DEPÓSITO DE INERCIA

El depósito de inercia es un tanque de acumulación de agua colocado en serie con el circuito de agua fría cuyo objetivo es reducir el número de arranques del equipo.

El trabajo de este elemento es acumular agua cuando la enfriadora está funcionando, y suministrar agua al circuito cuando la enfriadora está parada.

El volumen que debe tener el depósito de inercia se calcula restando al volumen total de agua en la instalación, el volumen total de la instalación de tuberías de agua fría.

Para calcular el volumen total de agua en la instalación se utiliza la siguiente fórmula:

$$V_{\text{total}} = \frac{POT_{\text{frig}} \cdot 3600 \cdot t}{\Delta T \cdot C_p \cdot \rho \cdot 60}$$

Donde:

|                     |                                                            |
|---------------------|------------------------------------------------------------|
| $V_{\text{total}}$  | Volumen total de agua de la instalación (m <sup>3</sup> ). |
| $POT_{\text{frig}}$ | Potencia frigorífica de la enfriadora (kW)                 |
| $t$                 | Tiempo de reacción de los sensores (min)                   |
| $\Delta T$          | Incremento máximo de la temperatura durante la parada (°C) |
| $C_p$               | Calor específico del agua (kJ/kg·°C)                       |
| $\rho$              | Densidad del agua (kg/m <sup>3</sup> )                     |

Todos los cálculos realizados para determinar el depósito de inercia necesario están desarrollados en el Anexo 4.

A partir de los cálculos obtenidos, se selecciona un depósito de inercia de la marca COUSINOX modelo DIFE-VS 1500, de 1250 litros.

### 9.3 VASO DE EXPANSIÓN

El vaso de expansión tiene la función, según la norma UNE 100155:2004<sup>[4]</sup>, de absorber las variaciones de volumen del fluido contenido en un circuito cerrado al variar su temperatura, manteniendo la presión entre límites preestablecidos e impidiendo, al mismo tiempo, pérdidas y reposiciones de la mas del fluido.

Se calcula solo para el circuito de agua caliente, que es único circuito en el que se puede producir una dilatación del agua, debido al incremento de temperatura que hay en la red.

El cálculo del vaso de expansión se lleva a cabo mediante los siguientes pasos:

- Se calcula el volumen total de agua caliente.
- Se determina la temperatura máxima de funcionamiento del sistema, en nuestro caso de 70°C.
- Se calcula el coeficiente de expansión a partir de la temperatura máxima de funcionamiento del sistema, mediante la siguiente expresión:

$$C_e = (3.24 \cdot T^2 + 102.13 \cdot T - 2708.3) \cdot 10^{-6}$$

- Se calcula el coeficiente de presión a partir de las presiones de trabajo mediante la siguiente expresión:

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

Donde:

|       |                                                       |
|-------|-------------------------------------------------------|
| $P_M$ | Presión máxima de funcionamiento en el circuito (bar) |
| $P_m$ | Presión mínima en el vaso (bar)                       |



- Se calcula el volumen del vaso de expansión mediante la siguiente fórmula:

$$V_{\text{VASO}} = V_{\text{total}} \cdot C_e \cdot C_p$$

Todos los cálculos realizados para determinar el vaso de expansión necesario están desarrollados en el Anexo 4.

A partir de los cálculos obtenidos, se selecciona un vaso de expansión 15 AMR, de 10 litros.

## 9.4 **BOMBAS**

Las bombas se utilizan en la red de tuberías para asegurar la circulación del agua por los circuitos y su posterior retorno a la caldera y enfriadora.

Para su selección, se calcula la pérdida de carga total que debe satisfacer para el tramo más desfavorable, tanto para el agua fría como caliente, añadiendo un coeficiente de seguridad del 5%.

Es importante tener en cuenta que es la pérdida de carga más desfavorable multiplicada por dos ya que el fluido tiene también que retornar.

Se sitúa una bomba a la salida de la caldera y de la enfriadora. En paralelo a cada una de ellas, se coloca otra igual con el fin de que en caso de fallo, avería o mantenimiento, sea la otra bomba la que funcione.

Las bombas seleccionadas son:

- Tuberías de agua fría: Bomba de la marca EBARA, modelo ELINE 65-160 1.1B, para pérdidas de carga de 4 m.c.a. y caudales de 45 m<sup>3</sup>/h.
- Tuberías de agua caliente: Bomba de la marca EBARA, modelo ELINE 65-160 1.1B, para pérdidas de carga de 4 m.c.a. y caudales de 10 m<sup>3</sup>/h.

## **9.5 RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA**

La red de distribución de agua es la encargada de transportar el agua desde la caldera o enfriadora hasta el climatizador.

En las tuberías por las que circula agua, existe una pérdida de presión que depende del diámetro del tubo, de la velocidad del agua, de la rugosidad de la superficie interior de la longitud del tubo.

La red de distribución de agua está formada por tuberías de acero galvanizado, de 4" de diámetro para el agua fría, y de 2<sup>1/2</sup>" para el agua caliente, debidamente aislados.

Ambos circuitos, frío y caliente, son aislados mediante manta de lana de vidrio Isoair 40, cumpliendo la normativa ITE 02.10<sub>[3]</sub>.

Se realiza el trazado de la red a lo largo de la instalación, siendo una red para el caudal de impulsión y otra para el de retorno, tanto para agua fría como para agua caliente. Es por eso, por lo que decimos que es una instalación a cuatro tubos.

Para el llenado de la instalación, se instalan unas acometidas desde la red de fontanería, provistas de un manómetro.

Se instala un sistema de dosificación de agua en el que se añaden los productos anticongelantes y anticorrosivos necesarios para el correcto funcionamiento del circuito, situado en el sistema de llenado de la instalación.

Cada circuito hidráulico dispone de una bomba para su activación. Además, se coloca una segunda bomba en paralelo a la otra, para en caso de fallo, avería o mantenimiento de la primera, no detener el sistema y que este pueda seguir trabajando. El caudal en el circuito se mantiene constante. Estas bombas, transportan el agua hasta los colectores, que se encargan de impulsar el agua hasta el climatizador. Las bombas disponen de una válvula antirretorno y de un manómetro.

Se instalan antivibratorios de acuerdo a la norma UNE 100156<sub>[4]</sub> que

se colocan a la salida del agua de la caldera y de la enfriadora y a la entrada de agua de las bombas.

Todos los circuitos de agua llevan intercalados sus correspondientes filtros según los diámetros de las tuberías y conforme a la normativa vigente. Se suministran filtros de la marca BIDARTE tipo "Y".

Se instalan válvulas de compuerta intercaladas con el fin de poder cortar el suministro de agua que llega al climatizador cuando sea preciso. Todos los elementos disponen de una válvula de compuerta a la entrada y salida.

La zona de la caldera está provista de una válvula de seguridad, un separador hidráulico con su purgador, una válvula de 3 vías motorizada, y sus correspondientes válvulas de compuerta.

Se instalan manómetros en la entrada y salida del enfriador. Además, se instalan manómetros y termómetros en todos los puntos de entrada y salida del climatizador.

El esquema de la red se puede ver en los planos correspondientes a los detalles de principio.

Todo el dimensionado de la red de distribución de agua se puede ver en el Anexo 4.

## **9.6 RED DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE**

La distribución de aire se realiza mediante conductos rectangulares de chapa de acero galvanizado que presentan un factor de rugosidad de 0.9. Estos conductos son de diferentes tamaños según las necesidades, y discurren por los lugares indicados en los planos.

En todos los conductos por los que circula aire, existe una continua pérdida de presión, conocida como pérdida de carga por rozamiento, y se debe a los choques y rozamiento del aire con las paredes del conducto.

Estas pérdidas dependen de cuatro factores: velocidad, rugosidad, sección de paso y caudal.

La red de distribución de aire consta de dos tipos de conductos:

- Impulsión: estos conductos llevan el aire del climatizador hasta la nave.
- Retorno: estos conductos extraen el aire usado de la nave mediante rejillas.

El cálculo de la red de distribución de aire, que se realiza mediante el método de pérdida de carga constante, está mostrado y detallado en el Anexo 5.

## **9.7 UNIDADES DE IMPULSIÓN DE AIRE**

Las unidades de impulsión de aire que se utilizan son ventiladores, que permiten hacer llegar el aire de los conductos al punto con más pérdida de carga de la red.

En este proyecto, hay dos ventiladores, uno de impulsión y otro de retorno. Estos ventiladores son centrífugos, que consisten en una rueda de álabes que gira haciendo que la corriente que entra en el sentido del eje, salga en el sentido radial.

En la selección de los ventiladores del climatizador, se tienen en cuenta las pérdidas de carga en la impulsión en los conductos y los difusores, y las pérdidas de carga en el retorno de los conductos y las rejillas, añadiendo un coeficiente de seguridad del 5%.

Todos estos cálculos realizados se muestran en el Anexo 5.

## **9.8 DIFUSORES DE IMPULSIÓN**

Se utilizan difusores para hacer llegar el caudal de impulsión al espacio que se desea climatizar. Para su selección, se han de tener en cuenta una serie de factores como el caudal, alcance y nivel sonoro.

Se debe hacer cumplir la normativa referente a ruidos, que según la normativa ITE 02.2.3.1<sub>[3]</sub>, la cantidad de ruido que produce el aire al pasar por el difusor no supere los 55 dB.

Todos los cálculos para la selección de los difusores se muestran en el Anexo 5, y su distribución se puede ver en los planos adjuntos.

A partir de los cálculos obtenidos, se suministran 20 difusores circulares cónicos de la marca FRANCE AIR modelo DAU 03-250 con un caudal de impulsión de 1250 m<sup>3</sup>/h cada uno.

## **9.9 REJILLAS DE RETORNO**

Las rejillas de retorno son los elementos que permiten el paso del aire de retorno que es conducido de nuevo al climatizador. Nos permiten también un mayor ahorro de energía y lo que es mejor, permiten hacer un mejor uso del aire, con lo que conseguiremos un mejor mantenimiento y rendimiento de la instalación.

Se seleccionan directamente a partir de caudal de aire y a partir de los niveles de ruido, los cuales son similares a los de los difusores.

Todos los cálculos para la selección de las rejillas se muestran en el Anexo 5, y su distribución se puede ver en los planos adjuntos.

A partir de los cálculos obtenidos, se suministran 15 rejillas de la marca KOOLAIR modelo 20-45-H (500x200) con un caudal de retorno de 800 m<sup>3</sup>/h cada una.

## 10. FUENTES DE ENERGÍA EMPLEADAS

Las fuentes de energía empleadas en este proyecto son:

- El gas natural, para la producción de agua caliente en la caldera
- La electricidad, para la producción de agua fría en el enfriador.

## 11. SISTEMA ELÉCTRICO Y SISTEMA DE CONTROL

Es necesario saber el consumo eléctrico total de la instalación de climatización para poder realizar el cálculo eléctrico. Para ello, calculamos el consumo eléctrico de los aparatos que forman la instalación, utilizando su catálogo.

Tabla M.10. Consumo eléctrico

| <b>ELEMENTO</b> | <b>CONSUMO (kW)</b> |
|-----------------|---------------------|
| ENFRIADOR       | 90                  |
| CLIMATIZADOR    | 3.3                 |
| BOMBAS          | 62                  |
| <b>TOTAL</b>    | <b>155.3</b>        |

La instalación cuenta con un cuadro general para la protección y maniobras. En la caja general de protección (CGP) se alojan los elementos de protección de las líneas generales de alimentación de una instalación eléctrica.

Las cajas deben cumplir con la normativa UNESA 1403<sup>[7]</sup>. Además, dentro de ellas se instalan fusibles en todos los conductores de fase, calibrados según la corriente de cortocircuito prevista en el punto de consumo y dispone de un borne para su conexión a tierra si procede.

Se recomienda que las cajas generales de protección sean de la Clase II (doble aislamiento o aislamiento reforzado)

Las canalizaciones eléctricas son tubos o canaletas de PVC sujetas a muros, paredes o techos con una separación máxima de 0.8 metros.

Los cables presentan un aislamiento de plástico con una tensión de servicio de 750 Voltios y una tensión de prueba no menor a 4000 Voltios.

Por otro lado, se instala un sistema de control digital que se encarga de gestionar el sistema entero, por medio de microprocesadores interconectados a un centro de control informático. Este equipo se encarga de arrancar o parar los equipos cuando sea preciso.

Según la normativa ITE 02.13 "Contabilización de Consumos"<sup>[3]</sup>, al tratarse de una fabrica industrial, se recomienda adoptar el horario de funcionamiento de la instalación climatizadora al horario de trabajo del personal, por medio de un reloj que regule la puesta en marcha y la parada de la instalación. Es recomendable realizar la parada de la instalación media hora o 45 minutos antes de finalizar la jornada, con el fin de conseguir un elevado ahorro.

## **12. SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA**

El agua que se utiliza en la instalación de climatización, puede causar los siguientes problemas:

- La formación de incrustaciones que reduce la conductibilidad térmica de los intercambiadores y la pérdida de carga en ellos.
- La corrosión, que puede ser debida en parte a que el agua absorba los gases del aire y ataque los metales. En las zonas industriales éste suele ser el mayor problema.
- Los crecimientos orgánicos de lodos y algas, que se forman bajo ciertas condiciones del ambiente que rodea la tubería, que pueden reducir la conductibilidad térmica o producir la corrosión y la perforación.

A continuación, se explica con más detalle cada uno de estos problemas. Para ello, nos basamos en la información que proporciona el “Manual de aire acondicionado” de Carrier<sup>[1]</sup>.

### **12.1 INCRUSTACIONES**

Cuando el agua se calienta o evapora, la posible formación de incrustaciones insolubles puede causar serios problemas en el sistema de climatización. Las incrustaciones forman una capa protectora que reduce la corrosión, sin embargo, también reduce la conductibilidad térmica de la conducción.



El depósito de incrustaciones más habitual es el carbonato cálcico, aunque también hay posibilidad de que existan pequeñas cantidades de carbonato magnésico y sulfato cálcico. Algunas aguas con gran contenido de hierro dejan también un depósito de óxido ferroso.

El agua que forma una incrustación ligera puede ser corrosiva, mientras que la que forma incrustaciones grandes es menos propensa a esta acción. Generalmente, las aguas corrosivas no forman incrustaciones. En el caso de que se haga un tratamiento equilibrado de las aguas, se debe buscar un agua que no sea corrosiva ni forme incrustaciones, o al menos que sean ligeras. Para predecir estas tendencias se utilizan dos índices: el índice de saturación de Langelier y el índice de estabilidad de Ryznar.

Para evitar o reducir la formación de incrustaciones, se pueden seguir varios métodos:

1. El aumento de la concentración de sólidos producido por la evaporación en un sistema de recirculación puede controlarse mediante drenaje acompañado de agua nueva.
2. La tendencia del carbonato cálcico a precipitar puede evitarse añadiendo ciertas sustancias químicas al agua, por ejemplo polifosfatos.
3. El pH del agua puede reducirse añadiendo un ácido, generalmente sulfúrico.
4. Para eliminar elementos como el calcio, magnesio o hierro, el agua puede sufrir un tratamiento previo a su utilización.

## **12.2 CORROSIÓN**

La corrosión es un problema muchas más importante que la formación de incrustaciones.

Los productos de la corrosión reducen la capacidad de las tuberías, aumentan las resistencias de rozamiento y los costes de bombeo. Además, tienen un volumen varias veces mayor que el del metal al que substituyen y con frecuencia pueden obstruir o taponar las tuberías de pequeño diámetro.

Pueden distinguirse diferentes tipos de corrosión:

- Corrosión uniforme.
- Corrosión por picaduras.
- Corrosión galvánica.
- Corrosión por pilas de concentración o celdillas.
- Erosión-corrosión.

Los principales factores que controlar las características corrosivas del agua son: la concentración de oxígeno disuelto, la temperatura, el contenido de anhídrido carbónico, el pH, los sólidos disueltos, los sólidos en suspensión y la velocidad.

La corrosión puede reducirse al mínimo mediante diferentes métodos:

1. Uso de inhibidores orgánicos o inorgánicos.
2. Formación de una película de carbonato cálcico en las superficies metálicas.
3. Control del pH entre 7.0 y 8.5.
4. Eliminación del aire por métodos mecánicos.

### **12.3 CRECIMIENTOS ORGÁNICOS**

Los crecimientos orgánicos más comunes son los generados por la formación de lodos y algas. Estos impiden la correcta transmisión de calor en los condensadores porque se adhieren fácilmente a las superficies depositando una capa muy aislante.

El tratamiento químico para combatir estos organismos es un método más eficaz que la limpieza mecánica, ya que dichos microorganismos se encuentran en muchas zonas inaccesibles.

Frecuentemente, los microorganismos que forman el lodo se hacen inmunes a un determinado algacida, aunque no al cloro, por lo que obliga a cambiar periódicamente el tipo de algacida utilizado.

Las sustancias químicas más empleadas en estos tratamientos son los fenoles clorados, especialmente en pentaclorofenato sódico, aunque también se utilizan el permanganato de potasio, el sulfato de cobre o el hipoclorito de calcio o sodio.

### **13. CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA**

La instalación de climatización debe cumplir con la Normativa Legal Vigente:

- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) (B.O.E. Abril de 2013).
- Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) al RITE.
- Documento Básico HE "Ahorro de Energía".
- Documento Básico HS "Salubridad".
- Documento Básico DB-HR "Protección Frente al Ruido".
- Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas (B.O.E. Febrero de 2011).
- Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (B.O.E. Agosto de 2002).
- Reglamento de Aparatos a Presión (B.O.E. Diciembre de 2008).
- Normativa UNE de Aplicación.
- Ordenanzas Municipales y de la Comunidad Autónoma.
- Normas de los Comités Técnicos de Normalización (CTN) de la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR), concretamente AEN/CTN 100 "Climatización".

La instalación de climatización diseñada en este proyecto cumple con todos los requisitos que exige la Normativa Legal Vigente.

## **14. PRESUPUESTO GENERAL**

El importe total de la instalación, montaje y puesta en marcha del sistema de climatización completo asciende a la cantidad de 182819.03 € (Ciento ochenta y dos mil ochocientos diez y nueve euros con tres céntimos).

**ANEXOS**

# **ANEXO I: CÁLCULO DE CERRAMIENTOS**

# ÍNDICE

|                                                                                       |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1. CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN TÉRMICA "U" DE<br>LOS CERRAMIENTOS..... | 2 |
| 1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CERRAMIENTOS .....                                         | 2 |
| 1.2 CALIDAD DE LOS CERRAMIENTOS .....                                                 | 2 |



# **1. CÁLCULO DE LOS COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN TÉRMICA "U" DE LOS CERRAMIENTOS**

## **1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS CERRAMIENTOS**

Consideramos que un cerramiento es un objeto físico que se utiliza para evitar el flujo de energía desde un foco caliente a uno frío, causado por una diferencia de temperaturas.

Para el cálculo de los Coeficientes de Transmisión Térmica "U" de los distintos cerramientos, se utiliza la actual DB-HE 1<sub>[6]</sub>.

## **1.2 CALIDAD DE LOS CERRAMIENTOS**

El coeficiente de transmisión térmica o transmitancia térmica "U", es el flujo de calor que pasa por unidad de superficie del elemento y por grado de diferencia de temperaturas entre dos ambientes separados por dicho elemento. Por lo tanto, su unidad es  $W/(m^2 \cdot K)$ .

Se puede calcular el calor intercambiado "Q" a través de una pared de superficie A y con una diferencia de temperatura  $\Delta T$  mediante la siguiente expresión:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

La expresión que se utiliza para calcular los coeficientes de transmisión tanto para un cerramiento formado por una serie de láminas planoparalelas de materiales diferentes como para un cerramiento de caras planoparalelas de un material homogéneo es:

$$U = \frac{1}{R_T}$$

Siendo  $R_T$  es la resistencia térmica total de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas. Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Siendo:

- $R_{si}$ : es la resistencia térmica superficial correspondiente al aire interior, tomada de la Tabla A6.3. de los anexos según la dirección del flujo de calor, la posición del cerramiento y la situación del edificio ( $m^2 \cdot K/W$ ).
- $R_{se}$ : es la resistencia térmica superficial correspondiente al aire exterior, tomada de la Tabla A6.3. de los anexos según la dirección del flujo de calor, la posición del cerramiento y la situación del edificio ( $m^2 \cdot K/W$ )
- $R_1, R_2, \dots, R_n$ : son las resistencias térmicas de cada capa y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Siendo:

- $e$ : es el espesor de cada capa (m)
- $\lambda$ : es la conductividad térmica del material de cada capa, que se calcula a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNE-EN 10456:2012<sup>[4]</sup> o tomada de Documentos Reconocidos ( $W/m \cdot K$ )

Los cerramientos están formados por fachadas, cubierta y suelo y puerta de acceso a la nave.

FACHADA

Todas las fachadas que forman la nave industrial tienen las mismas características.

Tabla M.3. Fachada

| <b>CERRAMIENTO<br/>CON EL<br/>EXTERIOR:<br/>FACHADA</b> | <b>CONDUCTIVIDAD<br/>TÉRMICA<br/>(W/m·K)</b> | <b>ESPESOR<br/>(m)</b> | <b>RESISTENCIA<br/>TÉRMICA (m<sup>2</sup> K/W)<br/>R= e/λ</b> |
|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------|
| R <sub>se</sub>                                         | -                                            | -                      | 0.04                                                          |
| Panel TRESPA                                            | 0.3                                          | 0.1                    | 0.333                                                         |
| Separador en<br>chapa<br>galvanizada                    | 50                                           | 0.05                   | 0.001                                                         |
| Cámara de aire                                          | 0.218                                        | 0.02                   | 0.0917                                                        |
| Poliestireno<br>expandido                               | 0.039                                        | 0.04                   | 1.0256                                                        |
| Bandeja en<br>chapa<br>galvanizada                      | 50                                           | 0.05                   | 0.001                                                         |
| R <sub>si</sub>                                         | -                                            | -                      | 0.13                                                          |
| <b>TOTAL</b>                                            |                                              |                        | 1.6223                                                        |

Por lo tanto:

$$U = 1/R_T = 0,6164 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

CUBIERTA

Toda la nave industrial está construida con el mismo tipo de cubierta.

Tabla M.4. Cubierta

| <b>CERRAMIENTO<br/>CON EL<br/>EXTERIOR:<br/>CUBIERTA</b> | <b>CONDUCTIVIDAD<br/>TÉRMICA<br/>(W/m·K)</b> | <b>ESPESOR<br/>(m)</b> | <b>RESISTENCIA<br/>TÉRMICA (m<sup>2</sup> K/W)<br/>R= e/λ</b> |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Rse                                                      | -                                            | -                      | 0.04                                                          |
| chapa grecada                                            | 50                                           | 0.05                   | 0.0001                                                        |
| relleno de lana<br>de roca                               | 0.0344                                       | 0.06                   | 1.7442                                                        |
| espuma rígida de<br>poliuretano<br>expandido             | 0.038                                        | 0.03                   | 0.7895                                                        |
| chapa grecada                                            | 50                                           | 0.05                   | 0.0001                                                        |
| Rsi                                                      | -                                            | -                      | 0.1                                                           |
| <b>TOTAL</b>                                             |                                              |                        | 2.6739                                                        |

Por lo tanto:

$$U = 1/R_T = 0,374 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

SUELO

Toda la nave industrial está construida con el mismo tipo de suelo.

Tabla M.5. Suelo

| <b>CERRAMIENTO<br/>CON EL<br/>EXTERIOR:<br/>SUELO</b> | <b>CONDUCTIVIDAD<br/>TÉRMICA<br/>(W/m·K)</b> | <b>ESPESO<br/>R(m)</b> | <b>RESISTENCIA<br/>TÉRMICA (m<sup>2</sup> K/W)<br/>R= e/λ</b> |
|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------|
| R <sub>se</sub>                                       | -                                            | -                      | 0.04                                                          |
| Capa compresora<br>hormigón armado                    | 2.5                                          | 0.03                   | 0.012                                                         |
| Forjado bóveda<br>de<br>hormigón                      | 1.58                                         | 0.2                    | 0.1266                                                        |
| Poliestireno<br>extruido                              | 0.029                                        | 0.05                   | 1.7241                                                        |
| Pavimento<br>terrazo<br>y acabado<br>mortero          | 1.8                                          | 0.05                   | 0.0278                                                        |
| R <sub>si</sub>                                       | -                                            | -                      | 0.17                                                          |
| <b>TOTAL</b>                                          |                                              |                        | 2.1005                                                        |

Por lo tanto:

$$U = 1/R_T = 0.4761 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

PUERTA DE ACCESO A LA NAVE

Puerta metálica de  $U = 3.64 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

# **ANEXO II:**

# **CÁLCULO DE CARGAS**

# ÍNDICE

|     |                                                   |   |
|-----|---------------------------------------------------|---|
| 1   | CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS.....               | 2 |
| 1.1 | CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN ..... | 2 |
| 1.2 | CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN .....   | 3 |
| 1.3 | DATOS OBTENIDOS.....                              | 3 |

# 1 CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS

Para el diseño de la instalación de climatización de una nave industrial lo primero que hay que realizar es el cálculo de las cargas térmicas. Para ello, se distingue entre las cargas térmicas de refrigeración (cargas de verano) y las cargas térmicas de calefacción (cargas de invierno).

## 1.1 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE REFRIGERACIÓN

Para el cálculo de las cargas térmicas de refrigeración, se buscarán las condiciones de tiempo más desfavorables.

Para ello se obtienen las condiciones exteriores de proyecto más desfavorables del lugar en el que se encuentra situada la nave industrial. En este proyecto, la nave industrial se encuentra ubicada en Santander (Cantabria), y según la Tabla A6.1. ("Condiciones climáticas exteriores del proyecto") de los anexos, se obtienen los siguientes datos:

- Latitud: 43° 29' 30" Norte.
- Altitud: 52 m.
- Velocidad del viento: 5,2 m/s.
- Temperatura seca: 24.2°C.
- Temperatura húmeda: 20.1°C.
- Humedad relativa: 68%.
- Variación diurna: 9.2°C.
- Temperatura del terreno: 22,6°C.

Estos datos son aplicables a las 15:00 hora solar de Julio, sin embargo, las condiciones más desfavorables se obtienen a la misma hora pero en Agosto. Para ello se utiliza la Tabla A6.2. de los anexos. Se puede observar en la tabla que estos datos no varían de Julio a Agosto.

En verano, se desea mantener el interior de la nave industrial a 23°C



con una humedad relativa del 50%.

Se van a calcular las siguientes cargas térmicas de refrigeración:

- Cargas por transmisión de calor:
  - Transmisión a través de muros y cubierta.
- Cargas por ventilación.
- Cargas por ocupación.
- Cargas por iluminación.
- Cargas por equipos.
- Cargas debidas a la propia instalación.

## **1.2 CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS DE CALEFACCIÓN**

Al igual que para el cálculo de las cargas térmicas de verano, se emplean las condiciones más desfavorables. Los siguientes datos se obtienen de la Tabla A6.1. de los anexos:

- Temperatura seca: 4.7°C.
- Velocidad del viento: 5.2m/s.
- Humedad relativa: 81%.
- Temperatura del terreno: 9.2°C.

En el cálculo de las cargas térmicas de calefacción, sólo se tienen en cuenta las pérdidas por transmisión y por ventilación, ya que el resto de cargas térmicas aportan calor al interior del edificio, lo cual se busca ahora.

En este caso, las condiciones que se desean son una temperatura de 22°C con una humedad relativa del 50%.

## **1.3 DATOS OBTENIDOS**

A continuación se muestran los datos obtenidos del cálculo de las cargas térmicas de la nave industrial.

**CÁLCULO DE CARGAS DE REFRIGERACIÓN**

- **CALOR SENSIBLE**

- ✓ Cargas por transmisión: 2603,33W
- ✓ Cargas por ventilación: 4855,81W
- ✓ Cargas por ocupación: 38759,69W
- ✓ Cargas por iluminación: 25000 W
- ✓ Cargas por maquinaria: 50000 W

- **CALOR LATENTE**

- ✓ Cargas por ocupación: 52810,08 W
- ✓ Cargas por ventilación: 8849,43 W
- ✓ Cargas por maquinaria: 25000 W

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| <b>CALOR SENSIBLE</b> | <b>121,2188KW</b> |
| <b>CALOR LATENTE</b>  | <b>86,6595KW</b>  |

**Factor de seguridad 10%:**

|                             |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| <b>CALOR SENSIBLE TOTAL</b> | <b>133,3407KW</b> |
| <b>CALOR LATENTE TOTAL</b>  | <b>95,3254KW</b>  |

**CÁLCULO DE CARGAS DE CALEFACCIÓN**

- **CALOR SENSIBLE**

- ✓ Cargas por transmisión: - 81729,291W
- ✓ Cargas por ventilación: - 70004,65W
- ✓ Cargas por ocupación: 41666,67 W
- ✓ Cargas por iluminación: 25000 W
- ✓ Cargas por maquinaria: 50000 W

- **CALOR LATENTE**

- ✓ Cargas por ocupación: 49903,1 W
- ✓ Cargas por ventilación: - 9090,04W
- ✓ Cargas por maquinaria: 25000 W

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| <b>CALOR SENSIBLE</b> | <b>-35,0673KW</b> |
| <b>CALOR LATENTE</b>  | <b>65,813KW</b>   |

**Factor de seguridad 10%:**

|                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| <b>CALOR SENSIBLE TOTAL</b> | <b>-38,574KW</b> |
| <b>CALOR LATENTE TOTAL</b>  | <b>72,3943KW</b> |

# **ANEXO III:**

# **CÁLCULO DE EQUIPOS**

# ÍNDICE

|     |                                                 |   |
|-----|-------------------------------------------------|---|
| 1   | CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LOS CLIMATIZADORES ..... | 2 |
| 1.1 | REFRIGERACIÓN .....                             | 3 |
| 1.2 | CALEFACCIÓN.....                                | 5 |
| 1.3 | SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS .....                  | 7 |
| 1.4 | CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE AGUA .....           | 7 |

# 1 CÁLCULO Y SELECCIÓN DE LOS CLIMATIZADORES

## REFRIGERACIÓN

Se comienza calculando el factor de calor sensible FCS, que relaciona la carga sensible con la carga total (sensible y latente), tomando las cargas sensible y latente calculadas anteriormente.

$$FCS = \frac{Q_s}{Q_s + Q_l}$$

Una vez calculado, en el diagrama psicométrico, se traza una recta uniendo este valor con el punto de referencia del diagrama. A continuación se traza la recta de maniobra del local, la cual es paralela a la recta anterior y que pasa por el punto de condiciones interiores de la nave.

El siguiente paso es escoger el punto de mezcla del climatizador (punto M), y que representa los caudales de aire de ventilación y de aire de retorno que llegan al climatizador.

Por último, se determinará el punto de impulsión del aire (punto IMP), el cual estará en la recta de maniobra y cumplirá que la potencia sensible y latente que den como resultado, sean mayores que las cargas sensibles y latentes de la nave.

## CALEFACCIÓN

En calefacción, el proceso es diferente que en refrigeración. Ahora, el climatizador se encargará de impulsar aire que tenga las condiciones interiores de humedad deseadas. Esto se obtiene haciendo pasar al aire del punto de mezcla, constituido por aire de ventilación y aire de retorno, por unas cortinas de agua en el mismo climatizador, con lo que se consigue la humedad deseada. Cuando se consigue la humedad deseada, el aire se calienta hasta alcanzar las condiciones interiores de la nave.

Para obtener el punto de impulsión del aire, se debe mantener la siguiente relación de entalpías:

$$(h_{INT} - h_M) = (h_{IMP} - h_{INT})$$

## 1.1 REFRIGERACIÓN

$$Q_s = 133.3407 \text{ KW}$$

$$Q_L = 95.3254 \text{ KW}$$

$$FCS = \frac{Q_s}{Q_s + Q_L} = 0.58$$

$$Q_{vent} = 28.8 \frac{m^3}{h \cdot persona} \cdot 416.67 \text{ personas} = 12000 \frac{m^3}{h} \rightarrow \dot{m}_{vent} = 3.996 \frac{kg}{s}$$

$$\dot{m}_{ret} = \dot{m}_{vent} = 3.996 \frac{kg}{s}$$

$$\dot{m}_{clim} = \dot{m}_{vent} + \dot{m}_{ret} = 7.992 \frac{kg}{s} \rightarrow Q_{clim} = 24000 \frac{m^3}{h}$$

A partir del diagrama psicrométrico, se obtienen las entalpías y las humedades específicas, las cuales cumplen lo explicado anteriormente.

$$\Delta h_{clim} = 51.8 - 15 = 36.48 \frac{kJ}{kg}$$

$$POT_{clim} = \dot{m}_{clim} \cdot \Delta h_{clim} = 7.992 \cdot 36.48 = 291.55 \text{ KW}$$

$$\Delta H_{clim} = 0.0109 - 0.0035 = 0.0074 \frac{kg}{kg}$$

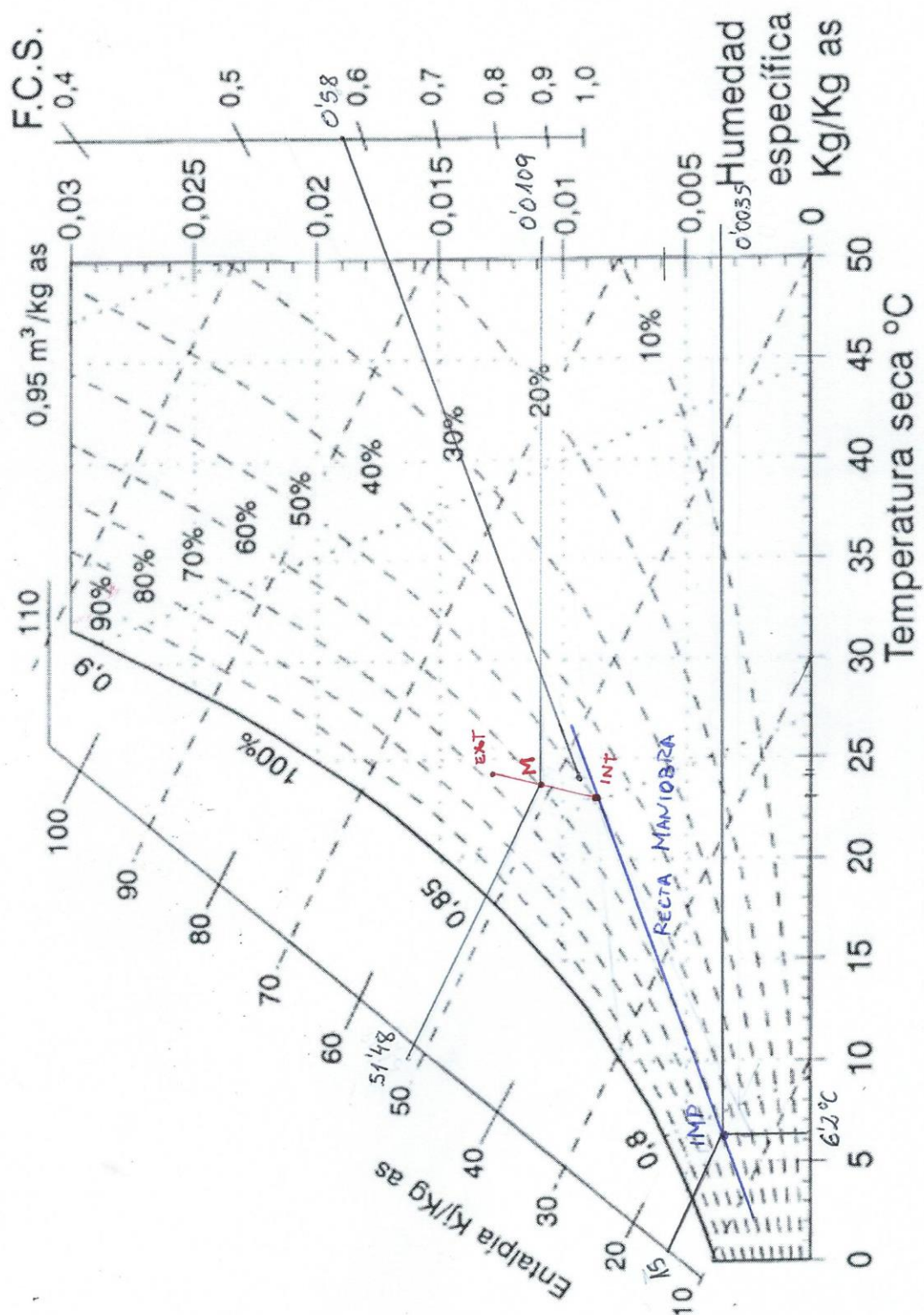
$$h_{latente} = C_{latente} \cdot \Delta H_{clim} = 2257 \cdot 0.0074 = 16.7018 \frac{kJ}{kg}$$

$$POT_{latente clim} = \dot{m}_{clim} \cdot h_{latente} = 133.48 \text{ KW}$$

$$POT_{sensible clim} = 291.55 - 133.48 = 158.07 \text{ KW} > 129.6018 \text{ KW}$$

$$POT_{latente clim} = 133.48 \text{ KW} > 88.5114 \text{ KW}$$

Gráfico A3.1 Diagrama psicrométrico en refrigeración



## 1.2 CALEFACCIÓN

$$Q_s = -38.574 \text{ KW}$$

$$Q_L = 72.3943 \text{ KW}$$

$$Q_{\text{vent}} = 28.8 \frac{\text{m}^3}{\text{h} \cdot \text{persona}} \cdot 416.67 \text{ personas} = 12000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \rightarrow \dot{m}_{\text{vent}} = 3.996 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$\dot{m}_{\text{ret}} = \dot{m}_{\text{vent}} = 3.996 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

$$\dot{m}_{\text{clim}} = \dot{m}_{\text{vent}} + \dot{m}_{\text{ret}} = 7.992 \frac{\text{kg}}{\text{s}} \rightarrow Q_{\text{clim}} = 24000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Del diagrama psicrométrico se obtiene directamente el punto de impulsión, por medio de la igualdad:

$$(h_{\text{INT}} - h_{\text{M}}) = (h_{\text{IMP}} - h_{\text{INT}})$$

$$(43.45 - 29.28) = (h_{\text{IMP}} - 43.45) \rightarrow h_{\text{IMP}} = 57.62 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Se obtiene ahora la potencia del climatizador:

$$\Delta H_{\text{clim}} = 0.0082 - 0.0062 = 0.002 \frac{\text{kg}}{\text{kg}}$$

$$h_{\text{latente}} = C_{\text{latente}} \cdot \Delta H_{\text{clim}} = 2257 \cdot 0.002 = 4.514 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

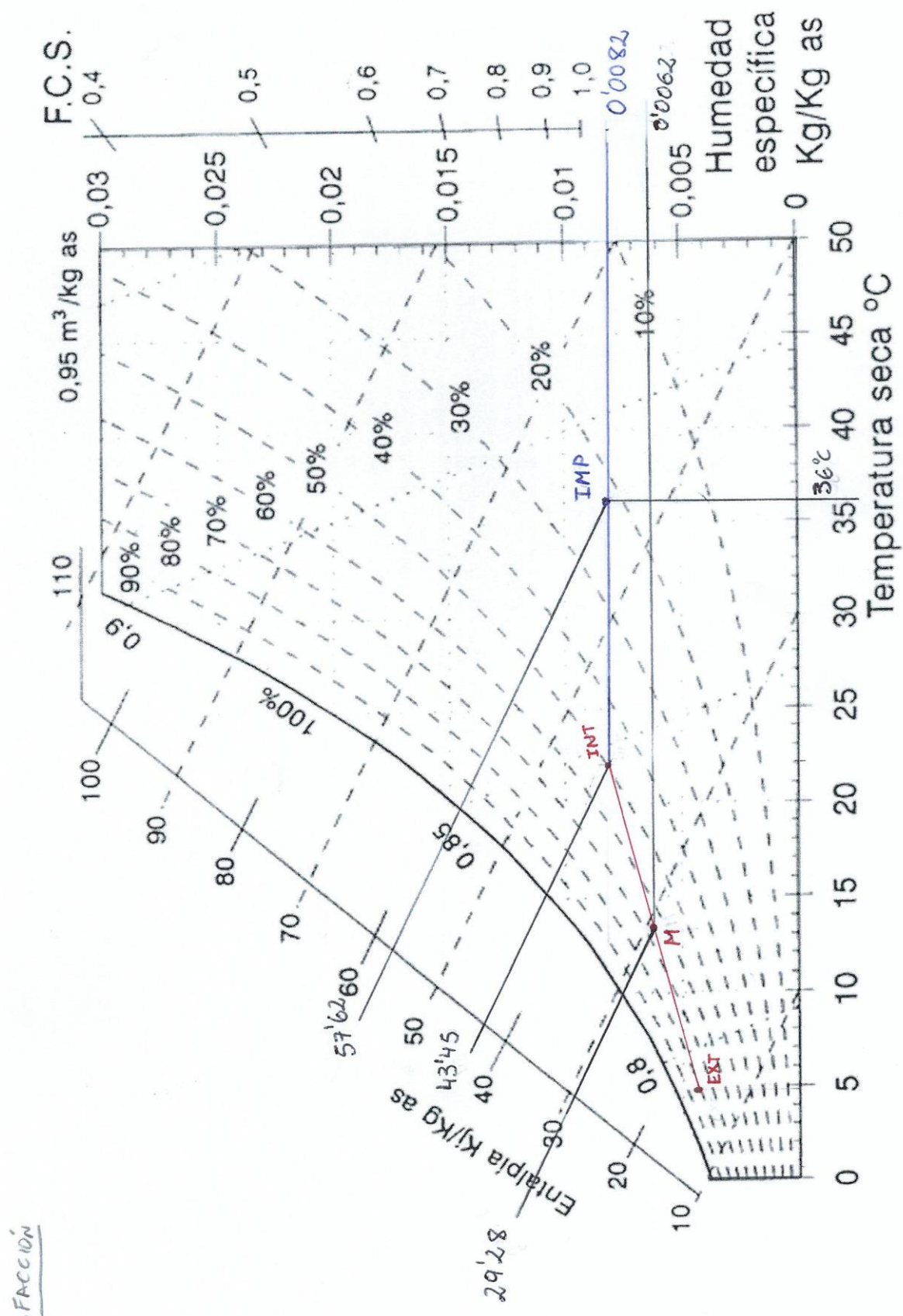
$$\text{POT}_{\text{latente clim}} = \dot{m}_{\text{clim}} \cdot h_{\text{latente}} = 7.992 \cdot 4.514 = 133.48 \text{ KW}$$

$$\Delta h_{\text{clim}} = 57.62 - 29.28 = 28.34 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

$$\text{POT}_{\text{clim}} = \dot{m}_{\text{clim}} \cdot \Delta h_{\text{clim}} = 7.992 \cdot 28.34 = 226.49 \text{ KW}$$



Gráfico A3.2 Diagrama psicométrico en calefacción.



### 1.3 SELECCIÓN DE LOS EQUIPOS

Con los datos obtenidos anteriormente, se procede a la selección del equipo más apropiado:

Tabla A3.3 Climatizador nave industrial

| EDIFICIO | REFRIGERACIÓN            |                                         |                  | CALEFACCIÓN              |                                         |                  |
|----------|--------------------------|-----------------------------------------|------------------|--------------------------|-----------------------------------------|------------------|
|          | T <sub>IMP</sub><br>(°C) | Q <sub>IMP</sub><br>( $\frac{m^3}{h}$ ) | POTENCIA<br>(kw) | T <sub>IMP</sub><br>(°C) | Q <sub>IMP</sub><br>( $\frac{m^3}{h}$ ) | POTENCIA<br>(kw) |
| NAVE     | 6.2                      | 24000                                   | 246.58           | 36                       | 24000                                   | 226.49           |

Se optará por una unidad climatizadora de la marca BIKAT serie BK 30, que se encargará de acondicionar la nave del modo que se muestra en los planos.

### 1.4 CÁLCULO DE LOS CAUDALES DE AGUA

A partir de los datos obtenidos, se procede al cálculo de los caudales de agua de las baterías de frío y calor, utilizadas en los equipos anteriormente seleccionados.

$$\Delta T_{\text{FRÍO}} = 5 \text{ °C}$$

$$Q_{\text{AGUA FRÍO}} = \frac{246.58 \cdot 10^3 \cdot 0.86}{5 \cdot 0.999 \cdot 1} = 42454.21 \frac{l}{h} = 42.454 \frac{m^3}{h}$$

$$\Delta T_{\text{CALIENTE}} = 20 \text{ °C}$$

$$Q_{\text{AGUA CALIENTE}} = \frac{226.49 \cdot 10^3 \cdot 0.86}{20 \cdot 0.999 \cdot 1} = 9748.82 \frac{l}{h} = 9.749 \frac{m^3}{h}$$

**ANEXO IV:**  
**CÁLCULO DE TUBERÍAS**  
**Y DEPÓSITOS**

# ÍNDICE

|     |                                       |   |
|-----|---------------------------------------|---|
| 1   | CÁLCULO DE LA RED DE TUBERÍAS .....   | 2 |
| 1.1 | TUBERÍAS DE AGUA FRÍA .....           | 4 |
| 1.2 | TUBERÍAS DE AGUA CALIENTE .....       | 6 |
| 2   | CÁLCULO DEL DEPÓSITO DE INERCIA ..... | 8 |
| 3   | CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN .....   | 9 |

# 1 CÁLCULO DE LA RED DE TUBERÍAS

En el cálculo de la red de tuberías, se emplea el gráfico de “Pérdida por rozamiento en los sistemas cerrados de tuberías de acero” del “Manual de aire acondicionado” de Carrier<sub>[1]</sub>. Este gráfico relaciona cuatro parámetros (caudal, pérdida de carga por rozamiento, velocidad y diámetro). Conociéndose dos de ellos, se pueden calcular los dos restantes.

Este gráfico está basado en la fórmula de Darcy-Weisbach:

$$\Delta P = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2}$$

Donde:

|            |                                                                                                        |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\Delta P$ | Pérdida de carga (Pa)                                                                                  |
| $f$        | Factor de fricción. Factor adimensional que depende del número de Reynolds y de la rugosidad relativa. |
| $L$        | Longitud de la tubería (m)                                                                             |
| $D$        | Diámetro de la tubería (m)                                                                             |
| $v$        | Velocidad del agua (m/s)                                                                               |
| $\rho$     | Densidad del agua (kg/m <sup>3</sup> )                                                                 |

Se conoce el caudal de agua necesario para el climatizador, ya que se ha calculado anteriormente, por lo que se elige ahora el diámetro de las tuberías. Se escogerá el menor diámetro posible, teniendo en cuenta:

- Pérdida de carga inferior a 30 mm·c.a./m de longitud equivalente.
- Velocidad superior a 0.5 m/s, evitando así que se produzcan sedimentaciones.

- Velocidad inferior a 2 m/s, evitando así el ruido y la producción de erosiones en las tuberías.

La pérdida de carga producida en los accesorios se obtendrá de las tablas situadas en los anexos (Tablas A6.6., A6.7., A6.8.), que indican la longitud equivalente de tubería recta que provoca una pérdida de carga similar a la del accesorio.

La pérdida de carga total se obtiene mediante la suma, por un lado, de la multiplicación de la pérdida obtenida en el gráfico y la longitud de la tubería, y por otro lado, la pérdida de carga producida en los accesorios.

Para saber el diámetro en milímetros, se utiliza la siguiente tabla:

Tabla A4.1. Equivalencia en el diámetro de tuberías

| Nominal Pipe Size<br>NPS<br>[pulgadas] | Diámetro Nominal<br>DN<br>[mm] | Nominal Pipe Size<br>NPS<br>[pulgadas] | Nominal Diameter<br>DN<br>[mm] | Nominal Pipe Size<br>NPS<br>[pulgadas] | Nominal Diameter<br>DN<br>[mm] |
|----------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------|
| 1/8                                    | 6                              | 6                                      | 150                            | 48                                     | 1200                           |
| 1/4                                    | 8                              | 8                                      | 200                            | 52                                     | 1300                           |
| 3/8                                    | 10                             | 10                                     | 250                            | 56                                     | 1400                           |
| 1/2                                    | 15                             | 12                                     | 300                            | 60                                     | 1500                           |
| 3/4                                    | 20                             | 14                                     | 350                            | 64                                     | 1600                           |
| 1                                      | 25                             | 16                                     | 400                            | 68                                     | 1700                           |
| 1 1/4                                  | 32                             | 18                                     | 450                            | 72                                     | 1800                           |
| 1 1/2                                  | 40                             | 20                                     | 500                            | 76                                     | 1900                           |
| 2                                      | 50                             | 24                                     | 600                            | 80                                     | 2000                           |
| 2 1/2                                  | 65                             | 28                                     | 700                            | 88                                     | 2200                           |
| 3                                      | 80                             | 32                                     | 800                            | 96                                     | 2400                           |
| 3 1/2                                  | 90                             | 36                                     | 900                            | 104                                    | 2600                           |
| 4                                      | 100                            | 40                                     | 1000                           | 112                                    | 2800                           |
| 4 1/2                                  | 115                            | 42                                     | 1050                           | 120                                    | 3000                           |
| 5                                      | 125                            | 44                                     | 1100                           | 128                                    | 3200                           |

Se muestra a continuación el cálculo de la pérdida de carga total, para seleccionar después la bomba adecuada.

## 1.1 TUBERÍAS DE AGUA FRÍA

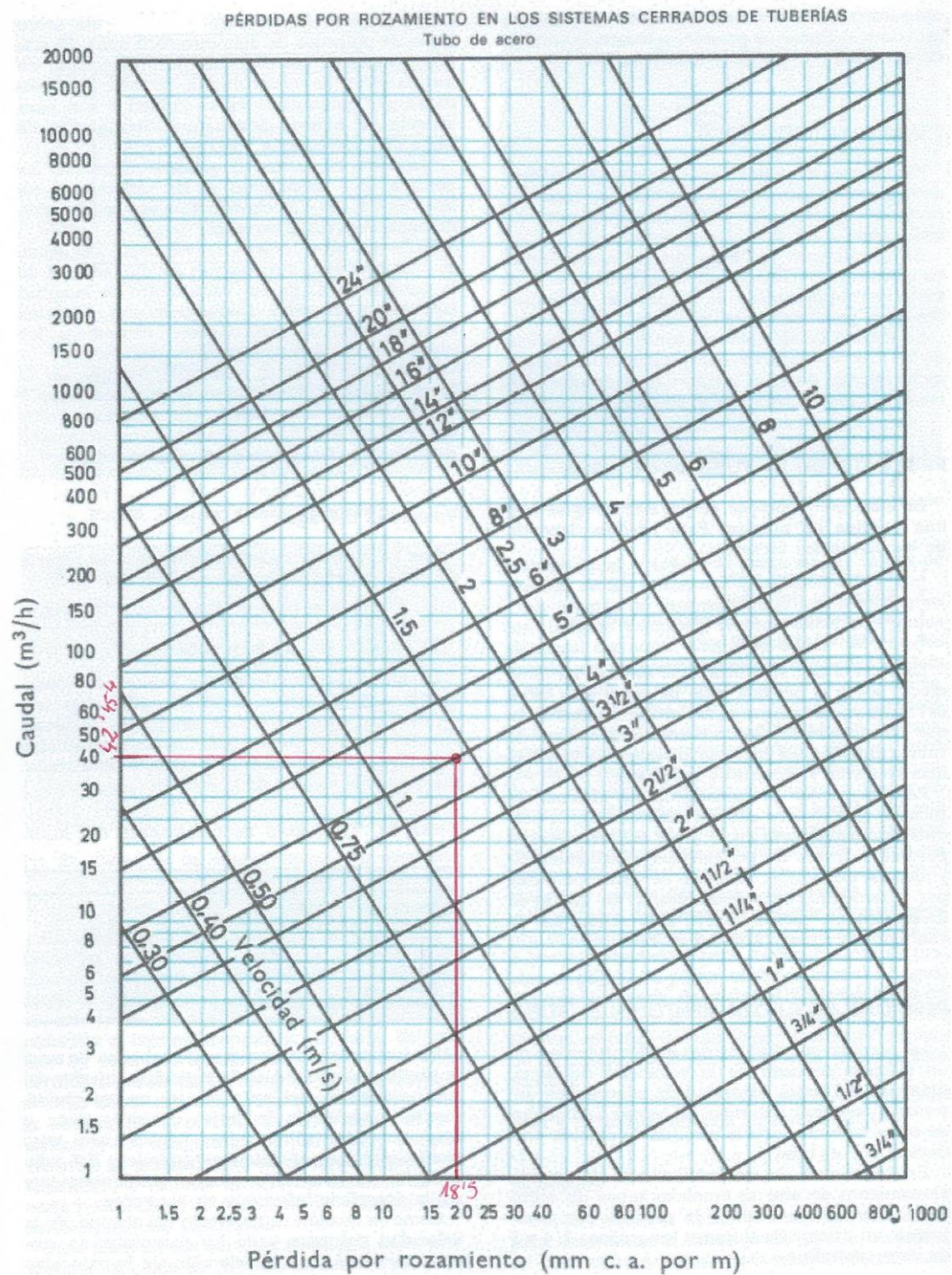
Tabla A4.2. Tuberías de agua fría

| TRAMO                                                               | CAUDAL<br>(m <sup>3</sup> /h) | DIÁMETRO<br>(mm) | LONGITUD<br>(m) | LONG.<br>EQUIV.<br>(m) | PÉRDIDA<br>CARGA<br>(mm·c.a./m) | LONG.<br>TOTAL<br>(m) | PÉRDIDA<br>TOTAL<br>(m.c.a.) |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|------------------|-----------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| <b>Hasta<br/>A</b>                                                  | 42.454                        | 4"=100mm         | 16              | 3.4                    | 18.5                            | 19.42                 | 0.359                        |
| <b>A –<br/>CLIMA<br/>TIZAD<br/>OR</b>                               | 42.454                        | 4"=100mm         | 42              | 1.4                    | 18.5                            | 43.4                  | 0.803                        |
| <b>ALTURA MANOMÉTRICA DE LA BOMBA (coeficiente de seguridad 5%)</b> |                               |                  |                 |                        |                                 |                       | <b>1.22</b>                  |
| <b>TOTAL (IDA + RETORNO)</b>                                        |                               |                  |                 |                        |                                 |                       | <b>2.44</b>                  |

A continuación se muestra el gráfico de pérdidas por rozamiento en los sistemas cerrados de tuberías de agua fría a partir del cual se han realizado los cálculos.



Tabla A4.3. Pérdidas por rozamiento en los sistemas cerrados de tuberías de agua fría





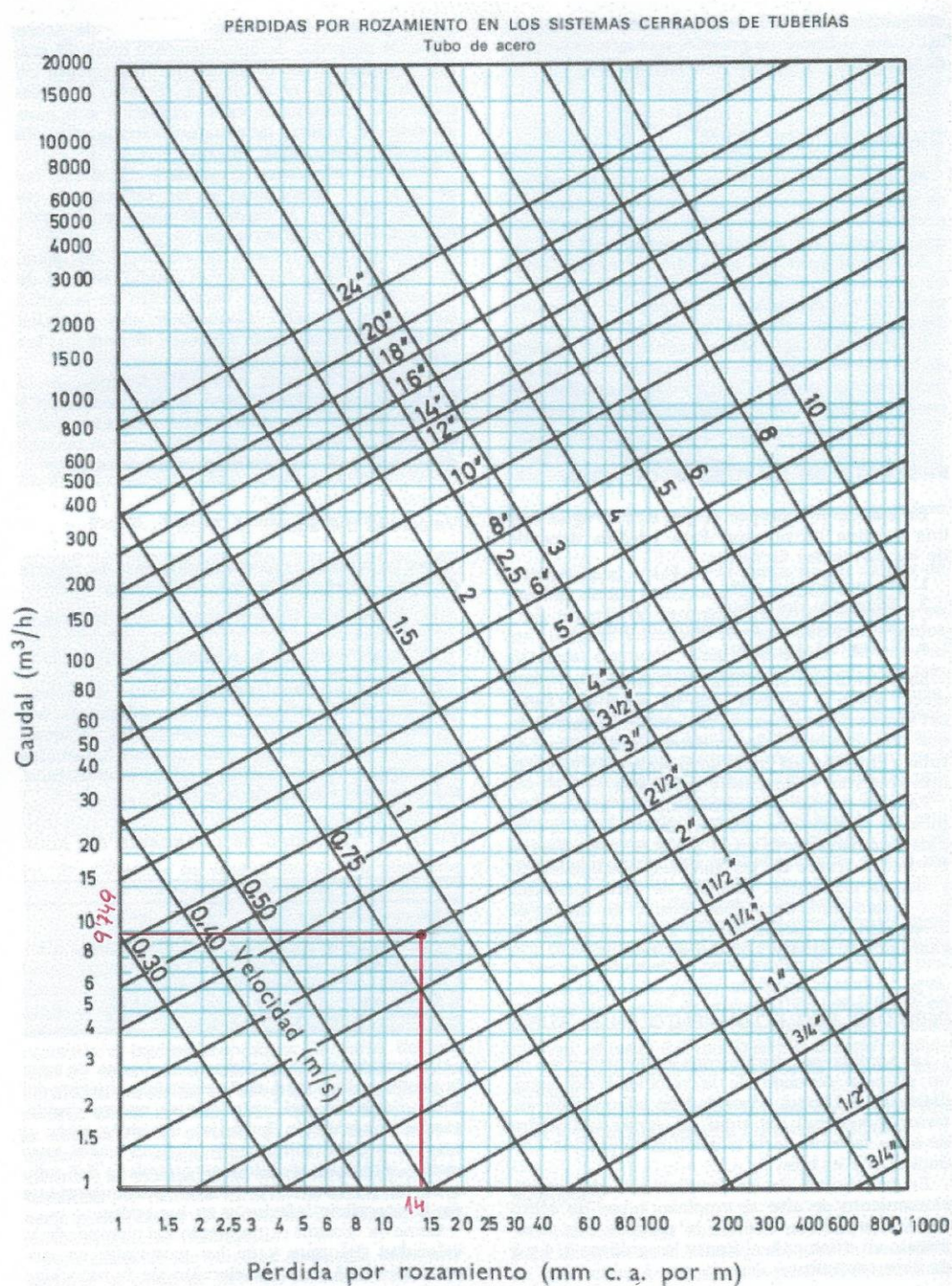
## 1.2 TUBERÍAS DE AGUA CALIENTE

Tabla A4.4. Tuberías de agua caliente

| TRAMO                                                               | CAUDAL<br>(m <sup>3</sup> /h) | DIÁMETRO<br>(mm)        | LONGITUD<br>(m) | LONG.<br>EQUIV.<br>(m) | PÉRDIDA<br>CARGA<br>(mm·c.a./m) | LONG.<br>TOTAL<br>(m) | PÉRDIDA<br>TOTAL<br>(m.c.a.) |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-----------------|------------------------|---------------------------------|-----------------------|------------------------------|
| <b>Hasta<br/>A</b>                                                  | 9.749                         | 2 <sup>1/2</sup> "=65mm | 12              | 2.05                   | 14                              | 14.05                 | 0.197                        |
| <b>A –<br/>CLIMA<br/>TIZAD<br/>OR</b>                               | 9.749                         | 2 <sup>1/2</sup> "=65mm | 42              | 0.85                   | 14                              | 42.85                 | 0.6                          |
| <b>ALTURA MANOMÉTRICA DE LA BOMBA (coeficiente de seguridad 5%)</b> |                               |                         |                 |                        |                                 |                       | <b>0.837</b>                 |
| <b>TOTAL (IDA + RETORNO)</b>                                        |                               |                         |                 |                        |                                 |                       | <b>1.674</b>                 |

A continuación se muestra el gráfico de pérdidas por rozamiento en los sistemas cerrados de tuberías de agua caliente a partir del cual se han realizado los cálculos.

Tabla A4.5. Pérdidas por rozamiento en los sistemas cerrados de tuberías de agua caliente.



## 2 CÁLCULO DEL DEPÓSITO DE INERCIA

Lo primero que se realiza es el cálculo del volumen total de la instalación de tuberías de agua fría:

Tabla A4.6. Volumen de agua fría.

| <b>DIÁMETRO (mm)</b> | <b>LONGITUD (m)</b> | <b>VOLUMEN (m³)</b> |
|----------------------|---------------------|---------------------|
| 100                  | 62.8                | 0.493               |
| IDA                  |                     | 0.493               |
| VUELTA               |                     | 0.493               |
| <b>TOTAL</b>         |                     | 0.986               |

El siguiente paso es calcular el volumen total de agua en la instalación. Para ello, se toma un incremento máximo de la temperatura durante la parada de 1.6 °C.

$$V_{\text{TOTAL}} = \frac{246.58 \cdot 3600 \cdot 1}{1.6 \cdot 4.1816 \cdot 1000 \cdot 60} = 2.211 \text{ m}^3$$

Ahora, ya se puede calcular el volumen del depósito:

$$V_{\text{DEPOSITO}} = 2.211 - 0.986 = 1.225 \text{ m}^3 \rightarrow 1250 \text{ litros}$$

### 3 CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN

El primer paso, similar al caso anterior, es calcular el volumen total de la instalación de tuberías de agua caliente:

Tabla A4.7. Volumen de agua caliente.

| DIÁMETRO (mm) | LONGITUD (m) | VOLUMEN (m <sup>3</sup> ) |
|---------------|--------------|---------------------------|
| 65            | 56.9         | 0.189                     |
| IDA           |              | 0.189                     |
| VUELTA        |              | 0.189                     |
| <b>TOTAL</b>  |              | 0.378                     |

A continuación se calcula el coeficiente de expansión para una temperatura máxima de 70 °C.

$$C_e = (3.24 \cdot 70^2 + 102.13 \cdot 70 - 2708.3) \cdot 10^{-6} = 0.02$$

Se calcula ahora el coeficiente de presión, que representa la relación entre el volumen total y el volumen útil del vaso de expansión.

$$C_p = \frac{P_M}{P_M - P_m}$$

$$P_M = 10 \text{ bar} \cdot 0.9 + 1 = 10 \text{ bar}$$

$$P_m = 1 \text{ bar}$$

$$C_p = \frac{10}{10-1} = 1.11$$

El volumen del vaso de expansión para el circuito de agua caliente será:

$$V_{\text{VASO}} = V_{\text{TOTAL}} \cdot C_e \cdot C_p = 0.378 \cdot 0.02 \cdot 1.1 = 0.008316 \text{ m}^3 \rightarrow 10 \text{ litros}$$

**ANEXO V:**  
**CÁLCULO DE LA RED DE**  
**CONDUCTOS**

# ÍNDICE

|     |                                     |   |
|-----|-------------------------------------|---|
| 1   | CÁLCULO DE LA RED DE CONDUCTOS..... | 2 |
| 1.1 | CONDUCTOS DE IMPULSIÓN.....         | 4 |
| 1.2 | CONDUCTOS DE RETORNO .....          | 5 |

# 1 CÁLCULO DE LA RED DE CONDUCTOS

En este anexo, se realizará el diseño de la red de conductos que distribuye al aire acondicionado por toda la nave.

El cálculo se puede realizar por tres métodos: reducción de velocidad; igualdad de pérdidas por rozamiento o pérdida de carga constante; recuperación estática. A continuación, se resolverá por el método de pérdida de carga constante ya que es el que se recomienda para conductos de impulsión y retorno de aire.

Este método se comienza eligiendo una velocidad inicial en el conducto principal próximo al ventilador, la cual se obtiene de la Tabla A6.9. de los anexos. A continuación se utiliza la Tabla A6.10. de los anexos, en la cual, partiendo del caudal impulsado y de la velocidad seleccionada, se determinará la pérdida de carga por unidad de longitud, la cual será constante a lo largo del sistema, y el diámetro del conducto circular equivalente.

Con estos diámetros obtenidos, se va a la Tablas A6.11.1. y A6.11.2. de los anexos y se seleccionan las dimensiones del conducto rectangular. Esta forma de dimensionar los conductos reduce automáticamente la velocidad del aire en el sentido de la corriente.

Se debe calcular la pérdida de carga en el tramo que tenga mayor resistencia (conducto más desfavorable), teniendo en cuenta las longitudes equivalentes de los acoplamientos (Tablas A6.12.1. y A6.12.2. de los anexos), para así poder determinar la pérdida de carga total que debe superar el ventilador.

También hay que tener en cuenta la pérdida o ganancia de presión debida a la diferencia de velocidad entre la primera y la última parte del conducto:

- Si la velocidad del ventilador es menor que la del último conducto, la pérdida de presión estática será:

$$\text{Pérdida presión} = 1.1 \cdot \left[ \left( \frac{V_d}{242.4} \right)^2 - \left( \frac{V_f}{242.4} \right)^2 \right]$$

- Si la velocidad del ventilador es mayor que la del último conducto, la ganancia de presión estática será:

$$\text{Ganancia presión} = 0.75 \cdot \left[ \left( \frac{V_f}{242.4} \right)^2 - \left( \frac{V_d}{242.4} \right)^2 \right]$$

En ambas expresiones,  $V_f$  se refiere a la velocidad del ventilador en m/min y  $V_d$  se refiere a la velocidad del conducto final en m/min.

A continuación se muestran las tablas con los cálculos realizados para los conductos de impulsión y retorno de la nave industrial.



## 1.1 CONDUCTOS DE IMPULSIÓN

El caudal de aire total impulsado en la nave industrial es de 24000 m<sup>3</sup>/h. La impulsión de aire se realiza a través de 20 difusores circulares cónicos de la marca FRANCE AIR modelo DAU 03-250. Cada difusor tiene un caudal de impulsión de 1250 m<sup>3</sup>/h.

El conducto de mayor resistencia es el que empieza en el ventilador y termina en el difusor del punto 11.

Los cálculos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla A5.1. Conductos de impulsión de la nave industrial

| TRAMO                                                                | CAUDAL<br>IMPULS.<br>(m <sup>3</sup> /h) | VELOC.<br>(m/s) | Ø<br>(mm) | ÁREA<br>(m <sup>2</sup> ) | COND.<br>EQUIV.<br>(mm) | LONG.<br>(m) | LONG.<br>EQUIV.<br>(m) | LONG.<br>TOTAL<br>(m) | PÉRD.<br>CARGA<br>(mm.c.a) | PÉRD.<br>TOTAL<br>(mm.c.a) |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------------------|--------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|
| Hasta 1                                                              | 24000                                    | 15              | 750       | 0.442                     | 750x650                 | 2            | 8.78                   | 10.78                 | 0.295                      | 3.18                       |
| 1 - 2                                                                | 21600                                    | 14.8            | 720       | 0.407                     | 700x650                 | 9            | 8.32                   | 17.32                 | 0.295                      | 5.109                      |
| 2 - 3                                                                | 19200                                    | 14.5            | 675       | 0.358                     | 700x550                 | 9            | 7.68                   | 16.68                 | 0.295                      | 4.921                      |
| 3 - 4                                                                | 16800                                    | 14.15           | 640       | 0.322                     | 650x550                 | 9            | 7.08                   | 16.08                 | 0.295                      | 4.744                      |
| 4 - 5                                                                | 14400                                    | 13.95           | 605       | 0.287                     | 600x500                 | 9            | 5.9                    | 14.9                  | 0.295                      | 4.395                      |
| 5 - 6                                                                | 12000                                    | 13.55           | 560       | 0.246                     | 550x500                 | 9            | 5.9                    | 14.9                  | 0.295                      | 4.395                      |
| 6 - 7                                                                | 9600                                     | 13.1            | 505       | 0.2                       | 500x450                 | 9            | 5.9                    | 14.9                  | 0.295                      | 4.395                      |
| 7 - 8                                                                | 7200                                     | 12.6            | 450       | 0.159                     | 450x400                 | 9            | 4.74                   | 13.74                 | 0.295                      | 4.053                      |
| 8 - 9                                                                | 4800                                     | 11.9            | 375       | 0.11                      | 400x300                 | 9            | 3.52                   | 12.52                 | 0.295                      | 3.693                      |
| 9 - 10                                                               | 2400                                     | 10.75           | 275       | 0.059                     | 300x250                 | 9            | 2.94                   | 11.94                 | 0.295                      | 3.522                      |
| 10 - 11                                                              | 1200                                     | 9.85            | 215       | 0.036                     | 250x200                 | 12           | 2.32                   | 14.32                 | 0.295                      | 4.224                      |
| <b>PÉRDIDA TOTAL</b>                                                 |                                          |                 |           |                           |                         |              |                        |                       |                            | 46.631                     |
| <b>GANANCIA DE PRESIÓN</b>                                           |                                          |                 |           |                           |                         |              |                        |                       |                            | 5.881                      |
| <b>PÉRDIDA DE CARGA EN LAS TOBERAS</b>                               |                                          |                 |           |                           |                         |              |                        |                       |                            | 146.53                     |
| <b>PRESIÓN ESTÁTICA DEL VENTILADOR (coeficiente de seguridad 5%)</b> |                                          |                 |           |                           |                         |              |                        |                       |                            | 196.644                    |

## **1.2 CONDUCTOS DE RETORNO**

El caudal de aire de retorno en la nave industrial es de 12000 m<sup>3</sup>/h. El retorno de aire se realiza a través de 15 rejillas de la marca KOOLAIR modelo 20-45-H (500x200). Cada rejilla tiene un caudal de retorno de 800 m<sup>3</sup>/h.

El conducto de mayor resistencia es el que empieza en el ventilador y termina en la rejilla del punto 15.

Los cálculos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla A5.2. Conductos de retorno de la nave industrial

| TRAMO                                                             | CAUDAL<br>IMPULS.<br>(m <sup>3</sup> /h) | VELOC.<br>(m/s) | Ø<br>(mm) | ÁREA<br>(m <sup>2</sup> ) | COND.<br>EQUIV.<br>(mm) | LONG.<br>(m) | LONG.<br>EQUIV.<br>(m) | LONG.<br>TOTAL<br>(m) | PÉRD.<br>CARGA<br>(mm.c.a) | PÉRD.<br>TOTAL<br>(mm.c.a) |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|-------------------------|--------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Hasta 1</b>                                                    | 12000                                    | 9               | 725       | 0.413                     | 700x650                 | 9            | 0                      | 9                     | 0.145                      | 1.305                      |
| <b>1 - 2</b>                                                      | 11200                                    | 8.8             | 675       | 0.358                     | 650x600                 | 23           | 5.10                   | 28.1                  | 0.145                      | 4.075                      |
| <b>2 - 3</b>                                                      | 10400                                    | 8.65            | 650       | 0.332                     | 650x550                 | 14           | 0                      | 14                    | 0.145                      | 2.03                       |
| <b>3 - 4</b>                                                      | 9600                                     | 8.55            | 625       | 0.307                     | 650x500                 | 14           | 0                      | 14                    | 0.145                      | 2.03                       |
| <b>4 - 5</b>                                                      | 8800                                     | 8.45            | 600       | 0.283                     | 600x500                 | 14           | 0                      | 14                    | 0.145                      | 2.03                       |
| <b>5 - 6</b>                                                      | 8000                                     | 8.35            | 575       | 0.259                     | 600x500                 | 14           | 0                      | 14                    | 0.145                      | 2.03                       |
| <b>6 - 7</b>                                                      | 7200                                     | 8.25            | 560       | 0.246                     | 550x500                 | 23           | 4.75                   | 27.75                 | 0.145                      | 4.024                      |
| <b>7 - 8</b>                                                      | 6400                                     | 8.05            | 525       | 0.216                     | 550x450                 | 9            | 0                      | 9                     | 0.145                      | 1.305                      |
| <b>8 - 9</b>                                                      | 5600                                     | 7.9             | 490       | 0.188                     | 500x400                 | 9            | 0                      | 9                     | 0.145                      | 1.305                      |
| <b>9 - 10</b>                                                     | 4800                                     | 7.75            | 460       | 0.166                     | 500x350                 | 23           | 2.61                   | 25.61                 | 0.145                      | 3.713                      |
| <b>10 - 11</b>                                                    | 4000                                     | 7.6             | 430       | 0.145                     | 450x350                 | 14           | 0                      | 14                    | 0.145                      | 2.03                       |
| <b>11 - 12</b>                                                    | 3200                                     | 7.4             | 380       | 0.113                     | 400x300                 | 14           | 0                      | 14                    | 0.145                      | 2.03                       |
| <b>12 - 13</b>                                                    | 2400                                     | 7.15            | 350       | 0.096                     | 350x300                 | 14           | 0                      | 14                    | 0.145                      | 2.03                       |
| <b>13 - 14</b>                                                    | 2600                                     | 6.75            | 285       | 0.064                     | 300x250                 | 14           | 0                      | 14                    | 0.145                      | 2.03                       |
| <b>14 - 15</b>                                                    | 800                                      | 6               | 220       | 0.038                     | 250x200                 | 26           | 1.49                   | 27.49                 | 0.145                      | 3.986                      |
| <b>PÉRDIDA TOTAL</b>                                              |                                          |                 |           |                           |                         |              |                        |                       |                            | 35.953                     |
| <b>GANANCIA DE PRESIÓN</b>                                        |                                          |                 |           |                           |                         |              |                        |                       |                            | 2.068                      |
| <b>PÉRDIDA DE CARGA EN LAS TOBERAS</b>                            |                                          |                 |           |                           |                         |              |                        |                       |                            | 26.633                     |
| <b>PRESIÓN ESTÁTICA DEL VENTILADOR (coeficiente seguridad 5%)</b> |                                          |                 |           |                           |                         |              |                        |                       |                            | 63.544                     |

# **ANEXO VI:**

# **TABLAS**

Tabla A6.1. Condiciones exteriores del proyecto.<sup>[8]</sup>

Datos de estaciones

| Provincia                                                               | Estación        |              | Indicativo                    |                           |                       |                       |            |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|-------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------------|------------|
| Cantabria                                                               | Santander (CMT) |              | 1111                          |                           |                       |                       |            |
| UBICACIÓN: AEROPUERTO                                                   |                 |              | Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO |                           |                       |                       |            |
| a.s.n.m. (m)                                                            | Lat.            | Long.        | T seca                        | Hum. relativa             | T terreno             | Rad                   |            |
| 52                                                                      | 43º29'30"       | 03º47'59"W   | 87.600<br>(1998-2007)         | (3) 29.200<br>(1998-2007) | 13.140<br>(1998-2006) | 58.400<br>(1998-2007) |            |
| CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)     |                 |              |                               |                           |                       |                       |            |
| TSMIN (°C)                                                              | TS_99,6 (°C)    | TS_99 (°C)   | OMDC (°C)                     | HUMcoin (%)               | OMA (°C)              |                       |            |
| -0,3                                                                    | 3,6             | 4,7          | 6,0                           | 81                        | 22,0                  |                       |            |
| CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)   |                 |              |                               |                           |                       |                       |            |
| TSMAX (°C)                                                              | TS_0,4 (°C)     | THC_0,4 (°C) | TS_1 (°C)                     | THC_1 (°C)                | TS_2 (°C)             | THC_2 (°C)            | OMDR (°C)  |
| 34,5                                                                    | 25,6            | 20,1         | 24,2                          | 20,1                      | 23,2                  | 20,0                  | 9,2        |
| CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA) |                 |              |                               |                           |                       |                       |            |
| TH_0,4 (°C)                                                             | TSC_0,4 (°C)    | TH_1 (°C)    | TSC_1 (°C)                    | TH_2 (°C)                 | TSC_2 (°C)            |                       |            |
| 22,1                                                                    | 24,9            | 21,4         | 24,1                          | 20,6                      | 23,3                  |                       |            |
| VALORES MEDIOS MENSUALES                                                |                 |              |                               |                           |                       |                       |            |
| Mes                                                                     | TA (°C)         | TASOL (°C)   | GD_15 (°C)                    | GD_20                     | GDR_20                | RADH (kWh/m² día)     | TTERR (°C) |
| Enero                                                                   | 10,6            | 11,3         | 141                           | 291                       | 0                     | 1,4                   | 9,2        |
| Febrero                                                                 | 10,3            | 11,0         | 138                           | 275                       | 0                     | 2,1                   | 10,0       |
| Marzo                                                                   | 11,9            | 12,7         | 110                           | 253                       | 1                     | 3,4                   | 11,8       |
| Abril                                                                   | 12,4            | 13,2         | 86                            | 227                       | 1                     | 4,4                   | 13,5       |
| Mayo                                                                    | 14,7            | 15,5         | 34                            | 166                       | 2                     | 5,2                   | 17,0       |
| Junio                                                                   | 17,6            | 18,3         | 4                             | 79                        | 6                     | 5,7                   | 20,1       |
| Julio                                                                   | 19,3            | 20,0         | 1                             | 40                        | 18                    | 5,6                   | 22,0       |
| Agosto                                                                  | 20,3            | 21,1         | 0                             | 22                        | 30                    | 4,9                   | 22,6       |
| Septiembre                                                              | 18,8            | 19,9         | 2                             | 49                        | 15                    | 4,1                   | 20,2       |
| Octubre                                                                 | 16,9            | 17,9         | 15                            | 108                       | 12                    | 2,6                   | 16,6       |
| Noviembre                                                               | 12,9            | 13,8         | 76                            | 213                       | 1                     | 1,6                   | 12,4       |
| Diciembre                                                               | 11,1            | 11,9         | 126                           | 275                       | 0                     | 1,2                   | 10,1       |

Tabla A6.2. Correcciones de las temperaturas de proyecto en función del mes considerado.<sup>[1]</sup>

**CORRECCIONES EN LAS CONDICIONES DE PROYECTO EN FUNCIÓN DEL MES CONSIDERADO**  
(Para el cálculo de la carga de refrigeración)

| INTERVALO DE VARIACIÓN ANUAL DE TEMPERATURA (°C)* | TEMPERATURA SECA O HÚMEDA (°C) | MES   |       |       |       |       |        |            |         |           |
|---------------------------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|
|                                                   |                                | Marzo | Abril | Mayo  | Junio | Julio | Agosto | Septiembre | Octubre | Noviembre |
| 65                                                | Seca                           | -19,0 | -12,0 | - 6,1 | - 2,5 | 0     | 0      | - 4,9      | -12,2   | -22,0     |
|                                                   | Húmeda                         | -11,1 | - 5,5 | - 2,8 | - 1,1 | 0     | 0      | - 2,0      | - 5,9   | -13,0     |
| 60                                                | Seca                           | -16,5 | -11,0 | - 6,1 | - 2,1 | 0     | 0      | - 3,6      | - 9,3   | -16,5     |
|                                                   | Húmeda                         | - 8,3 | - 5,5 | - 2,8 | - 1,1 | 0     | 0      | - 1,7      | - 4,4   | - 8,9     |
| 55                                                | Seca                           | -16,0 | -10,5 | - 6,0 | - 1,8 | 0     | 0      | - 3,6      | - 9,0   | -15,0     |
|                                                   | Húmeda                         | - 7,8 | - 5,5 | - 2,8 | - 1,1 | 0     | 0      | - 1,7      | - 4,4   | - 7,8     |
| 50                                                | Seca                           | -16,0 | -10,5 | - 5,0 | - 1,8 | 0     | 0      | - 3,6      | - 9,0   | -14,5     |
|                                                   | Húmeda                         | - 7,8 | - 5,5 | - 2,8 | - 1,1 | 0     | 0      | - 1,7      | - 4,4   | - 7,8     |
| 45                                                | Seca                           | -14,0 | - 9,2 | - 4,5 | - 1,8 | 0     | 0      | - 3,6      | - 6,9   | -11,5     |
|                                                   | Húmeda                         | - 7,3 | - 5,1 | - 2,8 | - 1,1 | 0     | 0      | - 1,1      | - 3,4   | - 6,4     |
| 40                                                | Seca                           | - 7,8 | - 5,5 | - 2,5 | - 0,5 | 0     | 0      | - 2,5      | - 4,1   | - 8,2     |
|                                                   | Húmeda                         | - 3,9 | - 2,7 | - 2,3 | 0     | 0     | 0      | - 0,5      | - 2,3   | - 3,9     |
| 35                                                | Seca                           | - 5,5 | - 4,0 | - 1,7 | - 0,5 | 0     | 0      | - 1,1      | - 3,0   | - 6,2     |
|                                                   | Húmeda                         | - 2,4 | - 1,8 | - 1,1 | 0     | 0     | 0      | - 0,5      | - 1,9   | - 3,0     |
| 30                                                | Seca                           | - 3,7 | - 2,8 | - 1,7 | - 0,5 | 0     | 0      | - 1,1      | - 2,5   | - 4,5     |
|                                                   | Húmeda                         | - 1,9 | - 1,2 | - 0,8 | 0     | 0     | 0      | - 0,5      | - 1,4   | - 2,4     |
| 25                                                | Seca                           | - 1,5 | - 1,1 | - 1,0 | - 0,5 | 0     | 0      | - 1,1      | - 1,9   | - 3,2     |
|                                                   | Húmeda                         | - 1,3 | - 1,0 | - 0,4 | 0     | 0     | 0      | - 0,5      | - 1,0   | - 1,2     |

\* La oscilación anual de temperaturas es la diferencia entre temperaturas secas de proyecto normales en invierno y verano (Tabla 1).

Ecuación : Temperatura de ambiente exterior de proyecto = Temperatura del ambiente exterior de la Tabla 1 + correcciones de la Tabla 3.

Tabla A6.3. Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior.<sup>[1]</sup>

**Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en  $m^2K/W$**

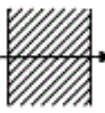
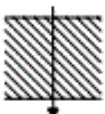
| Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor                                            |                                                                                   | R <sub>se</sub> | R <sub>si</sub> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal       |  | 0,04            | 0,13            |
| Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente |  | 0,04            | 0,10            |
| Cerramientos horizontales y flujo descendente                                                    |  | 0,04            | 0,17            |

Tabla A6.4. Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores.<sup>[1]</sup>

**Resistencias térmicas superficiales de *particiones interiores* en  $m^2K/W$**

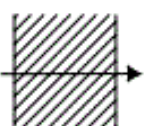
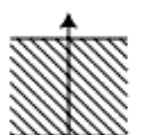
| Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor                                             |                                                                                     | R <sub>se</sub> | R <sub>si</sub> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| <i>Particiones interiores</i> verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal       |  | 0,13            | 0,13            |
| <i>Particiones interiores</i> horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente |  | 0,10            | 0,10            |
| <i>Particiones interiores</i> horizontales y flujo descendente                                                    |  | 0,17            | 0,17            |

Tabla A6.5. Ganancias debidas a los ocupantes.<sup>[1]</sup>

| GANANCIAS DEBIDAS A LOS OCUPANTES    |                                               |                                    |                              |                                 |          |           |          |           |          |           |          |           |          |
|--------------------------------------|-----------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
| GRADO DE ACTIVIDAD                   | TIPO DE APLICACIÓN                            | Metabolismo hombre adulto (kcal/h) | Metabolismo medio * (kcal/h) | TEMPERATURA SECA DEL LOCAL (°C) |          |           |          |           |          |           |          |           |          |
|                                      |                                               |                                    |                              | 28                              |          | 27        |          | 26        |          | 24        |          | 21        |          |
|                                      |                                               |                                    |                              | kcal/h                          |          | kcal/h    |          | kcal/h    |          | kcal/h    |          | kcal/h    |          |
|                                      |                                               |                                    |                              | Sensibles                       | Latentes | Sensibles | Latentes | Sensibles | Latentes | Sensibles | Latentes | Sensibles | Latentes |
| Sentados, en reposo                  | Teatro, escuela primaria                      | 98                                 | 88                           | 44                              | 44       | 49        | 39       | 53        | 35       | 58        | 30       | 65        | 23       |
| Sentados, trabajo muy ligero         | Escuela secundaria                            | 113                                | 100                          | 45                              | 55       | 48        | 52       | 54        | 46       | 60        | 40       | 68        | 32       |
| Empleado de oficina                  | Oficina, hotel, apartamento, escuela superior | 120                                | 113                          | 45                              |          | 50        |          | 54        |          | 61        |          | 71        |          |
| De pie, marcha lenta                 | Almacenes, tienda                             | 139                                |                              |                                 |          |           |          |           |          |           |          |           |          |
| Sentado, de pie                      | Farmacia                                      | 139                                | 126                          | 45                              |          | 50        |          | 55        |          | 64        |          | 73        |          |
| De pie, marcha lenta                 | Banco                                         | 139                                |                              |                                 |          |           |          |           |          |           |          |           |          |
| Sentado                              | Restaurante **                                | 126                                | 139                          | 48                              | 91       | 55        | 84       | 61        | 78       | 71        | 68       | 81        | 58       |
| Trabajo ligero en el banco de taller | Fábrica, trabajo ligero                       | 202                                | 189                          | 48                              | 141      | 55        | 134      | 62        | 127      | 74        | 115      | 92        | 97       |
| Baile o danza                        | Sala de baile                                 | 227                                | 214                          | 55                              | 159      | 62        | 152      | 69        | 145      | 82        | 132      | 101       | 113      |
| Marcha, 5 km/h                       | Fábrica, trabajo bastante penoso              | 252                                | 252                          | 68                              | 184      | 76        | 176      | 83        | 169      | 96        | 156      | 116       | 136      |
| Trabajo penoso                       | Pista de bowling ***<br>Fábrica               | 378                                | 365                          | 113                             | 252      | 117       | 248      | 122       | 243      | 132       | 233      | 152       | 213      |

\* El «metabolismo medio» corresponde a un grupo compuesto de adultos y de niños de ambos sexos, en las proporciones normales. Estos valores se han obtenido a base de las hipótesis siguientes:

Metabolismo mujer adulta = Metabolismo hombre adulto × 0,85  
Metabolismo niño = Metabolismo hombre adulto × 0,75

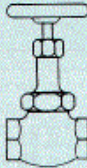
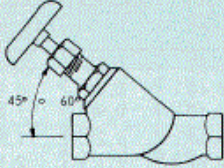
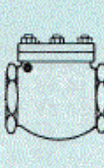
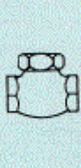
\*\* Estos valores comprenden una mejora de 13 kcal/h (50 % calor sensible y 50 % calor latente) por ocupante, para tener en cuenta el calor desprendido por los platos.

\*\*\* Bowling – Admitir una persona por pista jugando, y todas las otras sentadas (100 kcal/h) o de pie (139 kcal/h).



Tabla A6.6. Pérdida de carga en válvulas expresadas en longitud equivalente de tubo.[1]

TABLA 10. PÉRDIDAS DE CARGA EN LAS VÁLVULAS EXPRESADAS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO (m) \*  
Uniones con extremos roscados, soldados, embridados o cónicos

| DIÁMETRO EXTERIOR |       | 60°-Y                                                                             |                                                                                   |      | 45°-Y                                                                             |                                                                                    | VÁLVULAS DE COMPUERTA *****                                                         | VÁLVULAS DE RETENCIÓN                                                               |  |
|-------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                   |       | ESFÉRICAS **                                                                      |                                                                                   |      | ANGULARES **                                                                      | OSCILANTE ***                                                                      |                                                                                     | DE CIERRE VERTICAL (horizontal de retención)                                        |  |
| ACERO             | COBRE |  |  |      |  |  |  |  |  |
| 17,2              | 1/2   | 5,1                                                                               | 2,4                                                                               | 1,8  | 1,8                                                                               | 0,18                                                                               | 1,5                                                                                 | RECTAS COMO GRIFOS DE VÁLVULA ESFÉRICA ****                                         |  |
| 21,3              | 5/8   | 5,4                                                                               | 2,7                                                                               | 2,1  | 2,1                                                                               | 0,21                                                                               | 1,8                                                                                 |                                                                                     |  |
| 26,9              | 7/8   | 6,6                                                                               | 3,3                                                                               | 2,7  | 2,7                                                                               | 0,27                                                                               | 2,4                                                                                 |                                                                                     |  |
| 33,7              | 1 1/8 | 8,7                                                                               | 4,6                                                                               | 3,6  | 3,6                                                                               | 0,30                                                                               | 3,6                                                                                 |                                                                                     |  |
| 42,4              | 1 3/8 | 11,4                                                                              | 6,1                                                                               | 4,6  | 4,6                                                                               | 0,46                                                                               | 4,2                                                                                 |                                                                                     |  |
| 48,3              | 1 5/8 | 12,6                                                                              | 7,3                                                                               | 5,4  | 5,4                                                                               | 0,54                                                                               | 4,8                                                                                 |                                                                                     |  |
| 60,3              | 2 1/8 | 16,5                                                                              | 9,1                                                                               | 7,3  | 7,3                                                                               | 0,70                                                                               | 6,1                                                                                 |                                                                                     |  |
| 73                | 2 5/8 | 20,7                                                                              | 10,7                                                                              | 8,7  | 8,7                                                                               | 0,85                                                                               | 7,6                                                                                 |                                                                                     |  |
| 88,9              | 3 1/8 | 25,2                                                                              | 13,1                                                                              | 10,7 | 10,7                                                                              | 0,98                                                                               | 9,1                                                                                 |                                                                                     |  |
| 101,6             | 3 5/8 | 30,5                                                                              | 15,2                                                                              | 12,5 | 12,5                                                                              | 1,2                                                                                | 10,7                                                                                |                                                                                     |  |
| 114,3             | 4 1/8 | 36,8                                                                              | 17,7                                                                              | 14,6 | 14,6                                                                              | 1,4                                                                                | 12,2                                                                                | ANGULARES COMO GRIFOS DE VÁLVULA ANGULARES                                          |  |
| 141,3             | 5 1/8 | 42,6                                                                              | 21,6                                                                              | 17,7 | 17,7                                                                              | 1,8                                                                                | 15,3                                                                                |                                                                                     |  |
| 168,3             | 6 1/8 | 52,0                                                                              | 26,8                                                                              | 21,4 | 21,4                                                                              | 2,1                                                                                | 18,3                                                                                |                                                                                     |  |
| 219,1             | 8 1/8 | 67,1                                                                              | 35,1                                                                              | 26,0 | 26,0                                                                              | 2,7                                                                                | 24,4                                                                                |                                                                                     |  |
| 273               | -     | 85,4                                                                              | 44,2                                                                              | 32,0 | 32,0                                                                              | 3,6                                                                                | 30,5                                                                                |                                                                                     |  |
| 323,9             | -     | 97,5                                                                              | 50,4                                                                              | 40,0 | 40,0                                                                              | 3,9                                                                                | 36,6                                                                                |                                                                                     |  |
| 355,6             | -     | 109,9                                                                             | 56,5                                                                              | 47,4 | 47,4                                                                              | 4,6                                                                                | 41,2                                                                                |                                                                                     |  |
| 406,4             | -     | 125,0                                                                             | 64,0                                                                              | 55,0 | 55,0                                                                              | 5,1                                                                                | 45,8                                                                                |                                                                                     |  |
| 457,2             | -     | 140,1                                                                             | 73,1                                                                              | 61,1 | 61,1                                                                              | 5,7                                                                                | 50,4                                                                                |                                                                                     |  |
| 508               | -     | 158,5                                                                             | 84,0                                                                              | 71,6 | 71,6                                                                              | 6,6                                                                                | 61,0                                                                                |                                                                                     |  |
| 609,6             | -     | 186                                                                               | 97,5                                                                              | 81,0 | 81,0                                                                              | 7,5                                                                                | 73,2                                                                                |                                                                                     |  |

\* Valores correspondientes a la posición de abertura total.

\*\* Estos valores no se aplican a las válvulas de aguja.

\*\*\* Estos valores se aplican también a las válvulas de retención rectas con obturador esférico.

\*\*\*\* Para válvulas de retención inclinadas, cuyo diámetro de orificio es igual al del tubo, tomar los valores correspondientes a las válvulas con tije inclinada 60°.

\*\*\*\*\* Las válvulas de macho presentan la misma pérdida de carga, en la posición de abertura total, que las de paso directo.

Tabla A6.7. Pérdida de carga en accesorios en longitud equivalente de tubo.[1]

PÉRDIDAS DE CARGA DE LOS CODOS Y «T» EXPRESADOS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO (m)  
Uniones con extremos roscados, soldados, embridados o cónicos

| DIÁMETRO EXTERIOR |       | CODOS               |                     |                    |                     |                    |                      | T                   |               |               |               |
|-------------------|-------|---------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|
| Acero             | Cobre | Radio pequeño 90° * | Radio grande 90° ** | Macho Hembra 90° * | Radio pequeño 45° * | Macho Hembra 45° * | Radio pequeño 180° * | Cambio de dirección | PASO DIRECTO  |               |               |
|                   |       |                     |                     |                    |                     |                    |                      |                     | Sin reducción | Reducción 1/4 | Reducción 1/2 |
| 17,2              | 1/2   | 0,42                | 0,27                | 0,70               | 0,21                | 0,33               | 0,70                 | 0,82                | 0,27          | 0,36          | 0,42          |
| 21,3              | 5/8   | 0,48                | 0,30                | 0,76               | 0,24                | 0,40               | 0,76                 | 0,91                | 0,30          | 0,43          | 0,48          |
| 26,9              | 7/8   | 0,61                | 0,42                | 0,98               | 0,27                | 0,49               | 0,98                 | 1,2                 | 0,42          | 0,58          | 0,61          |
| 33,7              | 1 1/8 | 0,79                | 0,51                | 1,2                | 0,39                | 0,64               | 1,2                  | 1,5                 | 0,51          | 0,70          | 0,79          |
| 42,4              | 1 3/8 | 1,0                 | 0,70                | 1,7                | 0,51                | 0,91               | 1,7                  | 2,1                 | 0,70          | 0,95          | 1,0           |
| 48,3              | 1 5/8 | 1,2                 | 0,80                | 1,9                | 0,64                | 1,0                | 1,9                  | 2,4                 | 0,80          | 1,1           | 1,2           |
| 60,3              | 2 1/8 | 1,5                 | 1,0                 | 2,5                | 0,79                | 1,4                | 2,5                  | 3,0                 | 1,0           | 1,4           | 1,5           |
| 73                | 2 5/8 | 1,8                 | 1,2                 | 3,0                | 0,98                | 1,6                | 3,0                  | 3,6                 | 1,2           | 1,7           | 1,8           |
| 88,9              | 3 1/8 | 2,3                 | 1,5                 | 3,6                | 1,2                 | 2,0                | 3,6                  | 4,6                 | 1,5           | 2,1           | 2,3           |
| 101,6             | 3 5/8 | 2,7                 | 1,8                 | 4,6                | 1,4                 | 2,2                | 4,6                  | 5,4                 | 1,8           | 2,4           | 2,7           |
| 114,3             | 4 1/8 | 3,0                 | 2,0                 | 5,1                | 1,6                 | 2,6                | 5,1                  | 6,4                 | 2,0           | 2,7           | 3,0           |
| 141,3             | 5 1/8 | 4,0                 | 2,5                 | 6,4                | 2,0                 | 3,3                | 6,4                  | 7,6                 | 2,5           | 3,6           | 4,0           |
| 168,3             | 6 1/8 | 4,9                 | 3,0                 | 7,6                | 2,4                 | 4,0                | 7,6                  | 9,1                 | 3,0           | 4,2           | 4,8           |
| 219,1             | 8 1/8 | 6,1                 | 4,0                 | -                  | 3,0                 | -                  | 10,4                 | 10,7                | 4,0           | 5,4           | 6,1           |
| 273               | -     | 7,7                 | 4,9                 | -                  | 4,0                 | -                  | 12,8                 | 15,2                | 4,9           | 7,0           | 7,6           |
| 323,9             | -     | 9,1                 | 5,8                 | -                  | 4,9                 | -                  | 15,3                 | 18,3                | 5,8           | 7,9           | 9,1           |
| 355,6             | -     | 10,4                | 7,0                 | -                  | 5,4                 | -                  | 16,8                 | 20,7                | 7,0           | 9,1           | 10,4          |
| 406,4             | -     | 11,6                | 7,9                 | -                  | 6,1                 | -                  | 18,9                 | 23,8                | 7,9           | 10,7          | 11,6          |
| 457,2             | -     | 12,8                | 8,8                 | -                  | 7,0                 | -                  | 21,4                 | 26,0                | 8,8           | 12,2          | 12,8          |
| 508               | -     | 15,3                | 10,4                | -                  | 7,9                 | -                  | 24,7                 | 30,5                | 10,4          | 13,4          | 15,2          |
| 609,6             | -     | 18,3                | 12,2                | -                  | 9,1                 | -                  | 28,8                 | 35,0                | 12,2          | 15,2          | 18,3          |

| DIÁMETRO EXTERIOR |       | CODOS ANGULARES |      |      |      |
|-------------------|-------|-----------------|------|------|------|
| Acero             | Cobre | 90°             | 60°  | 45°  | 30°  |
|                   |       |                 |      |      |      |
| 17,2              | 1/2   | 0,82            | 0,33 | 0,18 | 0,09 |
| 21,3              | 5/8   | 0,91            | 0,40 | 0,21 | 0,12 |
| 26,9              | 7/8   | 1,2             | 0,49 | 0,27 | 0,15 |
| 33,7              | 1 1/8 | 1,5             | 0,64 | 0,30 | 0,21 |
| 42,4              | 1 3/8 | 2,1             | 0,91 | 0,46 | 0,27 |
| 48,3              | 1 5/8 | 2,4             | 1,0  | 0,54 | 0,33 |
| 60,3              | 2 1/8 | 3,0             | 1,4  | 0,70 | 0,39 |
| 73                | 2 5/8 | 3,6             | 1,6  | 0,85 | 0,51 |
| 88,9              | 3 1/8 | 4,6             | 2,0  | 0,98 | 0,61 |
| 101,6             | 3 5/8 | 5,4             | 2,2  | 1,2  | 0,73 |
| 114,3             | 4 1/8 | 6,4             | 2,6  | 1,4  | 0,82 |
| 141,3             | 5 1/8 | 7,6             | 3,3  | 1,8  | 0,98 |
| 168,3             | 6 1/8 | 9,1             | 4,0  | 2,1  | 1,2  |
| 219,1             | 8 1/8 | 10,7            | 5,2  | 2,7  | 1,5  |
| 273               | -     | 15,2            | 6,4  | 3,6  | 2,2  |
| 323,9             | -     | 18,3            | 7,6  | 3,9  | 2,4  |
| 355,6             | -     | 20,7            | 8,9  | 4,6  | 2,7  |
| 406,4             | -     | 23,8            | 9,5  | 5,1  | 3,0  |
| 457,2             | -     | 26,0            | 11,3 | 5,7  | 3,3  |
| 508               | -     | 30,5            | 12,5 | 6,6  | 3,9  |
| 609,6             | -     | 35,0            | 14,9 | 7,5  | 4,8  |

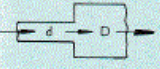
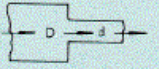
\* R/D sensiblemente igual a 1.

\*\* R/D sensiblemente igual a 1,5.



Tabla A6.8. Pérdida de carga en cambios de sección en longitud equivalente de tubo.[1]

## PÉRDIDAS DE CARGA EN LOS CAMBIOS DE SECCIÓN EXPRESADOS EN LONGITUD EQUIVALENTE DE TUBO (m)

| DIÁMETRO EXTERIOR |       | Ensanchamiento brusco $d/D$ *                                                     |      |      | Contracción brusca $d/D$ *                                                        |      |      | Aristas vivas *                                                                    |                                                                                     | Orificio entrante *                                                                 |                                                                                     |
|-------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|------|------|-----------------------------------------------------------------------------------|------|------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                   |       | 1/4                                                                               | 1/2  | 3/4  | 1/4                                                                               | 1/2  | 3/4  | Entrada                                                                            | Salida                                                                              | Entrada                                                                             | Salida                                                                              |
| Acero             | Cobre |  |      |      |  |      |      |  |  |  |  |
| 17,2              | 1/2   | 0,42                                                                              | 0,24 | 0,09 | 0,21                                                                              | 0,15 | 0,09 | 0,46                                                                               | 0,24                                                                                | 0,45                                                                                | 0,34                                                                                |
| 21,3              | 5/8   | 0,54                                                                              | 0,33 | 0,12 | 0,27                                                                              | 0,21 | 0,12 | 0,54                                                                               | 0,30                                                                                | 0,54                                                                                | 0,46                                                                                |
| 26,9              | 7/8   | 0,79                                                                              | 0,46 | 0,15 | 0,36                                                                              | 0,30 | 0,15 | 0,85                                                                               | 0,42                                                                                | 0,85                                                                                | 0,67                                                                                |
| 33,7              | 1 1/8 | 0,98                                                                              | 0,61 | 0,21 | 0,49                                                                              | 0,36 | 0,21 | 1,1                                                                                | 0,54                                                                                | 1,1                                                                                 | 0,82                                                                                |
| 42,4              | 1 3/8 | 1,4                                                                               | 0,91 | 0,30 | 0,70                                                                              | 0,54 | 0,30 | 1,6                                                                                | 0,79                                                                                | 1,6                                                                                 | 1,3                                                                                 |
| 48,3              | 1 5/8 | 1,8                                                                               | 1,1  | 0,36 | 0,88                                                                              | 0,66 | 0,36 | 2,0                                                                                | 1,0                                                                                 | 2,0                                                                                 | 1,5                                                                                 |
| 60,3              | 2 1/8 | 2,4                                                                               | 1,5  | 0,49 | 1,2                                                                               | 0,91 | 0,49 | 2,7                                                                                | 1,3                                                                                 | 2,7                                                                                 | 2,0                                                                                 |
| 73                | 2 5/8 | 3,0                                                                               | 1,9  | 0,61 | 1,5                                                                               | 1,2  | 0,61 | 3,6                                                                                | 1,7                                                                                 | 3,6                                                                                 | 2,6                                                                                 |
| 88,9              | 3 1/8 | 4,0                                                                               | 2,4  | 0,79 | 2,0                                                                               | 1,5  | 0,79 | 4,3                                                                                | 2,2                                                                                 | 4,2                                                                                 | 3,3                                                                                 |
| 101,6             | 3 5/8 | 4,6                                                                               | 2,8  | 0,91 | 2,3                                                                               | 1,8  | 0,91 | 5,2                                                                                | 2,6                                                                                 | 5,2                                                                                 | 3,9                                                                                 |
| 114,3             | 4 1/8 | 5,2                                                                               | 3,3  | 1,2  | 2,7                                                                               | 2,1  | 1,2  | 6,1                                                                                | 3,0                                                                                 | 6,1                                                                                 | 4,9                                                                                 |
| 141,3             | 5 1/8 | 7,3                                                                               | 4,6  | 1,5  | 3,6                                                                               | 2,7  | 1,5  | 8,2                                                                                | 4,2                                                                                 | 8,2                                                                                 | 6,1                                                                                 |
| 168,3             | 6 1/8 | 8,8                                                                               | 6,7  | 1,8  | 4,6                                                                               | 3,3  | 1,8  | 10,1                                                                               | 5,8                                                                                 | 10,1                                                                                | 7,6                                                                                 |
| 219,1             | 8 1/8 | -                                                                                 | 7,6  | 2,6  | -                                                                                 | 4,6  | 2,6  | 14,3                                                                               | 7,3                                                                                 | 14,3                                                                                | 10,7                                                                                |
| 273               | -     | -                                                                                 | 9,8  | 3,3  | -                                                                                 | 6,1  | 3,3  | 18,3                                                                               | 8,8                                                                                 | 18,3                                                                                | 14,0                                                                                |
| 323,9             | -     | -                                                                                 | 12,5 | 3,9  | -                                                                                 | 7,6  | 3,9  | 22,2                                                                               | 11,3                                                                                | 22,2                                                                                | 17,4                                                                                |
| 355,6             | -     | -                                                                                 | -    | 4,9  | -                                                                                 | -    | 4,9  | 26,2                                                                               | 13,7                                                                                | 26,2                                                                                | 20,0                                                                                |
| 406,4             | -     | -                                                                                 | -    | 5,5  | -                                                                                 | -    | 5,5  | 29,3                                                                               | 15,3                                                                                | 29,2                                                                                | 23,4                                                                                |
| 457,2             | -     | -                                                                                 | -    | 6,1  | -                                                                                 | -    | 6,1  | 35,0                                                                               | 17,7                                                                                | 35,0                                                                                | 27,4                                                                                |
| 508               | -     | -                                                                                 | -    | -    | -                                                                                 | -    | -    | 43,4                                                                               | 21,4                                                                                | 43,2                                                                                | 32,0                                                                                |
| 609,6             | -     | -                                                                                 | -    | -    | -                                                                                 | -    | -    | 49,8                                                                               | 25,3                                                                                | 49,6                                                                                | 39,6                                                                                |

\* Entrar en la tabla con el diámetro pequeño.

Tabla A6.9. Velocidades máximas recomendadas para sistemas de baja velocidad.[1]

## VELOCIDADES MÁXIMAS RECOMENDADAS PARA SISTEMAS DE BAJA VELOCIDAD (m/s)

| APLICACIÓN                                                                                         | FACTOR DE CONTROL DEL NIVEL DE RUIDO (conductos principales) | FACTOR DE CONTROL - ROZAMIENTO EN CONDUCTO |         |                     |         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------|---------------------|---------|
|                                                                                                    |                                                              | Conductos principales                      |         | Conductos derivados |         |
|                                                                                                    |                                                              | Suministro                                 | Retorno | Suministro          | Retorno |
| Residencias                                                                                        | 3                                                            | 5                                          | 4       | 3                   | 3       |
| Apartamentos<br>Dormitorios de hotel<br>Dormitorios de hospital                                    | 5                                                            | 7,5                                        | 6,5     | 6                   | 5       |
| Oficinas particulares<br>Despachos de directores<br>Bibliotecas                                    | 6                                                            | 10                                         | 7,5     | 8                   | 6       |
| Salas de cine y teatro<br>Auditorios                                                               | 4                                                            | 6,5                                        | 5,5     | 5                   | 4       |
| Oficinas públicas<br>Restaurantes de primera categoría<br>Comercios de primera categoría<br>Bancos | 7,5                                                          | 10                                         | 7,5     | 8                   | 6       |
| Comercios de categoría media<br>Cafeterías                                                         | 9                                                            | 10                                         | 7,5     | 8                   | 6       |
| Locales industriales                                                                               | 12,5                                                         | 15                                         | 9       | 11                  | 7,5     |



Tabla A6.10. Pérdida por rozamiento en conducto redondo.[1]

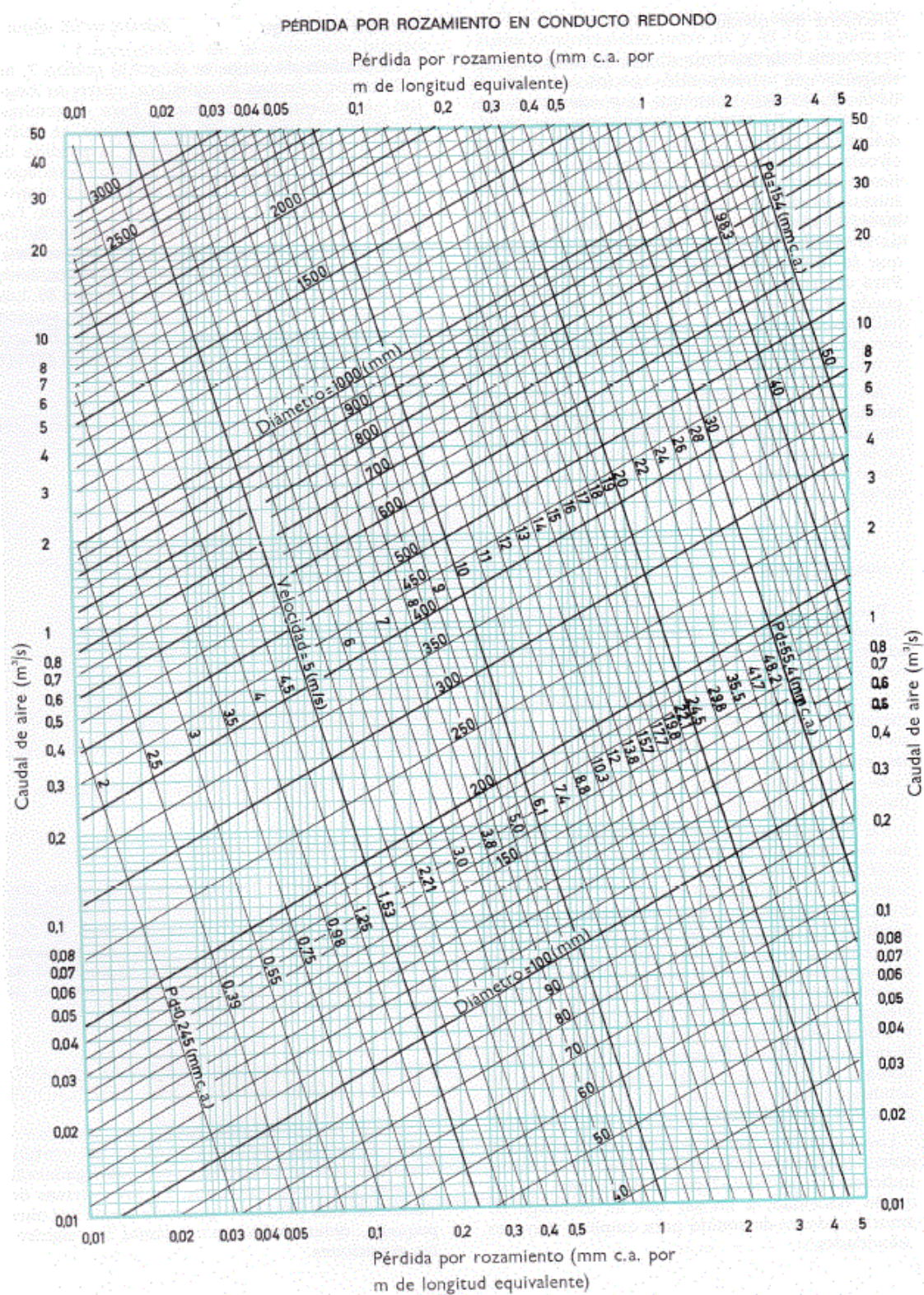




Tabla A6.11.1. Dimensiones de conductos, área de la sección, diámetro equivalente y tipo de conducto.<sup>[1]</sup>

## DIMENSIONES DE CONDUCTOS, ÁREA DE LA SECCIÓN, DIÁMETRO EQUIVALENTE, Y TIPO DE CONDUCTO \*

| MEDIDAS DEL CONDUCTO (mm) | 150       |                   | 200       |                   | 250       |                   | 300       |                   | 350       |                   | 400       |                   | 450       |                   | 500       |                   | 550       |                   |
|---------------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|
|                           | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) |
| 250                       | 0,036     | 213               | 0,048     | 249               | 0,06      | 287               |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 300                       | 0,042     | 231               | 0,057     | 272               | 0,071     | 302               | 0,087     | 333               |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 350                       | 0,048     | 249               | 0,067     | 292               | 0,084     | 328               | 0,103     | 361               | 0,119     | 389               |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 400                       | 0,055     | 264               | 0,075     | 308               | 0,094     | 348               | 0,115     | 384               | 0,134     | 414               | 0,154     | 445               |           |                   |           |                   |           |                   |
| 450                       | 0,061     | 280               | 0,084     | 328               | 0,106     | 368               | 0,129     | 407               | 0,151     | 439               | 0,173     | 470               | 0,196     | 501               |           |                   |           |                   |
| 500                       | 0,067     | 292               | 0,092     | 343               | 0,117     | 384               | 0,142     | 427               | 0,168     | 460               | 0,192     | 496               | 0,216     | 526               | 0,242     | 556               |           |                   |
| 550                       | 0,072     | 305               | 0,10      | 358               | 0,128     | 404               | 0,156     | 447               | 0,184     | 485               | 0,21      | 518               | 0,238     | 551               | 0,264     | 582               | 0,292     | 612               |
| 600                       | 0,078     | 315               | 0,107     | 371               | 0,139     | 422               | 0,169     | 465               | 0,198     | 503               | 0,229     | 541               | 0,257     | 574               | 0,288     | 607               | 0,316     | 638               |
| 650                       | 0,082     | 326               | 0,116     | 384               | 0,149     | 435               | 0,182     | 483               | 0,214     | 524               | 0,246     | 561               | 0,278     | 597               | 0,31      | 630               | 0,341     | 664               |
| 700                       | 0,088     | 335               | 0,123     | 396               | 0,158     | 450               | 0,193     | 498               | 0,229     | 541               | 0,265     | 582               | 0,301     | 620               | 0,333     | 655               | 0,368     | 689               |
| 750                       | 0,093     | 346               | 0,13      | 409               | 0,168     | 465               | 0,205     | 514               | 0,244     | 559               | 0,283     | 602               | 0,32      | 640               | 0,36      | 677               | 0,392     | 711               |
| 800                       | 0,099     | 356               | 0,137     | 419               | 0,179     | 478               | 0,218     | 529               | 0,26      | 576               | 0,301     | 620               | 0,341     | 661               | 0,381     | 698               | 0,418     | 734               |
| 850                       | 0,105     | 366               | 0,146     | 432               | 0,188     | 490               | 0,23      | 544               | 0,274     | 592               | 0,318     | 637               | 0,36      | 678               | 0,404     | 719               | 0,443     | 756               |
| 900                       | 0,109     | 374               | 0,153     | 442               | 0,198     | 504               | 0,242     | 556               | 0,288     | 607               | 0,336     | 656               | 0,378     | 696               | 0,424     | 736               | 0,467     | 775               |
| 950                       | 0,113     | 381               | 0,16      | 452               | 0,208     | 516               | 0,255     | 572               | 0,303     | 622               | 0,352     | 671               | 0,398     | 714               | 0,448     | 757               | 0,494     | 798               |
| 1.000                     | 0,118     | 389               | 0,167     | 463               | 0,216     | 526               | 0,267     | 585               | 0,318     | 637               | 0,368     | 686               | 0,418     | 732               | 0,469     | 775               | 0,517     | 816               |
| 1.050                     | 0,123     | 396               | 0,172     | 470               | 0,225     | 536               | 0,276     | 595               | 0,33      | 650               | 0,384     | 701               | 0,436     | 747               | 0,492     | 793               | 0,54      | 834               |
| 1.100                     | 0,128     | 404               | 0,18      | 480               | 0,233     | 546               | 0,288     | 607               | 0,343     | 662               | 0,401     | 716               | 0,453     | 762               | 0,513     | 810               | 0,563     | 852               |
| 1.150                     | 0,132     | 412               | 0,186     | 488               | 0,242     | 556               | 0,298     | 618               | 0,359     | 678               | 0,416     | 729               | 0,472     | 777               | 0,534     | 825               | 0,586     | 869               |
| 1.200                     | 0,137     | 419               | 0,193     | 498               | 0,25      | 567               | 0,31      | 630               | 0,373     | 691               | 0,43      | 742               | 0,491     | 793               | 0,553     | 841               | 0,611     | 887               |
| 1.250                     |           |                   | 0,196     | 506               | 0,26      | 577               | 0,32      | 641               | 0,384     | 701               | 0,448     | 757               | 0,51      | 808               | 0,573     | 856               | 0,633     | 903               |
| 1.300                     |           |                   | 0,205     | 514               | 0,27      | 587               | 0,33      | 651               | 0,398     | 714               | 0,463     | 770               | 0,53      | 824               | 0,594     | 871               | 0,656     | 915               |
| 1.350                     |           |                   | 0,212     | 521               | 0,276     | 595               | 0,343     | 664               | 0,41      | 724               | 0,478     | 782               | 0,546     | 836               | 0,614     | 896               | 0,679     | 935               |
| 1.400                     |           |                   | 0,218     | 531               | 0,286     | 605               | 0,354     | 674               | 0,422     | 734               | 0,492     | 793               | 0,563     | 849               | 0,636     | 902               | 0,702     | 951               |
| 1.450                     |           |                   | 0,225     | 536               | 0,296     | 615               | 0,365     | 684               | 0,434     | 744               | 0,507     | 806               | 0,58      | 862               | 0,654     | 915               | 0,724     | 965               |
| 1.500                     |           |                   | 0,237     | 544               | 0,303     | 622               | 0,376     | 694               | 0,448     | 756               | 0,523     | 819               | 0,602     | 876               | 0,673     | 927               | 0,747     | 983               |
| 1.600                     |           |                   | 0,244     | 559               | 0,32      | 640               | 0,392     | 709               | 0,472     | 778               | 0,548     | 841               | 0,636     | 902               | 0,714     | 956               | 0,79      | 1.008             |
| 1.700                     |           |                   |           |                   | 0,336     | 656               | 0,415     | 729               | 0,497     | 798               | 0,58      | 862               | 0,665     | 923               | 0,752     | 981               | 0,831     | 1.034             |
| 1.800                     |           |                   |           |                   | 0,355     | 674               | 0,436     | 746               | 0,527     | 820               | 0,61      | 885               | 0,697     | 946               | 0,786     | 1.004             | 0,876     | 1.063             |
| 1.900                     |           |                   |           |                   | 0,38      | 696               | 0,454     | 762               | 0,543     | 834               | 0,632     | 900               | 0,735     | 971               | 0,824     | 1.029             | 0,923     | 1.088             |
| 2.000                     |           |                   |           |                   | 0,384     | 701               | 0,478     | 782               | 0,57      | 854               | 0,67      | 925               | 0,766     | 991               | 0,853     | 1.052             | 0,961     | 1.113             |
| 2.100                     |           |                   |           |                   |           |                   | 0,502     | 800               | 0,594     | 876               | 0,698     | 946               | 0,792     | 1.008             | 0,9       | 1.075             | 0,998     | 1.133             |
| 2.200                     |           |                   |           |                   |           |                   | 0,517     | 813               | 0,615     | 887               | 0,73      | 966               | 0,827     | 1.030             | 0,934     | 1.095             | 1,035     | 1.152             |
| 2.300                     |           |                   |           |                   |           |                   | 0,535     | 828               | 0,64      | 905               | 0,753     | 982               | 0,868     | 1.055             | 0,962     | 1.113             | 1,081     | 1.177             |
| 2.400                     |           |                   |           |                   |           |                   | 0,546     | 839               | 0,65      | 920               | 0,778     | 996               | 0,898     | 1.070             | 0,999     | 1.130             | 1,118     | 1.200             |
| 2.500                     |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   | 0,665     | 937               | 0,787     | 1.020             | 0,907     | 1.080             | 1,045     | 1.155             | 1,138     | 1.210             |
| 2.600                     |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   | 0,704     | 951               | 0,824     | 1.030             | 0,94      | 1.105             | 1,072     | 1.172             | 1,202     | 1.240             |
| 2.700                     |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   | 0,731     | 966               | 0,852     | 1.045             | 0,952     | 1.119             | 1,11      | 1.194             | 1,238     | 1.261             |
| 2.800                     |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   | 0,75      | 981               | 0,88      | 1.063             | 1,005     | 1.135             | 1,138     | 1.205             | 1,275     | 1.278             |
| 2.900                     |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   | 0,908     | 1.078             | 1,040     | 1.158             | 1,165     | 1.222             | 1,32      | 1.303             |
| 3.000                     |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   | 0,925     | 1.090             | 1,065     | 1.168             | 1,21      | 1.248             | 1,33      | 1.308             |
| 3.100                     |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   | 0,94      | 1.105             | 1,1       | 1.185             | 1,238     | 1.260             | 1,387     | 1.331             |
| 3.200                     |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   | 0,953     | 1.120             | 1,12      | 1.197             | 1,277     | 1.279             | 1,432     | 1.353             |
| 3.300                     |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   | 1,156     | 1.216             | 1,302     | 1.292             | 1,46      | 1.368             |
| 3.400                     |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   | 1,185     | 1.231             | 1,334     | 1.310             | 1,488     | 1.380             |
| 3.500                     |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   | 1,22      | 1.241             | 1,352     | 1.321             | 1,525     | 1.397             |
| 3.600                     |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   | 1,23      | 1.252             | 1,397     | 1.344             | 1,551     | 1.414             |

\* Los números de mayor tamaño que figuran en la tabla indican la clase de conducto.

Tabla A6.11.2. Dimensiones de conductos, área de la sección, diámetro equivalente y tipo de conducto.[1]

## DIMENSIONES DE CONDUCTOS, ÁREA DE LA SECCIÓN, DIÁMETRO EQUIVALENTE Y TIPO DE CONDUCTO \* (Cont.)

| MEDIDAS DEL CONDUCTO (mm) | 600       |                   | 650       |                   | 700       |                   | 750       |                   | 800       |                   | 850       |                   | 900       |                   | 950       |                   | 1.000     |                   |
|---------------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|
|                           | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) | Sec. (m²) | Diám. equiv. (mm) |
| 250                       |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 300                       |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 350                       |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 400                       |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 450                       |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 500                       |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 550                       |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 600                       | 0,346     | 666               |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 650                       | 0,373     | 692               | 0,407     | 722               |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 700                       | 0,401     | 716               | 0,437     | 749               | 0,472     | 777               |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 750                       | 0,433     | 745               | 0,468     | 775               | 0,502     | 803               | 0,543     | 834               |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 800                       | 0,457     | 765               | 0,497     | 798               | 0,536     | 829               | 0,576     | 859               | 0,618     | 889               |           |                   |           |                   |           |                   |           |                   |
| 850                       | 0,485     | 788               | 0,527     | 823               | 0,568     | 854               | 0,61      | 884               | 0,654     | 914               | 0,697     | 944               |           |                   |           |                   |           |                   |
| 900                       | 0,517     | 813               | 0,549     | 838               | 0,603     | 875               | 0,646     | 909               | 0,692     | 940               | 0,736     | 971               | 0,783     | 1.002             |           |                   |           |                   |
| 950                       | 0,542     | 834               | 0,591     | 869               | 0,636     | 903               | 0,679     | 934               | 0,728     | 966               | 0,775     | 996               | 0,822     | 1.028             | 0,873     | 1.057             |           |                   |
| 1.000                     | 0,569     | 853               | 0,622     | 893               | 0,668     | 925               | 0,714     | 955               | 0,767     | 992               | 0,816     | 1.020             | 0,864     | 1.052             | 0,914     | 1.083             | 0,972     | 1.114             |
| 1.050                     | 0,597     | 874               | 0,65      | 914               | 0,702     | 948               | 0,752     | 981               | 0,803     | 1.015             | 0,853     | 1.044             | 0,907     | 1.078             | 0,963     | 1.108             | 1,018     | 1.139             |
| 1.100                     | 0,624     | 894               | 0,679     | 934               | 0,733     | 969               | 0,786     | 1.004             | 0,840     | 1.038             | 0,89      | 1.068             | 0,952     | 1.103             | 1,0       | 1.133             | 1,054     | 1.165             |
| 1.150                     | 0,652     | 914               | 0,706     | 951               | 0,764     | 990               | 0,818     | 1.025             | 0,877     | 1.057             | 0,934     | 1.093             | 0,99      | 1.127             | 1,045     | 1.159             | 1,1       | 1.190             |
| 1.200                     | 0,675     | 930               | 0,736     | 971               | 0,794     | 1.009             | 0,856     | 1.046             | 0,915     | 1.082             | 0,972     | 1.116             | 1,027     | 1.149             | 1,092     | 1.180             | 1,148     | 1.215             |
| 1.250                     | 0,702     | 949               | 0,764     | 990               | 0,823     | 1.028             | 0,89      | 1.068             | 0,953     | 1.105             | 1,008     | 1.139             | 1,072     | 1.171             | 1,128     | 1.204             | 1,2       | 1.240             |
| 1.300                     | 0,728     | 966               | 0,792     | 1.006             | 0,856     | 1.046             | 0,924     | 1.089             | 0,99      | 1.126             | 1,054     | 1.161             | 1,118     | 1.198             | 1,175     | 1.226             | 1,248     | 1.263             |
| 1.350                     | 0,755     | 984               | 0,818     | 1.025             | 0,89      | 1.066             | 0,963     | 1.108             | 1,018     | 1.143             | 1,092     | 1.181             | 1,165     | 1.219             | 1,22      | 1.248             | 1,295     | 1.286             |
| 1.400                     | 0,779     | 999               | 0,848     | 1.042             | 0,92      | 1.084             | 0,99      | 1.126             | 1,055     | 1.163             | 1,128     | 1.201             | 1,2       | 1.241             | 1,268     | 1.272             | 1,34      | 1.308             |
| 1.450                     | 0,798     | 1.011             | 0,877     | 1.059             | 0,952     | 1.102             | 1,018     | 1.143             | 1,092     | 1.184             | 1,165     | 1.223             | 1,238     | 1.260             | 1,312     | 1.296             | 1,388     | 1.331             |
| 1.500                     | 0,822     | 1.027             | 0,902     | 1.074             | 0,97      | 1.118             | 1,055     | 1.165             | 1,128     | 1.202             | 1,2       | 1.242             | 1,275     | 1.280             | 1,35      | 1.318             | 1,435     | 1.355             |
| 1.600                     | 0,872     | 1.057             | 0,952     | 1.105             | 1,035     | 1.154             | 1,118     | 1.199             | 1,192     | 1.238             | 1,275     | 1.280             | 1,358     | 1.321             | 1,432     | 1.356             | 1,525     | 1.398             |
| 1.700                     | 0,923     | 1.088             | 1,008     | 1.135             | 1,091     | 1.185             | 1,183     | 1.229             | 1,267     | 1.275             | 1,35      | 1.316             | 1,441     | 1.359             | 1,525     | 1.396             | 1,616     | 1.438             |
| 1.800                     | 0,961     | 1.115             | 1,063     | 1.165             | 1,147     | 1.215             | 1,248     | 1.262             | 1,331     | 1.308             | 1,423     | 1.351             | 1,515     | 1.395             | 1,608     | 1.435             | 1,692     | 1.475             |
| 1.900                     | 0,998     | 1.141             | 1,108     | 1.194             | 1,21      | 1.245             | 1,302     | 1.292             | 1,396     | 1.340             | 1,498     | 1.388             | 1,599     | 1.430             | 1,692     | 1.470             | 1,785     | 1.511             |
| 2.000                     | 1,063     | 1.168             | 1,165     | 1.219             | 1,267     | 1.272             | 1,359     | 1.321             | 1,46      | 1.368             | 1,572     | 1.418             | 1,673     | 1.462             | 1,775     | 1.505             | 1,875     | 1.599             |
| 2.100                     | 1,108     | 1.192             | 1,22      | 1.248             | 1,312     | 1.299             | 1,423     | 1.350             | 1,525     | 1.397             | 1,636     | 1.448             | 1,748     | 1.496             | 1,858     | 1.542             | 1,96      | 1.584             |
| 2.200                     | 1,155     | 1.217             | 1,266     | 1.272             | 1,368     | 1.325             | 1,488     | 1.390             | 1,598     | 1.429             | 1,71      | 1.478             | 1,821     | 1.528             | 1,932     | 1.575             | 2,042     | 1.618             |
| 2.300                     | 1,192     | 1.237             | 1,312     | 1.299             | 1,433     | 1.355             | 1,543     | 1.405             | 1,665     | 1.457             | 1,775     | 1.507             | 1,895     | 1.557             | 2,015     | 1.604             | 2,128     | 1.650             |
| 2.400                     | 1,228     | 1.258             | 1,368     | 1.325             | 1,469     | 1.371             | 1,59      | 1.426             | 1,72      | 1.486             | 1,821     | 1.530             | 1,95      | 1.580             | 2,095     | 1.639             | 2,22      | 1.682             |
| 2.500                     | 1,285     | 1.285             | 1,386     | 1.344             | 1,545     | 1.402             | 1,655     | 1.455             | 1,775     | 1.508             | 1,905     | 1.562             | 1,998     | 1.600             | 2,165     | 1.664             | 2,293     | 1.715             |
| 2.600                     | 1,35      | 1.315             | 1,46      | 1.368             | 1,58      | 1.422             | 1,72      | 1.485             | 1,84      | 1.538             | 1,98      | 1.592             | 2,095     | 1.639             | 2,228     | 1.690             | 2,365     | 1.740             |
| 2.700                     | 1,368     | 1.325             | 1,498     | 1.388             | 1,627     | 1.443             | 1,775     | 1.508             | 1,895     | 1.559             | 2,035     | 1.612             | 2,17      | 1.669             | 2,293     | 1.715             | 2,45      | 1.770             |
| 2.800                     | 1,396     | 1.348             | 1,552     | 1.410             | 1,692     | 1.473             | 1,82      | 1.528             | 1,95      | 1.582             | 2,08      | 1.632             | 2,265     | 1.702             | 2,375     | 1.745             | 2,505     | 1.790             |
| 2.900                     | 1,46      | 1.370             | 1,6       | 1.432             | 1,747     | 1.495             | 1,878     | 1.552             | 2,035     | 1.615             | 2,17      | 1.670             | 2,295     | 1.715             | 2,425     | 1.762             | 2,605     | 1.825             |
| 3.000                     | 1,497     | 1.387             | 1,645     | 1.451             | 1,793     | 1.515             | 1,932     | 1.575             | 2,095     | 1.639             | 2,235     | 1.695             | 2,41      | 1.768             | 2,515     | 1.794             | 2,683     | 1.855             |
| 3.100                     | 1,535     | 1.402             | 1,7       | 1.475             | 1,83      | 1.532             | 1,995     | 1.600             | 2,145     | 1.660             | 2,33      | 1.728             | 2,45      | 1.775             | 2,605     | 1.825             | 2,735     | 1.881             |
| 3.200                     | 1,58      | 1.425             | 1,738     | 1.492             | 1,878     | 1.552             | 2,06      | 1.628             | 2,19      | 1.678             | 2,37      | 1.744             | 2,525     | 1.800             | 2,655     | 1.848             | 2,79      | 1.894             |
| 3.300                     | 1,608     | 1.436             | 1,785     | 1.512             | 1,922     | 1.570             | 2,09      | 1.635             | 2,265     | 1.703             | 2,43      | 1.765             | 2,61      | 1.830             | 2,765     | 1.880             | 2,855     | 1.948             |
| 3.400                     | 1,655     | 1.456             | 1,822     | 1.528             | 1,978     | 1.593             | 2,125     | 1.650             | 2,32      | 1.723             | 2,485     | 1.785             | 2,65      | 1.845             | 2,82      | 1.900             | 3,015     | 1.964             |
| 3.500                     | 1,71      | 1.478             | 1,877     | 1.550             | 2,06      | 1.627             | 2,23      | 1.689             | 2,395     | 1.752             | 2,545     | 1.805             | 2,715     | 1.868             | 2,915     | 1.932             | 3,095     | 1.988             |
| 3.600                     | 1,738     | 1.490             | 1,905     | 1.562             | 2,095     | 1.638             | 2,29      | 1.715             | 2,43      | 1.765             | 2,61      | 1.829             | 2,765     | 1.885             | 2,955     | 1.948             | 3,14      | 2.010             |

\* Los números de mayor tamaño que figuran en la tabla indican la clase de conducto.

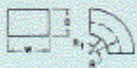
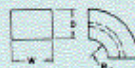
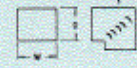
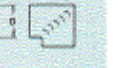


Tabla A6.12.1. Pérdidas en codos rectangulares.[1]

| ROZAMIENTO EN CODOS RECTANGULARES                         |     |                                      |                                 |                              |                                         |                                          |
|-----------------------------------------------------------|-----|--------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------|
| DIMENSIONES DEL CONDUCTO (cm)                             |     | CODO DE RADIO SIN GUÍAS              | CODO DE RADIO CON GUÍAS ***     |                              | CODOS CUADRADOS ***                     |                                          |
|                                                           |     |                                      |                                 |                              |                                         |                                          |
| W                                                         | D   | Relación de radio **<br>$R/D = 1,25$ | $R_L = 150$ mm<br>(Recomendado) | $R_L = 75$ mm<br>(Aceptable) | Guías cambio dirección<br>Doble espesor | Guías cambio dirección<br>Simple espesor |
| LONGITUD ADICIONAL EQUIVALENTE DE CONDUCTO RECTO (METROS) |     |                                      |                                 |                              |                                         |                                          |
|                                                           |     |                                      | Deflec-<br>tores                | Deflec-<br>tores             |                                         |                                          |
| 240                                                       | 120 | 9,22                                 | 13,40                           | 2                            | 11,80                                   | 17,70                                    |
|                                                           | 90  | 7,38                                 | 10,82                           | 2                            | 8,85                                    | 13,40                                    |
|                                                           | 75  | 6,51                                 | 9,22                            | 2                            | 7,30                                    | 10,95                                    |
|                                                           | 60  | 5,65                                 | 8,48                            | 1                            | 6,31                                    | 8,85                                     |
|                                                           | 50  | 4,67                                 | 8,23                            | 1                            | 5,90                                    | 7,30                                     |
| 180                                                       | 120 | 8,25                                 | 13,04                           | 2                            | 10,45                                   | 17,70                                    |
|                                                           | 90  | 6,90                                 | 9,80                            | 2                            | 8,56                                    | 13,40                                    |
|                                                           | 75  | 6,20                                 | 8,40                            | 2                            | 7,43                                    | 10,95                                    |
|                                                           | 60  | 5,05                                 | 8,48                            | 1                            | 6,33                                    | 8,85                                     |
|                                                           | 50  | 4,42                                 | 6,76                            | 1                            | 5,31                                    | 7,30                                     |
| 150                                                       | 120 | 8,25                                 | 13,04                           | 2                            | 10,45                                   | 17,70                                    |
|                                                           | 90  | 6,90                                 | 9,80                            | 2                            | 8,56                                    | 13,40                                    |
|                                                           | 75  | 6,20                                 | 8,40                            | 2                            | 7,43                                    | 10,95                                    |
|                                                           | 60  | 5,05                                 | 8,48                            | 1                            | 6,33                                    | 8,85                                     |
|                                                           | 50  | 4,42                                 | 6,76                            | 1                            | 5,31                                    | 7,30                                     |
| 120                                                       | 120 | 8,25                                 | 13,04                           | 2                            | 10,45                                   | 17,70                                    |
|                                                           | 90  | 6,90                                 | 9,80                            | 2                            | 8,56                                    | 13,40                                    |
|                                                           | 75  | 6,20                                 | 8,40                            | 2                            | 7,43                                    | 10,95                                    |
|                                                           | 60  | 5,05                                 | 8,48                            | 1                            | 6,33                                    | 8,85                                     |
|                                                           | 50  | 4,42                                 | 6,76                            | 1                            | 5,31                                    | 7,30                                     |
| 105                                                       | 105 | 6,81                                 | 8,23                            | 2                            | 7,17                                    | 15,55                                    |
|                                                           | 90  | 5,90                                 | 7,05                            | 2                            | 6,56                                    | 13,40                                    |
|                                                           | 75  | 5,03                                 | 6,30                            | 2                            | 5,92                                    | 10,95                                    |
|                                                           | 60  | 4,42                                 | 6,26                            | 1                            | 4,75                                    | 8,85                                     |
|                                                           | 50  | 3,87                                 | 5,28                            | 1                            | 4,18                                    | 7,30                                     |
| 90                                                        | 180 | 10,04                                | 8,04                            | 3                            | 5,90                                    | 13,40                                    |
|                                                           | 90  | 5,60                                 | 6,59                            | 2                            | 5,28                                    | 10,95                                    |
|                                                           | 75  | 4,79                                 | 5,70                            | 2                            | 4,42                                    | 8,85                                     |
|                                                           | 60  | 4,14                                 | 5,95                            | 1                            | 3,80                                    | 7,30                                     |
|                                                           | 50  | 3,53                                 | 5,03                            | 1                            | 3,25                                    | 5,95                                     |
| 80                                                        | 80  | 5,00                                 | 5,53                            | 2                            | 5,09                                    | 11,98                                    |
|                                                           | 75  | 4,76                                 | 5,45                            | 2                            | 5,03                                    | 10,95                                    |
|                                                           | 60  | 4,11                                 | 5,69                            | 1                            | 4,39                                    | 8,85                                     |
|                                                           | 50  | 3,54                                 | 4,67                            | 1                            | 3,56                                    | 7,30                                     |
|                                                           | 40  | 2,95                                 | 3,52                            | 1                            | 3,19                                    | 5,95                                     |
| 20                                                        | 20  | 1,72                                 | 2,38                            | 1                            | 1,72                                    | 2,98                                     |



Tabla A6.12.2. Pérdidas en codos rectangulares.[1]

| ROZAMIENTO EN CODOS RECTANGULARES (Cont.)                 |       |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                          |
|-----------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| DIMENSIONES DEL CONDUCTO (cm)                             |       | CODO DE RADIO SIN GUÍAS                                                           | CODO DE RADIO CON GUÍAS ***                                                       |                                                                                     | CODOS CUADRADOS ***                                                                 |                                          |
|                                                           |       |  |  |  |  |                                          |
| W                                                         | D     | Relación de radio **<br>R/D = 1,25                                                | Rt = 150 mm<br>(Recomendado)                                                      | Rt = 75 mm<br>(Aceptable)                                                           | Guías cambio dirección<br>Doble espesor                                             | Guías cambio dirección<br>Simple espesor |
| LONGITUD ADICIONAL EQUIVALENTE DE CONDUCTO RECTO (METROS) |       |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                          |
|                                                           |       |                                                                                   | Deflec-<br>tores                                                                  | Deflec-<br>tores                                                                    |                                                                                     |                                          |
| 70                                                        | 70    | 4,40                                                                              | 4,22 2                                                                            | 5,03 2                                                                              | 4,16                                                                                | 10,33                                    |
|                                                           | 60    | 3,84                                                                              | 5,10 1                                                                            | 4,45 2                                                                              | 3,84                                                                                | 8,85                                     |
|                                                           | 50    | 3,54                                                                              | 4,40 1                                                                            | 3,80 2                                                                              | 3,54                                                                                | 7,30                                     |
|                                                           | 40    | 2,95                                                                              | 3,19 1                                                                            | 3,26 2                                                                              | 2,95                                                                                | 5,95                                     |
|                                                           | 30    | 2,33                                                                              |                                                                                   | 3,21 1                                                                              | 2,33                                                                                | 4,50                                     |
|                                                           | 25    | 2,08                                                                              |                                                                                   | 2,66 1                                                                              | 2,08                                                                                | 3,56                                     |
|                                                           | 20    | 1,72                                                                              |                                                                                   | 2,38 1                                                                              | 1,72                                                                                | 2,98                                     |
| 60                                                        | 240 * | 11,28                                                                             | 5,65 3                                                                            |                                                                                     | 6,82                                                                                | 23,83                                    |
|                                                           | 180 * | 9,46                                                                              | 5,13 3                                                                            |                                                                                     | 6,26                                                                                | 21,46                                    |
|                                                           | 120 * | 6,55                                                                              | 6,02 2                                                                            | 5,96 3                                                                              | 5,32                                                                                | 18,30                                    |
|                                                           | 60    | 3,74                                                                              | 4,75 1                                                                            | 4,17 2                                                                              | 3,53                                                                                | 8,85                                     |
|                                                           | 50    | 3,26                                                                              | 3,84 1                                                                            | 3,54 2                                                                              | 2,95                                                                                | 7,30                                     |
|                                                           | 40    | 2,91                                                                              | 3,25 1                                                                            | 2,92 2                                                                              | 2,64                                                                                | 5,95                                     |
| 50                                                        | 200 * | 9,47                                                                              | 4,88 3                                                                            |                                                                                     | 5,65                                                                                | 19,83                                    |
|                                                           | 150 * | 7,75                                                                              | 5,65 2                                                                            |                                                                                     | 5,03                                                                                | 17,41                                    |
|                                                           | 100 * | 6,50                                                                              | 4,50 2                                                                            | 4,13 3                                                                              | 4,13                                                                                | 14,57                                    |
|                                                           | 50    | 3,25                                                                              | 3,52 1                                                                            | 2,95 2                                                                              | 2,95                                                                                | 7,30                                     |
|                                                           | 40    | 2,66                                                                              | 2,61 1                                                                            | 2,70 2                                                                              | 2,37                                                                                | 5,95                                     |
|                                                           | 30    | 2,05                                                                              |                                                                                   | 2,66 1                                                                              | 2,05                                                                                | 4,50                                     |
| 40                                                        | 25    | 1,80                                                                              |                                                                                   | 2,37 1                                                                              | 1,80                                                                                | 3,56                                     |
|                                                           | 20    | 1,47                                                                              |                                                                                   | 2,08 1                                                                              | 1,47                                                                                | 2,98                                     |
|                                                           | 15    | 1,17                                                                              |                                                                                   |                                                                                     | 1,17                                                                                | 2,36                                     |
|                                                           | 160 * | 7,72                                                                              | 2,76 3                                                                            |                                                                                     | 4,18                                                                                | 14,26                                    |
|                                                           | 120 * | 6,22                                                                              | 3,63 2                                                                            | 3,52 3                                                                              | 3,56                                                                                | 12,87                                    |
|                                                           | 80 *  | 4,43                                                                              | 3,26 2                                                                            | 2,67 3                                                                              | 3,25                                                                                | 11,24                                    |
| 30                                                        | 40    | 2,66                                                                              | 2,36 1                                                                            | 2,40 2                                                                              | 2,08                                                                                | 5,95                                     |
|                                                           | 30    | 2,05                                                                              |                                                                                   | 2,34 1                                                                              | 1,76                                                                                | 4,50                                     |
|                                                           | 25    | 1,76                                                                              |                                                                                   | 1,77 1                                                                              | 1,49                                                                                | 3,56                                     |
|                                                           | 20    | 1,47                                                                              |                                                                                   | 1,81 1                                                                              | 1,47                                                                                | 2,98                                     |
|                                                           | 15    | 1,15                                                                              |                                                                                   |                                                                                     | 1,17                                                                                | 2,36                                     |
|                                                           | 120 * | 5,64                                                                              | 2,34 2                                                                            | 2,34 3                                                                              | 2,95                                                                                | 9,84                                     |
| 25                                                        | 90 *  | 4,71                                                                              | 2,10 2                                                                            | 2,10 3                                                                              | 2,67                                                                                | 8,95                                     |
|                                                           | 60 *  | 3,25                                                                              | 2,42 1                                                                            | 2,42 2                                                                              | 2,32                                                                                | 7,74                                     |
|                                                           | 30    | 2,05                                                                              |                                                                                   | 2,01 1                                                                              | 1,49                                                                                | 4,50                                     |
|                                                           | 25    | 1,76                                                                              |                                                                                   | 1,49 1                                                                              | 1,47                                                                                | 3,56                                     |
|                                                           | 20    | 1,47                                                                              |                                                                                   | 1,47 1                                                                              | 1,16                                                                                | 2,98                                     |
|                                                           | 15    | 1,10                                                                              |                                                                                   |                                                                                     | 0,88                                                                                | 2,36                                     |
| 20                                                        | 100 * | 5,53                                                                              | 1,79 2                                                                            | 1,88 3                                                                              | 2,33                                                                                | 7,99                                     |
|                                                           | 75 *  | 3,81                                                                              | 1,79 2                                                                            | 2,36 2                                                                              | 2,07                                                                                | 7,18                                     |
|                                                           | 50 *  | 2,85                                                                              | 2,08 1                                                                            | 1,78 2                                                                              | 1,78                                                                                | 6,25                                     |
|                                                           | 25    | 1,47                                                                              |                                                                                   | 1,49 1                                                                              | 1,19                                                                                | 3,56                                     |
|                                                           | 20    | 1,19                                                                              |                                                                                   | 1,49 1                                                                              | 1,16                                                                                | 2,98                                     |
|                                                           | 15    | 0,88                                                                              |                                                                                   |                                                                                     | 0,88                                                                                | 2,36                                     |
| 15                                                        | 80 *  | 3,82                                                                              | 1,53 2                                                                            | 1,23 3                                                                              | 1,79                                                                                | 6,26                                     |
|                                                           | 60 *  | 3,21                                                                              | 1,77 1                                                                            | 1,49 2                                                                              | 1,79                                                                                | 5,65                                     |
|                                                           | 40 *  | 2,33                                                                              | 1,15 1                                                                            | 1,47 2                                                                              | 1,47                                                                                | 4,73                                     |
|                                                           | 20    | 1,16                                                                              |                                                                                   | 1,17 1                                                                              | 0,89                                                                                | 2,98                                     |
|                                                           | 15    | 0,88                                                                              |                                                                                   |                                                                                     | 0,89                                                                                | 2,36                                     |
| 15                                                        | 60 *  | 2,95                                                                              | 1,17 1                                                                            | 1,19 2                                                                              | 1,19                                                                                | 4,45                                     |
|                                                           | 45 *  | 2,37                                                                              | 0,88 1                                                                            | 1,19 2                                                                              | 1,17                                                                                | 3,83                                     |
|                                                           | 30 *  | 1,72                                                                              |                                                                                   | 1,19 1                                                                              | 0,89                                                                                | 3,01                                     |
|                                                           | 15    | 0,88                                                                              |                                                                                   |                                                                                     | 0,89                                                                                | 2,36                                     |

\* Dobladuras difíciles como la representada.

Dobladura difícil



Dobladura fácil



\*\* Para otras relaciones de radio, véase tabla 10.

\*\*\* Para otras dimensiones, véase tabla 10.

Los deflectores deben estar colocados como muestra el gráfico 6 página 29, para obtener estas mínimas pérdidas.



# PLANOS

1. Plano de Situación.

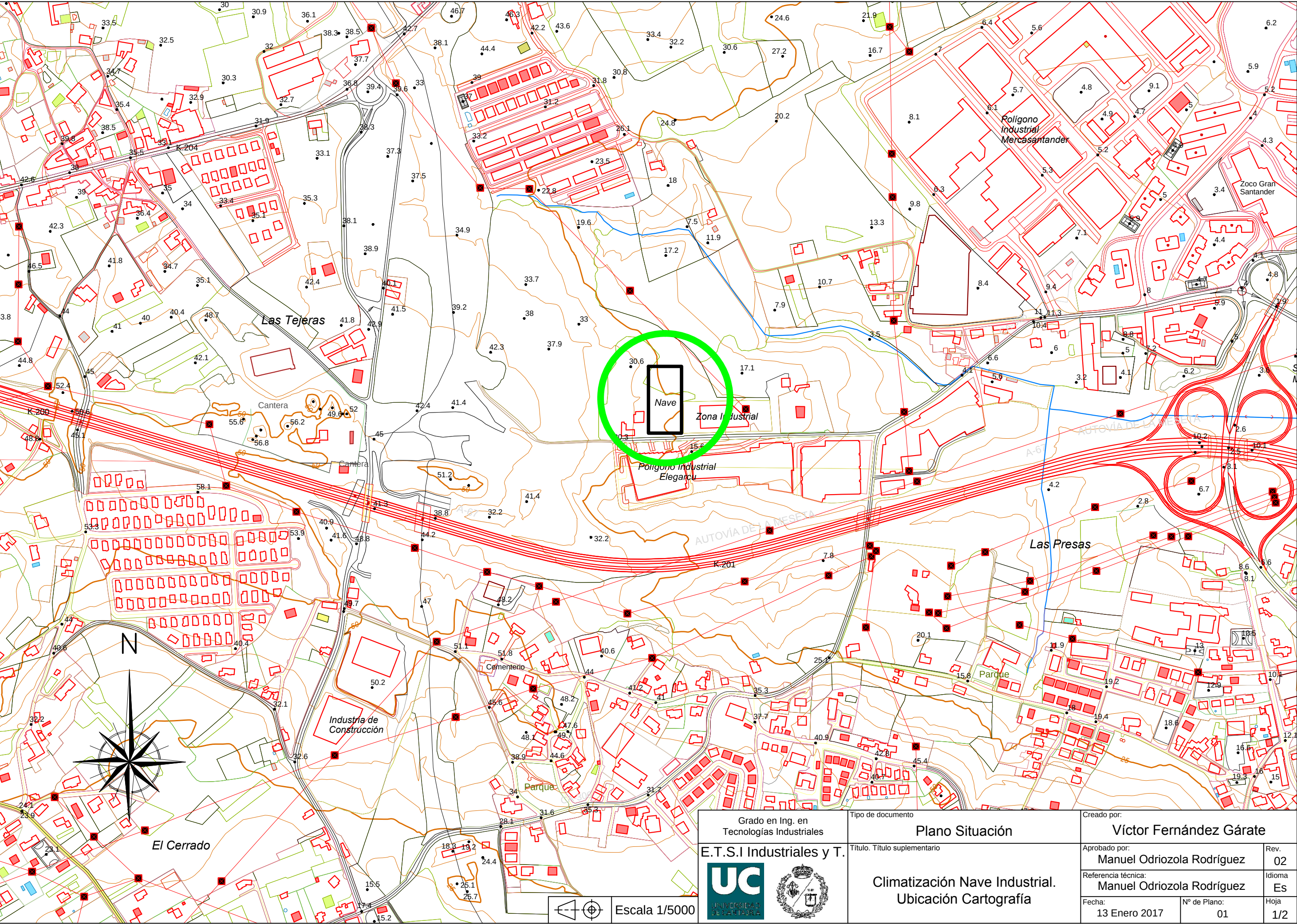
Los planos de situación están asociados con una cartografía a escala 1/25.000 perteneciente al Gobierno de Cantabria. El Sistema Oficial Geodésico de referencia de la Cartografía es ETRS89.

2. Características de la Nave.

3. Detalles Constructivos.

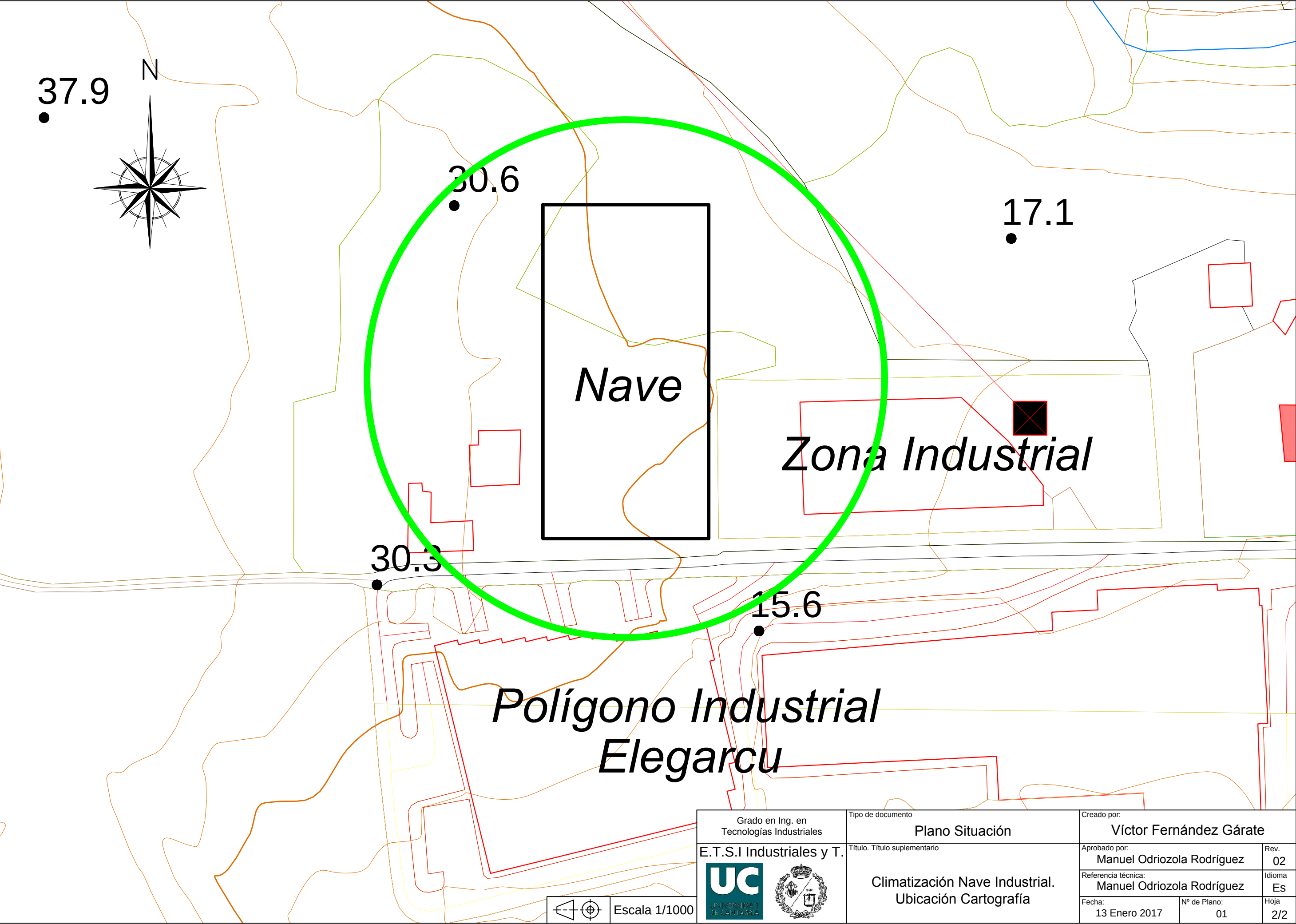
4. Esquema de Principio: Equipos y Tuberías en Cubierta.

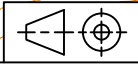
5. Esquema de Principio: Conductos



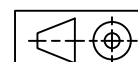
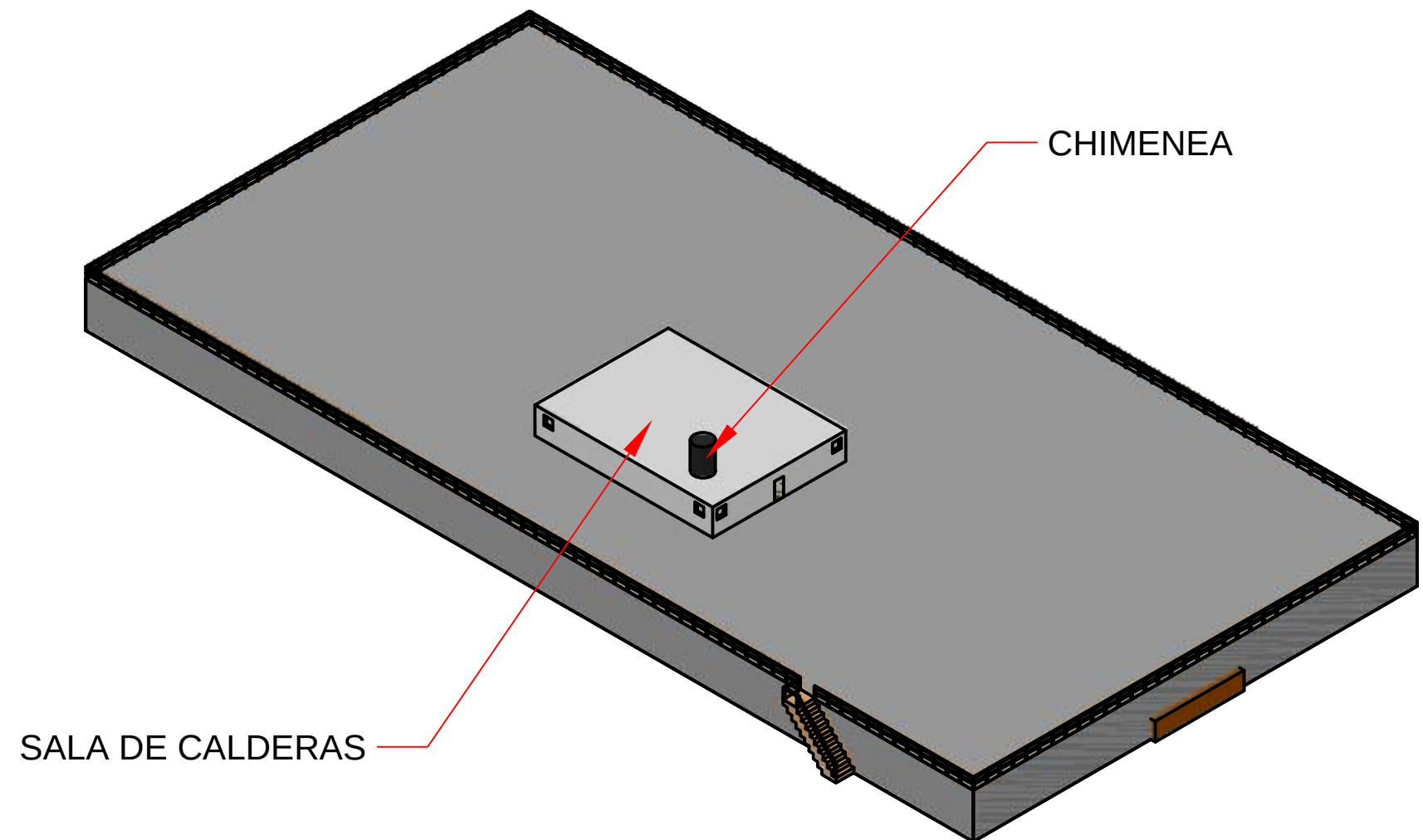
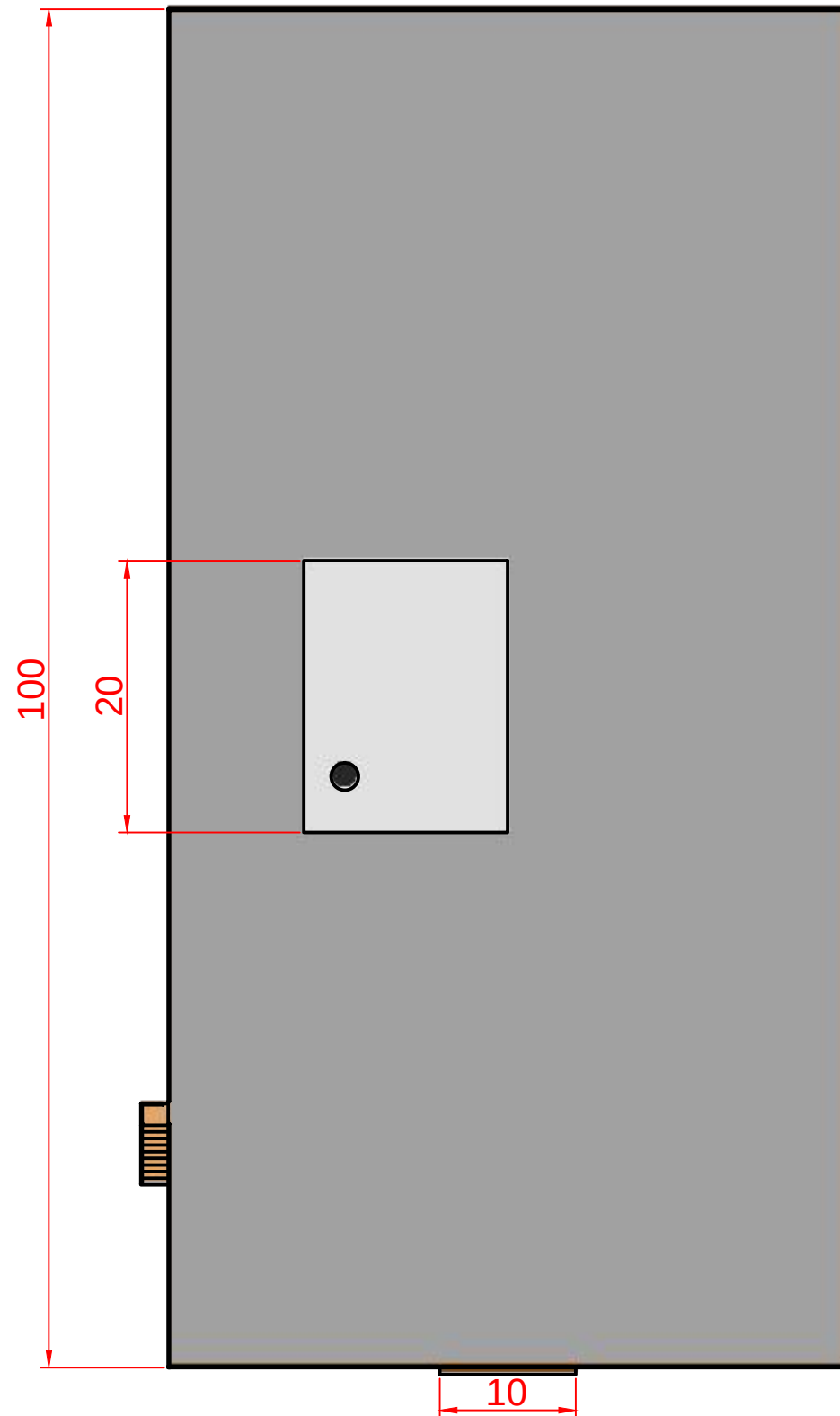
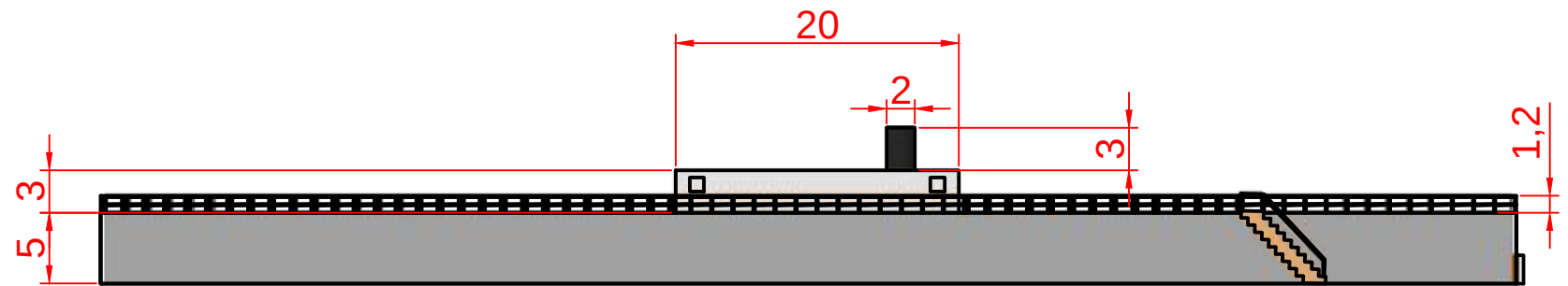
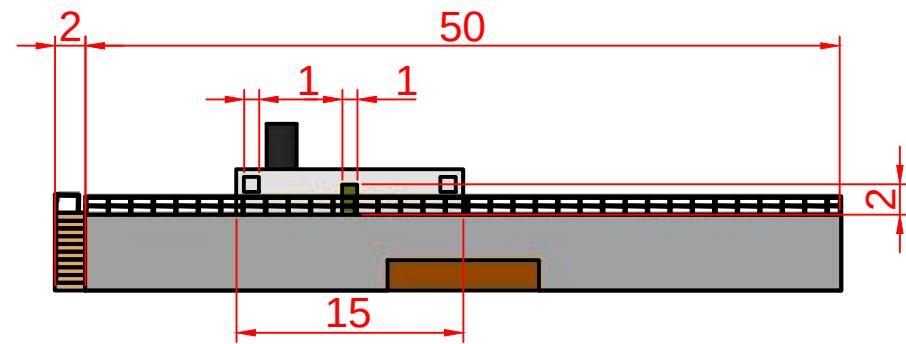
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         |               |                            |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|----------------------------|------|
| <div>Grado en Ing. en<br/>Tecnologías Industriales</div> <div>E.T.S.I Industriales y T.</div> <div></div> | Tipo de documento                                       |               | Creado por:                |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Plano Situación                                         |               | V́ctor Ferńndez Ǵrate    |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     | T́tulo. T́tulo suplementario                            |               | Aprobado por:              | Rev. |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Climatizaci3n Nave Industrial.<br>Ubicaci3n Cartograf́a |               | Manuel Odriozola Rodŕguez | 02   |
| Referencia t́cnica:                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |               | Idioma                     |      |
| Manuel Odriozola Rodŕguez                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                         |               | Es                         |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         | Fecha:        | Nº de Plano:               | Hoja |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         | 13 Enero 2017 | 01                         | 1/2  |





 Escala 1/1000

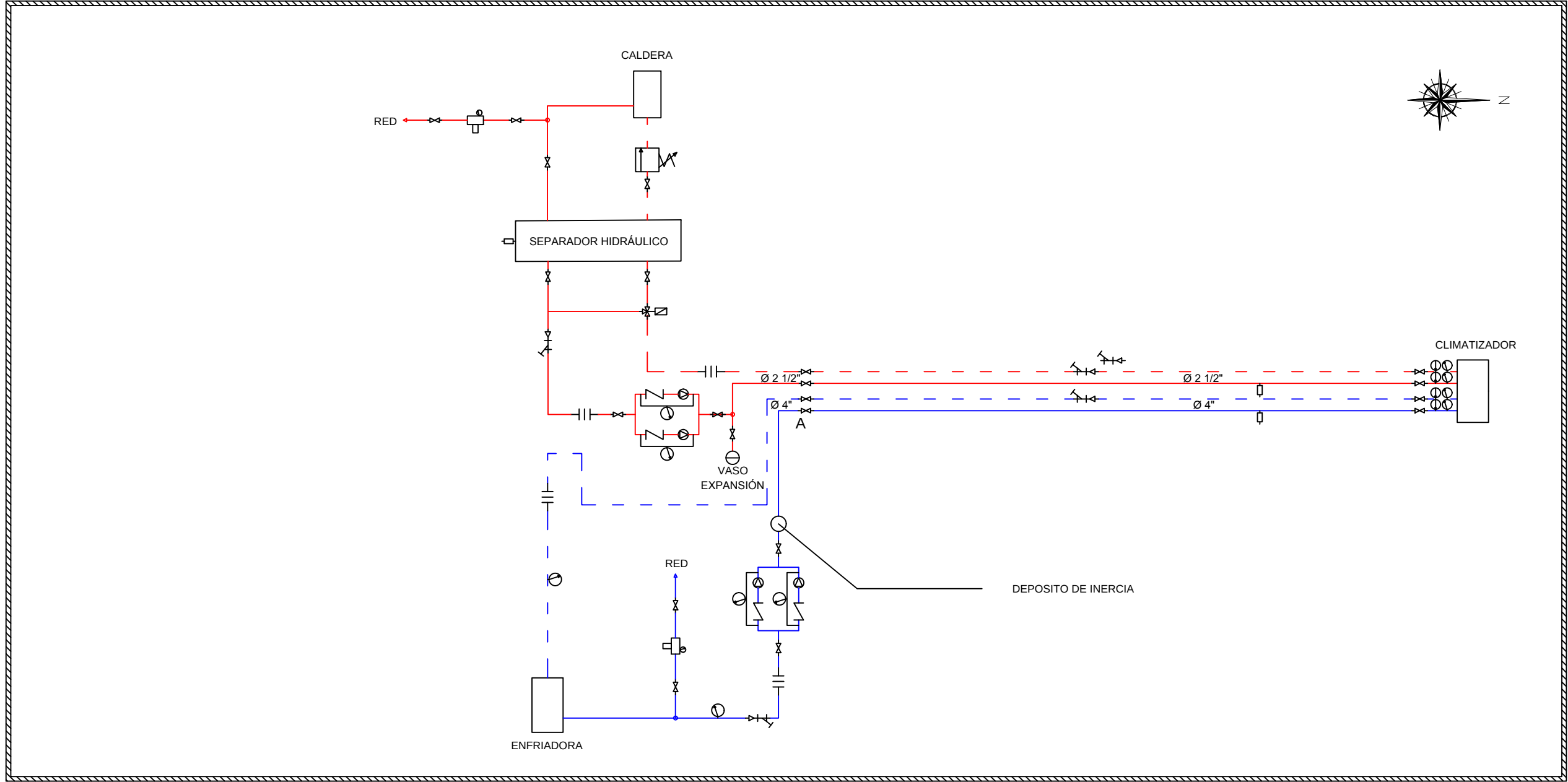
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         |               |                            |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|----------------------------|------|
| <div>Grado en Ing. en<br/>Tecnologías Industriales</div> <div>E.T.S.I Industriales y T.</div> <div></div> | Tipo de documento                                       |               | Creado por:                |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Plano Situación                                         |               | V́ctor Ferńndez Ǵrate    |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     | T́tulo. T́tulo suplementario                            |               | Aprobado por:              | Rev. |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Climatizaci3n Nave Industrial.<br>Ubicaci3n Cartograf́a |               | Manuel Odriozola Rodŕguez | 02   |
| Referencia t́cnica:                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                         |               | Idioma                     |      |
| Manuel Odriozola Rodŕguez                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                         |               | Es                         |      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         | Fecha:        | Nº de Plano:               | Hoja |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                         | 13 Enero 2017 | 01                         | 2/2  |



Escala 2/1

|                                                                                                                                                                             |                                                          |                                             |                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|
| Grado en Ing. en<br>Tecnologías Industriales                                                                                                                                | Tipo de documento<br>Características Nave                | Creado por:<br>Víctor Fernández Gárate      |                                  |
| E.T.S.I Industriales y T.                                                                                                                                                   | Título. Título suplementario                             | Aprobado por:<br>Manuel Odriozola Rodríguez | Rev.<br>02                       |
|   | Climatización Nave Industrial<br>Características de Nave | Referencia<br>Manuel Odriozola Rodríguez    | Idioma<br>Es                     |
|                                                                                                                                                                             |                                                          | Fecha<br>13 Enero 2017                      | Nº de Plano<br>02<br>Hoja<br>1/1 |





- Ida Agua Caliente

Ida Agua Fría

Retorno Agua Caliente

Retorno Agua Fría

Bomba Centrífuga

Manómetro

Termómetro

Filtro de Agua

Válvula de Compuerta

Antivibratorio
- Válvula Antirretorno

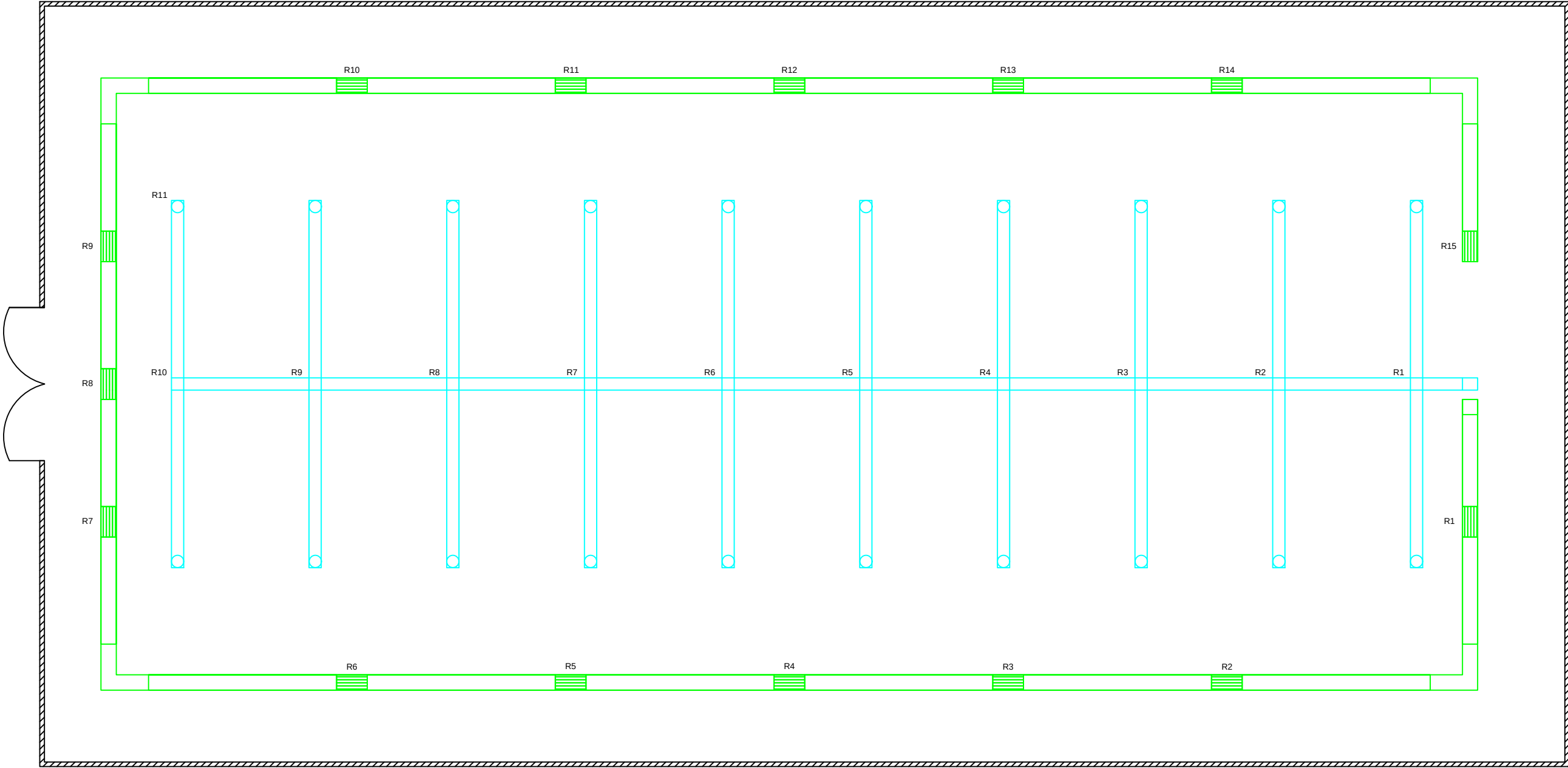
Válvula de Seguridad

Válvula de 3 Vías Motorizada

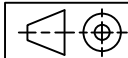
Purgador

Escala 1/300

|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                              |                                                   |                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------|
| Grado en Ing. en<br>Tecnologías Industriales<br>E.T.S.I Industriales y T.<br>  | Tipo de documento<br>Esquema de Principio<br>Título. Título suplementario<br>Climatización Nave Industrial<br>Equipos y Tuberías en Cubierta | Creado por:<br>Víctor Fernández Gárate            |                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                              | Aprobado por:<br>Manuel Odriozola Rodríguez       | Rev.<br>02                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                              | Referencia técnica:<br>Manuel Odriozola Rodríguez | Idioma<br>Es                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                              | Fecha<br>13 Enero 2017                            | Nº de Plano<br>04<br>Hoja<br>1/1 |



- Impulsión de Aire
- Retorno de Aire
- Rejilla de Retorno
- Difusor de Impulsión



Escala 1/300

|                                                                                                                                                                                                          |                                            |                         |                            |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|
| Grado en Ing. en<br>Tecnologías Industriales                                                                                                                                                             | Tipo de documento                          | Creado por:             |                            |                   |
| E.T.S.I Industriales y T.<br>  | Esquema de Principio                       | V́ctor Ferńndez Ǵrate |                            |                   |
|                                                                                                                                                                                                          | Título. Título suplementario               | Aprobado por:           | Manuel Odriozola Rodríguez | Rev.<br>02        |
|                                                                                                                                                                                                          | Climatización Nave Industrial<br>Conductos | Referencia técnica:     | Manuel Odriozola Rodríguez | Idioma<br>Es      |
|                                                                                                                                                                                                          |                                            | Fecha                   | 13 Enero 2017              | Nº de Plano<br>05 |
|                                                                                                                                                                                                          |                                            |                         |                            | Hoja<br>1/1       |



# **PLIEGO DE CONDICIONES**

# ÍNDICE

\_Toc474688398

|       |                                                     |    |
|-------|-----------------------------------------------------|----|
| 1     | OBJETO.....                                         | 4  |
| 2     | CONDICIONES GENERALES .....                         | 4  |
| 3     | CONDICIONES FACULTATIVAS .....                      | 5  |
| 3.1   | RELACIÓN ENTRE EL CONTRATISTA Y EL CONTRATANTE..... | 5  |
| 3.2   | PERSONAL.....                                       | 5  |
| 3.3   | OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA .....       | 6  |
| 3.4   | MEDIDAS DE SEGURIDAD .....                          | 6  |
| 3.5   | REALIZACIÓN DE LA OBRA .....                        | 7  |
| 4     | CONDICIONES ECONÓMICAS .....                        | 8  |
| 4.1   | PRECIOS .....                                       | 8  |
| 4.2   | FORMA DE PAGO .....                                 | 8  |
| 5     | CONDICIONES JURÍDICAS.....                          | 9  |
| 5.1   | ACCIDENTES Y DAÑOS PRODUCIDOS EN LA OBRA .....      | 9  |
| 5.2   | CASO DE SUSPENSIÓN DE PAGOS.....                    | 9  |
| 5.3   | CASO DE RESCISIÓN DE CONTRATO.....                  | 9  |
| 5.4   | PARO O APLAZAMIENTO DE LA OBRA.....                 | 10 |
| 5.5   | ARBITRAJE .....                                     | 10 |
| 5.6   | AUDITORÍA.....                                      | 11 |
| 5.7   | CARÁCTER DE PLIEGO DE CONDICIONES .....             | 11 |
| 6     | CONDICIONES TÉCNICAS.....                           | 11 |
| 6.1   | EQUIPOS Y MATERIALES .....                          | 11 |
| 6.1.1 | TUBERIAS Y ACCESORIOS.....                          | 12 |
| 6.1.2 | VALVULERÍA.....                                     | 13 |

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 6.1.3 CONDUCTOS Y ACCESORIOS .....                 | 14 |
| 6.1.4 AISLAMIENTOS .....                           | 16 |
| 6.1.5 CALDERA .....                                | 19 |
| 6.1.6 SALA DE CALDERAS .....                       | 21 |
| 6.1.7 ENFRIADORA.....                              | 22 |
| 6.1.8 BOMBAS .....                                 | 23 |
| 6.1.9 UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE .....        | 24 |
| 6.1.10 VASO DE EXPANSIÓN .....                     | 25 |
| 6.1.11 DIFUSORES .....                             | 25 |
| 6.1.12 REJILLAS.....                               | 25 |
| 6.1.13 GRIFOS PARA ALIMENTACIÓN Y DESAGÜE .....    | 26 |
| 6.2 MONTAJE.....                                   | 26 |
| 6.2.1 GENERALIDADES .....                          | 26 |
| 6.2.2 ACOPIO DE MATERIALES.....                    | 26 |
| 6.2.3 REPLANTEO .....                              | 27 |
| 6.2.4 COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS .....     | 27 |
| 6.2.5 PROTECCIÓN .....                             | 27 |
| 6.2.6 LIMPIEZA .....                               | 28 |
| 6.2.7 RUIDOS Y VIBRACIONES.....                    | 28 |
| 6.2.8 ACCESIBILIDAD .....                          | 29 |
| 6.2.9 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS.....               | 29 |
| 6.3 PRUEBAS, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN .....    | 30 |
| 6.3.1 GENERALIDADES .....                          | 30 |
| 6.3.2 LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE TUBERÍAS.....  | 31 |
| 6.3.3 LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE CONDUCTOS..... | 32 |

|        |                                                  |    |
|--------|--------------------------------------------------|----|
| 6.3.4  | COMPROBACIÓN DE LA EJECUCIÓN.....                | 32 |
| 6.3.5  | PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE REDES DE TUBERÍAS ..... | 33 |
| 6.3.6  | PRUEBAS DE REDES DE CONDUCTOS .....              | 33 |
| 6.3.7  | PRUEBAS DE LIBRE DILATACIÓN.....                 | 34 |
| 6.3.8  | PRUEBAS DE CIRCUITOS FRIGORÍFICOS.....           | 34 |
| 6.3.8  | OTRAS PRUEBAS.....                               | 34 |
| 6.3.9  | CERTIFICADO DE LA INSTALACIÓN .....              | 35 |
| 6.3.10 | RECEPCIÓN PROVISIONAL.....                       | 35 |
| 6.3.11 | RECEPCIÓN DEFINITIVA Y GARANTÍA.....             | 36 |

# 1 OBJETO

La finalidad del pliego de condiciones consiste en definir las condiciones que han de regir en la ejecución de la obra. Para ello, han de fijar los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato o con arreglo a la legislación aplicable, al promotor o dueño de la obra o instalación, al contratista o instalador de la misma, al ingeniero técnico director de la obra, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de la instalación.

Para la realización de este pliego de condiciones, se ha utilizado como base el "Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios" (RITE).<sup>[2]</sup>

# 2 CONDICIONES GENERALES

Las normas generales de ejecución de obligado cumplimiento son las siguientes:

- El contratante debe aprobar todos los equipos y materiales utilizados en la obra. Además, estos deben cumplir las condiciones que se establecen en el Pliego de Condiciones.
- El contratista está obligado a indicar al representante de la parte contratante, la procedencia de los equipos y materiales que se utilicen, con tiempo suficiente para que puedan realizarse las comprobaciones necesarias.
- Cualquier equipo o material aceptado, puede ser rechazado posteriormente si fueran encontrados defectos.
- La realización de la obra seguirá los documentos redactados por el ingeniero autor del proyecto. Si en cualquier momento se pretende realizar una variación sobre la obra proyectada, debe ser puesta en conocimiento del ingeniero director previamente, que es el que

permitirá su ejecución. En caso de realizarlo sin el conocimiento de este, el contratista es el responsable de las consecuencias que pueda originar.

- El contratista nombrará un encargado general, que debe estar siempre en obra, mientras en ella trabajen obreros de su gremio. El encargado general debe atender las órdenes de la dirección técnica, conocer el presente Pliego de condiciones exhibido por el contratista y supervisar el trabajo para que se realice en buenas condiciones.
- Todos los trabajadores de la obra, están obligados al cumplimiento de la Reglamentación de trabajo, así como de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo, y todas aquellas Normas de carácter social vigentes o que se dicten durante la ejecución de la obra.
- Todos los operarios de la obra, deben poseer la autorización, homologación o capacitación de la Delegación Provincial del Ministerio competente para la aprobación de los trabajos.

### **3 CONDICIONES FACULTATIVAS**

#### **3.1 RELACIÓN ENTRE EL CONTRATISTA Y EL CONTRATANTE**

El contratista debe en todo momento dar cualquier tipo de información referida a la realización de la obra que el contratante pida. Esta información nunca es una interferencia en los trabajos realizados.

#### **3.2 PERSONAL**

El contratista es el encargado de contratar a los trabajadores, los cuales son responsabilidad suya y debe cumplir la legislación laboral vigente. En caso de error o fraude por parte de los trabajadores durante la ejecución de la obra, la responsabilidad es del contratista.

El contratista está obligado a sustituir a sus trabajadores por falta en el cumplimiento de las instrucciones, por incapacidad o por actos que comprometan los trabajos, siempre que el ingeniero director lo reclame.

### **3.3 OBLIGACIONES Y DERECHOS DEL CONTRATISTA**

El contratista debe aportar la maquinaria, herramienta y materiales necesarios, construir talleres y almacenes si la ejecución de la obra lo precisa, y desmontarlos al finalizar la obra. Además es responsable del montaje de una línea de suministro de energía eléctrica, necesaria para el trabajo.

El contratante no tiene responsabilidad alguna por cualquier avería de maquinaria o herramienta, o accidente personal que pueda ocurrir durante la obra debido a alguna insuficiencia.

### **3.4 MEDIDAS DE SEGURIDAD**

El contratista está obligado al cumplimiento de las condiciones que se indican en la Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo, aportando a los trabajadores los medios de protección necesarios y obligando su uso.

En el caso de que los operarios trabajen con equipos eléctricos, deben usar ropa sin nada metálico e usaran utensilios de material no conductor si tienen que utilizar algún objeto metálico.

El contratista puede exigir en cualquier momento a los trabajadores a presentar los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de seguridad social de todo tipo.

El contratista debe establecer un plan de seguridad que garantice:

- La seguridad de su personal y de los terceros.
- La prevención de accidentes que puedan afectar a la obra, a la maquinaria e incluso a terceros.

- La higiene, primeros auxilios y cuidado de enfermos y accidentados.

Este plan de seguridad debe ser aprobado por el contratante, aunque la responsabilidad ante un accidente sigue siendo del contratista, y puede variar durante la ejecución de la obra, siendo avisado el contratante inmediatamente.

Los trabajadores deben tener una póliza de seguros que los proteja en caso de tener algún problema durante la ejecución de la obra.

### **3.5 REALIZACIÓN DE LA OBRA**

La obra se inicia cuando la parte contratante da por escrito la orden de inicio al contratista, antes de transcurrir veinticuatro horas de su iniciación.

Todos los planos de realización de la obra deben ser hechos por el contratista y deben ser presentados al contratante antes de su realización física, para que sean aprobados o modificados.

Tanto los planos aprobados como las órdenes comunicadas por el contratante, no pueden ser modificados por el contratista. En caso contrario, el contratante puede exigir al contratista una reconstrucción de las obras realizadas.

Si el contratista considera que una orden recibida supera las obligaciones establecidas en el contrato, debe presentar un escrito, en un plazo inferior a diez días, al contratante. Una vez transcurrido este tiempo, el contratista no podrá efectuar ninguna reclamación.



## **4 CONDICIONES ECONÓMICAS**

### **4.1 PRECIOS**

Las obras contratadas se pagan en general, aplicando los precios unitarios o por actividad de obra según el contrato que se haya firmado.

Dentro de los precios propuestos por el contratista se pueden observar todos los gastos de mano de obra, equipos y herramientas, transporte del personal y de materiales, seguros, gastos generales, intereses de inversión, beneficio industrial, impuestos y todo tipo de tasas, gastos procedentes de las medidas de seguridad en el trabajo, indemnizaciones, dietas.

Se incluyen los precios unitarios de mano de obra, por categorías profesionales. En estos, está incluida la parte proporcional de herramientas manuales que tendrán los trabajadores. Además, se incluyen los precios de alquiler de maquinaria.

Si el contratista tiene alguna ambigüedad en los precios, tiene que constatarlo en su oferta, antes de firmar el contrato, ya que una vez firmado, prevalece el criterio del contratante en posibles discrepancias.

El contratista, alegando retraso de pagos, no puede suspender la obra ni trabajar a menor ritmo que el que les corresponde.

El contratista presentará los precios descompuestos, y debe esperar a su aprobación para comenzar con la ejecución de la obra.

### **4.2 FORMA DE PAGO**

El contratante realizará los pagos de la siguiente forma:

- Antes del inicio de las obras se paga el 25% del precio inicial estimado.
- En la recepción definitiva de las obras se paga el 50% del precio inicial estimado.

- El 25% restante es pagado a los 90 días de realizarse la entrega definitiva.

## **5 CONDICIONES JURÍDICAS**

### **5.1 ACCIDENTES Y DAÑOS PRODUCIDOS EN LA OBRA**

El contratista es el único responsable de los daños producidos durante la ejecución de la obra, ya sea sobre la maquinaria, daños a terceros e incluso cualquier accidente que puedan sufrir los trabajadores, por lo que es el encargado de reparar estos daños.

El contratista debe llevar a cabo una serie de medidas para evitar en todo lo posible que se produzca cualquier tipo de avería o accidente, tanto sobre la maquinaria como a terceros y sus trabajadores.

### **5.2 CASO DE SUSPENSIÓN DE PAGOS**

El contratante puede rescindir el contrato si se produce una quiebra o una suspensión de pagos por parte del contratista. A partir de momento en el que se produce la declaración de suspensión de pagos, el contratante tiene dos meses para notificar la rescisión.

El contratista es el responsable de las medidas que el contratante tuviera que tomar para la seguridad y conservación de las obras.

### **5.3 CASO DE RESCISIÓN DE CONTRATO**

Si se produce este caso, el contratante puede exigir al contratista que deje en la obra todos o parte de sus equipos y materiales para poder continuar con la ejecución de la obra, contratando otro contratista. Estos objetos son alquilados o comprados por el contratante al contratista y se paga de acuerdo a la evaluación de un peritaje o mediante un acuerdo entre ambas partes.

Si cualquier material o maquinaria tuviera alguna avería, el contratista es el responsable de su arreglo.

En el momento en el que el contratante ya no necesite la maquinaria, debe avisar al contratista para que lleve a cabo su retirada. Si la maquinaria ha sufrido cualquier avería durante su utilización, el contratante debe indemnizar al contratista en función de los daños ocasionados, evaluados también por un peritaje o llegando a un acuerdo entre ambas partes.

#### **5.4 PARO O APLAZAMIENTO DE LA OBRA**

Si el contratante manda el paro absoluto de la obra, el contrato queda automáticamente rescindido.

Si el contratante manda el aplazamiento de la obra por un tiempo superior al 30% del tiempo desde la adjudicación hasta la finalización estimada, el contratista tiene el derecho, tanto a la rescisión del contrato como a la indemnización que le corresponda. En el caso de que el tiempo sea inferior al 30% anteriormente citado, el contratista tiene el derecho a la indemnización que le corresponda pero no a la rescisión del contrato.

#### **5.5 ARBITRAJE**

En el caso de que surja cualquier tipo de problema con el contrato, tanto en su interpretación como en su ejecución, es arreglado mediante un arbitraje.

Se nombran tres árbitros, uno por cada una de las partes, y el tercero es elegido por acuerdo entre ambas partes. Si no se llega a un acuerdo para la elección del tercer árbitro, éste es nombrado por el juez competente.

## **5.6 AUDITORÍA**

El contratista tiene derecho a ejercitar auditoria sobre los comprobantes y libros del contratista relacionados con los partes de horas, asistencia facturación, costos y gastos reembolsables. Puede ejercitar este derecho tantas veces se considere razonable, dentro del año posterior a las fechas de los cargos o facturaciones del contratante.

## **5.7 CARÁCTER DE PLIEGO DE CONDICIONES**

El presente Pliego de Condiciones tiene los mismos atributos que una escritura pública.

El derecho de elevar el Pliego de Condiciones a Escritura Pública en cualquier fase de la obra es reservado tanto por el contratante como por el contratista. En el caso de disputa, los impuestos, gastos de arbitraje y otras contribuciones se abonarán por partes iguales por el contratante y el contratista.

# **6 CONDICIONES TÉCNICAS**

## **6.1 EQUIPOS Y MATERIALES**

Todos los equipos y materiales que se utilicen en este proyecto deben cumplir con el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios<sup>[2]</sup>, en su instrucción técnica complementaria ITE 04<sup>[3]</sup>.

Toda la información que acompaña a los equipos y materiales, debe estar expresada al menos en castellano y en unidades del sistema internacional.

### **6.1.1 TUBERIAS Y ACCESORIOS**

En función del uso al que vayan a ser destinadas, las tuberías y accesorios deben cumplir los requisitos de las normas UNE correspondientes.

El instalador es el responsable del suministro, montaje y puesta en servicio de las redes de agua de acuerdo a los documentos del proyecto.

Todas las tuberías se instalan de forma que presenten un aspecto rectilíneo, ordenado y limpio, utilizando los accesorios correspondientes para cambios de dirección. Se suministran todas las tuberías y accesorios necesarios para la ejecución de la obra. El montaje debe ser completo y de excelente calidad, instalando las tuberías paralelas a las líneas de edificio, siempre que sea posible. Además, todas las tuberías y accesorios deben ser instalados suficientemente separadas de otras obras o equipos, y han de asegurar que el fluido circule sin obstrucciones, eliminando bolsas de aire y permitiendo un drenaje fácil en los distintos circuitos.

Las tuberías deben presentar un corte exacto y limpio sin rebabas. No se admiten tuberías con grietas, rayas, corrosión o abolladuras que afecten a la resistencia mecánica, pintura, huellas de grasa, etc.

Las uniones de tubos, codos y tes de tramos de acero galvanizado deben ser roscadas, no permitiéndose la soldadura. Los espesores mínimos de los accesorios para roscar, deben ser los adecuados ya que han de soportar las temperaturas y máximas presiones a las que están sometidos. En todos los puntos debe poderse apretar o soltar los tornillos de las bridas o juntas con facilidad.

Los soportes que presentan las tuberías son metálicos y están colocados de manera que no interrumpen el aislamiento. Estos soportes deben resistir las cargas que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla P.1 Carga mínima que debe resistir el soporte.[3]

| DIÁMETRO NOMINAL DE LA TUBERÍA (mm) | CARGA MÍNIMA QUE DEBE RESISTIR EL SOPORTE (kp) |
|-------------------------------------|------------------------------------------------|
| 80                                  | 500                                            |
| 90                                  | 850                                            |
| 100                                 | 850                                            |
| 150                                 | 850                                            |
| 200                                 | 1300                                           |
| 250                                 | 1800                                           |
| 300                                 | 2350                                           |
| 350                                 | 3000                                           |
| 400                                 | 3000                                           |
| 450                                 | 4000                                           |

El contratista comprueba los sistemas de tuberías llevando a cabo ensayos, los cuales deben ser aprobados por la Dirección Facultativa antes de su aceptación.

Al terminar con el montaje de la red las tuberías y estando cerrados los circuitos con las máquinas primarias y terminales, se procede de la siguiente forma:

1. Llenado de la instalación y prueba estática conjunta a vez y media la presión de trabajo (mínimo 600KPa).
2. Vaciado por todos los puntos bajos.
3. Limpieza de puntos bajos y filtros.

### **6.1.2 VALVULERÍA**

Todas las válvulas deben cumplir con los requisitos de las normas correspondientes.

El instalador es el responsable del suministro, montaje y puesta en servicio de la valvulería de acuerdo a los documentos del proyecto.

Las válvulas están completas cuando disponen de volante, lo que ayuda a la apertura y cierra de la misma. El volante debe tener un diámetro exterior al menos cuatro veces el diámetro nominal de la válvula, sin sobrepasar los 20 centímetros.

A la hora de elegir las válvulas, se han de tener cuenta las presiones tanto estáticas como dinámicas, rechazando los elementos que pierdan agua durante el año de garantía. Si una válvula va a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 KPa, debe llevar troquelada la presión máxima a la que pueda estar sometida.

Todas las válvulas que tengan volante están diseñadas para permitir un cierre manual perfecto ya que las superficies de cierre están perfectamente acabadas de tal manera que su estanqueidad es total, asegurando vez y media la presión prevista con un mínimo de 600 KPa.

Si una válvula presenta cualquier desperfecto, como un golpe o abolladura, que impida el buen funcionamiento, será rechazada.

Las válvulas deben ser situadas en lugares en los que sea fácil su acceso y operación, sin que otros equipos puedan estorbar en su accionamiento. Preferentemente, el montaje de las válvulas debe ser en posición vertical, con el mecanismo de accionamiento hacia arriba, y nunca se permite el montaje hacia abajo.

Una vez finalizado el montaje de cada válvula, ésta debe llevar una identificación que corresponde con el esquema del proyecto.

### **6.1.3 CONDUCTOS Y ACCESORIOS**

Los conductos de aire deben estar formados por materiales que tengan la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos debidos al movimiento del aire, a su manipulación, a su peso y a las vibraciones que pueden originarse como consecuencia de su uso. Además, deben estar formados por materiales que no propaguen el fuego ni desprenden cualquier tipo de gas toxico en caso de incendio.

Los conductos no pueden tener piezas sueltas y sus superficies internas deben ser lisas y que no contaminen el aire que vaya a circular por ellas. Deben soportar temperaturas de 250 °C sin deteriorarse ni deformarse.

Los conductos de chapa metálica deben cumplir las prescripciones de la UNE 100.101<sup>[4]</sup>, UNE 100.102<sup>[4]</sup> y UNE 100.103<sup>[4]</sup>. Las redes de conductos no pueden tener aberturas, exceptuando aquellas requeridas para el funcionamiento y limpieza del sistema de climatización, y deben cumplir con los requerimientos de estanqueidad de la norma UNE 100.102<sup>[4]</sup>.

Previo a la instalación de los conductos, estos han de limpiarse para eliminar posibles cuerpos extraños.

A la hora de realizar el diseño de la red de conductos, hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Se busca la facilidad en el montaje de la obra, lo que supone mayor estanqueidad de las uniones, y por tanto, un mejor acabado.
- Se busca que características como la fricción, la oposición al flujo de aire por el rozamiento o el acabado superficial sean lo menores posible para que el consumo de energía sea también lo menor posible.
- Se busca que el comportamiento acústico y térmico sea bueno, para reducir la transmisión de ruidos y vibraciones y las pérdidas de calor.

Entre los conductos y los soportes metálicos, se añade un material flexible no metálico, para así reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones y la formación de condensaciones y de corrosión.

Los conductos tendrán las caras en forma de “punta de diamante”, para dotarlos de una mayor rigidez.

Todas las uniones y derivaciones de conductos, se sellan con un producto de elasticidad permanente, para evitar posible fugas de aire.



Los codos deben tener un radio de eje no inferior a doce veces la anchura del conducto. Con el fin de conseguir una relación óptima, los conductos se construyen con un radio menor o igual a las tres cuartas partes de la dimensión del conducto en la dirección de giro, por lo que la relación R/D es de 1.25.

En todos los codos y demás accesorios en los que se produzca un cambio de dirección, se han de instalar álabes de dirección.

#### **6.1.4 AISLAMIENTOS**

Los materiales aislantes térmicos utilizados, así como la formación de barreras anti-vapor, deben cumplir con lo especificado en la norma UNE 100.171<sup>[4]</sup> y demás normativa que le sea de aplicación.

El contratista debe suministrar una lista con los materiales de aislamiento utilizados, en la que se incluya al menos las siguientes características: propagación de llama, generación de humo y características de rendimiento térmico.

Se debe prestar especial atención con las normas IT 1.2.4.2.1.<sup>[3]</sup> y la IT 1.2.4.2.2.<sup>[3]</sup> del RITE<sup>[2]</sup> en cuanto al aislamiento y su espesor.

Se aíslan completamente tuberías, depósitos de agua, válvulas, accesorios, etc. Todos los soportes metálicos que pasen a través del aislamiento, incluyendo soportes de depósitos y tuberías, se aíslan al menos una longitud de cuatro veces el espesor del aislamiento.

Si es necesaria una barrera de vapor, se sitúa en la cara exterior del aislamiento, para garantizar la ausencia de agua condensada.

No se permite la utilización de amianto.

Los aislamientos utilizados deben tener, al menos, clasificación de no inflamable, no propagador de llama (M1), para que en caso de incendio no generen humos ni productos tóxicos. Además, debe cumplir las siguientes características:

- No contener sustancias que se presten a la formación de microorganismos.
- No desprender olores a la temperatura de trabajo.
- Ser imputrescible.
- No ser alimento de roedores.
- No provocar la corrosión de las tuberías y conductos.

Para una correcta aplicación del aislamiento, se deben cumplir las siguientes exigencias:

1. Previo a la colocación del aislamiento, se debe limpiar la superficie a aislar para quitar cualquier posible materia extraña que exista.
2. Se suministran dos capas de pintura antioxidante u otra protección similar en aquellos elementos metálicos que no tengan protección frente a la oxidación.
3. El aislamiento se realiza por medio de mantas, filtros, placas, segmentos o coquillas, cuidando que haya un asiento compacto y firme y manteniendo el espesor constante.
4. En el caso de que el espesor del aislamiento exigido necesite varias capas, se procura que las juntas longitudinales y transversales de las distintas capas no coincidan.
5. El aislamiento debe ir protegido con los materiales necesarios para que no se deteriore con el tiempo o con las condiciones climatológicas.

El acabado final del aislamiento, en especial en zonas a la vista, debe tener un aspecto limpio, uniforme y ordenado.

#### AISLAMIENTO DE TUBERÍAS DE AGUA CALIENTE

Los materiales utilizados para el aislamiento no pueden tener un coeficiente de conductividad térmica superior a  $0.04 \text{ W/m}^2$ .

Las tuberías encargadas de transportar el agua caliente, deben tener como mínimo un espesor de aislamiento que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla P.2. Espesor mínimo de aislamiento (mm) de tuberías de agua caliente.<sup>[3]</sup>

| <b>DIÁMETRO<br/>TUBERÍA Ø<br/>(mm)</b> | <b>TEMPERATURA DEL FLUIDO (°C)</b> |                 |                  |
|----------------------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------|
|                                        | <b>40 a 60</b>                     | <b>61 a 100</b> | <b>101 a 180</b> |
| <b>Ø ≤ 35</b>                          | 35                                 | 35              | 40               |
| <b>35 &lt; Ø ≤ 60</b>                  | 40                                 | 40              | 50               |
| <b>60 &lt; Ø ≤ 90</b>                  | 40                                 | 40              | 50               |
| <b>80 &lt; Ø ≤ 140</b>                 | 40                                 | 50              | 60               |
| <b>140 &lt; Ø</b>                      | 45                                 | 50              | 60               |

### AISLAMIENTO DE TUBERÍAS DE AGUA FRÍA

En la siguiente tabla se muestran los espesores mínimos de aislamiento que deben tener las tuberías que transportan agua fría y que discurren por el exterior de edificios.

Tabla P.3. Espesor mínimo de aislamiento (mm) de tuberías de agua fría.<sup>[3]</sup>

| <b>DIÁMETRO<br/>TUBERÍA Ø<br/>(mm)</b> | <b>TEMPERATURA DEL FLUIDO (°C)</b> |               |               |
|----------------------------------------|------------------------------------|---------------|---------------|
|                                        | <b>-10 a 0</b>                     | <b>0 a 10</b> | <b>&gt;10</b> |
| <b>Ø ≤ 35</b>                          | 50                                 | 40            | 40            |
| <b>35 &lt; Ø ≤ 60</b>                  | 60                                 | 50            | 40            |
| <b>60 &lt; Ø ≤ 90</b>                  | 60                                 | 50            | 50            |
| <b>90 &lt; Ø ≤ 140</b>                 | 70                                 | 60            | 50            |
| <b>140 &lt; Ø</b>                      | 70                                 | 60            | 50            |

### **6.1.5 CALDERA**

Los generadores de calor deben cumplir con el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero por el que se dictan normas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE relativa a los requisitos mínimos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos y válida para calderas de una potencia nominal comprendida entre 4 a 400 kW. Las calderas de potencia superior a 400 kW tendrán un rendimiento igual o superior al exigido para las calderas de 400 kW.

Las calderas de gas se atienden en todo caso a la reglamentación vigente, a lo establecido en esta instrucción técnica complementaria y particularmente al Real Decreto 1428/ 1992 de 27 de noviembre por el que se aprueban las disposiciones de aplicación de la Directiva 90/396/CEE sobre aparatos de gas.

### **DOCUMENTACIÓN**

El fabricante de la caldera debe suministrar la documentación exigible por otras reglamentaciones aplicables y además, como mínimo, los siguientes datos:

- Información sobre potencia y rendimiento requerida por el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE.
- Condiciones de utilización de la caldera y condiciones nominales de salida del fluido portador.
- Características del fluido portador.
- Contenido de fluido portador de caldera.
- Caudal mínimo de fluido portador que debe pasar por la caldera.
- Dimensiones exteriores máximas de la caldera y cotas de situación de los elementos que se han de unir a otras partes de la instalación.

- Dimensiones de la bancada.
- Pesos en transporte y en funcionamiento
- Instrucciones de instalación, limpieza y mantenimiento.
- Curvas de potencia-tiro en la caja de humos para las condiciones citadas en el Real Decreto 275/1995, por el que se dictan medidas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE.

### ACCESORIOS

Independientemente de las exigencias determinadas por el Reglamento de Aparatos a Presión u otros que le afecten, con toda caldera deben incluirse:

- Utensilios necesarios para limpieza y conducción, si procede.
- Aparatos de medida (manómetros y termómetros).

Los termómetros miden la temperatura del fluido portador en un lugar próximo a la salida por medio de un bulbo que, con su correspondiente vaina de protección, penetre en el interior de la caldera. No se admiten los termómetros de contacto.

Los aparatos de medida van situados en lugar visible y fácilmente accesible para su entretenimiento y recambio, con las escalas adecuadas a la instalación.

### PRESIÓN DE PRUEBA

Las calderas deben soportar una presión de prueba de vez y media la presión de timbrado, sin que se aprecien roturas, fugas o deformaciones.

### **6.1.6 SALA DE CALDERAS**

La sala de calderas se diseña de forma que se satisfagan unos requisitos mínimos de seguridad para las personas y los edificios donde se emplacen y en todo caso se faciliten las operaciones de mantenimiento y conducción. En especial se tiene en cuenta la reglamentación vigente sobre condiciones de protección contra incendios en los edificios. Se debe cumplir la norma UNE 100020<sup>[4]</sup> en los aspectos relativos a ventilación, nivel de iluminación, seguridad eléctrica, dimensiones mínimas de la sala, separación entre máquinas para facilitar su mantenimiento así como en lo concerniente a la adecuada protección frente a la humedad exterior y la previsión de un eficaz sistema de desagüe. Las instalaciones de calderas con potencia útil superior a 70 kW que utilicen combustibles gaseosos deben cumplir con lo dispuesto en la norma UNE 60601<sup>[4]</sup> y en las disposiciones vigentes sobre instalaciones receptoras de gas.

En todo caso la sala de calderas no puede utilizarse para fines diferentes a los de alojar equipos y aparatos al servicio de la instalación de climatización. Además, no pueden realizarse trabajos ajenos a los propios de la instalación. En particular, se prohíbe la utilización de la sala de calderas como almacén, así como la colocación en la misma de depósitos de almacenamientos de combustibles, salvo cuando lo permita la reglamentación específica que sobre ese combustible pudiera existir.

### **6.1.7 ENFRIADORA**

Los equipos de producción de frío deben cumplir lo que a este respecto especifique el “Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones” Frigoríficas, el “Reglamento de Aparatos a Presión y este Reglamento”.

Los fabricantes o distribuidores de estos equipos deben aportar la siguiente documentación, sin perjuicio de otra fijada por la correspondiente Comunidad Autónoma:

- Potencia frigorífica útil total para diferentes condiciones de funcionamiento, incluso con las potencias nominales absorbidas en cada caso.
- Coeficiente de eficiencia energética para diferentes condiciones de funcionamiento y, para plantas enfriadoras de agua, incluso a cargas parciales.
- Límites extremos de funcionamiento admitidos.
- Tipo y características de la regulación de capacidad.
- Clase y cantidad de refrigerante.
- Presiones máximas de trabajo en las líneas de alta y baja presión de refrigerante.
- Exigencias de la alimentación eléctrica y situación de la caja de conexión.
- Caudal del fluido secundario en el evaporador, pérdida de carga y otras características del circuito secundario.
- Caudal del fluido de enfriamiento del condensador, pérdida de carga y otras características del circuito.
- Exigencias y recomendaciones de instalación: espacios de mantenimiento, situación y dimensión de acometidas etc.
- Instrucciones de funcionamiento y mantenimiento.
- Dimensiones máximas del equipo.

- Nivel máximo de potencia acústica ponderado A,  $L_{WA}$  en decibelios, determinado según UNE 74105<sup>[4]</sup>.
- Pesos en transporte y en funcionamiento.

### **6.1.8 BOMBAS**

Los planos del proyecto indican la situación en la que se sitúan las bombas.

Los materiales deben ser de primera calidad y no pueden presentar ningún tipo de defecto o avería que impida el funcionamiento óptimo del elemento.

Las bombas de este proyecto consisten en bombas centrífugas, accionadas por un motor eléctrico a través de su acoplamiento. El montaje se realiza sobre bancada de fundición. El motor, cuando está montado en el interior, puede llevar protección P-22. Si está montado en el exterior, la protección es P-33. Éste, es de rotor en cortocircuito y de cuatro polos y su potencia depende de las exigencias de la bomba, aunque bajo ningún concepto tiene un rendimiento inferior al 60%.

Disponen de depósitos que se encargan de lubricar adecuadamente las partes móviles que lo requieran.

El impulsor es de sección simple, fundido en bronce en una sola pieza, de tipo cerrado y compensado tanto hidráulica como mecánicamente. Además, los cuernos de las bombas tienen la capacidad de soportar una presión hidrostática de vez y media la presión máxima de trabajo, sabiendo que esta presión no puede ser inferior a 5 atm.

Todas las partes que componen el grupo, han de llevar la marca o el nombre del fabricante y las características de trabajo de cada bomba en una placa situada en un lugar con buena visibilidad.



### **6.1.9 UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE**

Los materiales con los que estén construidas las unidades de tratamiento de aire y las unidades terminales, deben cumplir las prescripciones establecidas para los conductos en el apartado ITE 04.4<sup>[3]</sup>, que les sean aplicables.

Las instalaciones eléctricas de las unidades de tratamiento de aire tienen la condición de locales húmedos a los efectos de la reglamentación de baja tensión.

Las unidades no deben en ningún caso exceder las dimensiones indicadas en el proyecto, manteniendo los espacios internos entre los componentes y asegurando el espacio para el mantenimiento.

Las UTA están constituidas por:

- Paneles estándar tipo sándwich de 45 mm de espesor, con panel exterior pintado al horno, con el RAL definido por el cliente, e interior en acero galvanizado.
- El aislamiento termoacústico es de lana de roca de alta densidad, con clasificación de resistencia al fuego M0.
- Puertas de inspección del mismo material que los paneles provistas de bisagras, burlete para estanqueidad, mirillas de inspección y cierres de presión progresiva.
- Zonas destinadas a la situación de baterías, separadores de gotas y filtros, con posibilidad de extracción fácil.

### **6.1.10 VASO DE EXPANSIÓN**

El vaso de expansión debe ajustarse al “Reglamento de Recipientes a Presión” y debe llevar el timbre de la Delegación de Industrial para la presión de trabajo correspondiente en un lugar con buena visibilidad.

Es importante controlar periódicamente la presión de carga para el correcto funcionamiento de la instalación.

### **6.1.11 DIFUSORES**

La difusión del aire es de flujo por mezcla y consiste en la mezcla de aire distribuido con el aire del ambiente del local antes de ser expulsado.

A la hora de mantener unas condiciones de confort y bienestar mediante la introducción de aire se han de considerar las siguientes condiciones:

- Reducida velocidad residual
- Bajo nivel sonoro
- Adecuada calidad del aire
- Uniformidad en la temperatura

Se suministran difusores circulares cónicos en aluminio regulables mediante varilla roscada, situados en las zonas indicadas en el proyecto.

En el caso de no poder conseguir un nivel sonoro aceptable, se recurre al uso de soportes antivibrantes especiales.

### **6.1.12 REJILLAS**

Se sitúan en los lugares indicados en el proyecto y cuya función es el retorno del aire.

Se suministran rejillas con accionamiento de regulación por el frontal mediante un destornillador.

### **6.1.13 GRIFOS PARA ALIMENTACIÓN Y DESAGÜE**

En los circuitos de alimentación de agua de la red se instalan grifos macho de bronce, roscados con prensaestopas.

Para los desagües de los colectores y puntos bajos de las instalaciones y equipos, se suministran grifos de igual tipo que los anteriores.

## **6.2 MONTAJE**

### **6.2.1 GENERALIDADES**

El montaje de las instalaciones sujetas a este Reglamento debe ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en la instrucción técnica ITE 11<sup>[3]</sup>.

Las normas que se desarrollan en esta instrucción técnica han de entenderse como la exigencia de que los trabajos de montaje, pruebas y limpieza se realicen correctamente, de forma que:

- La instalación, a su entrega, cumpla con los requisitos que señala el capítulo segundo del RITE<sup>[2]</sup>.
- La ejecución de las tareas parciales interfiera lo menos posible con el trabajo de otros oficios.

### **6.2.2 ACOPIO DE MATERIALES**

La empresa instaladora va almacenando en lugar establecido de antemano todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales proceden de fábrica convenientemente embalados al objeto de protegerlos contra los elementos climatológicos, golpes y malos tratos durante el transporte, así como durante su permanencia en el lugar de almacenamiento.

Cuando el transporte se realice por mar, los materiales han de llevar un embalaje especial, así como las protecciones necesarias para evitar toda posibilidad de corrosión marina.

Los embalajes de componentes pesados o voluminosos disponen de los convenientes refuerzos de protección y elementos de enganche que faciliten las operaciones de carga y descarga, con la debida seguridad y corrección.

Externamente al embalaje y en lugar visible se colocan etiquetas que indiquen inequívocamente el material contenido en su interior.

A la llegada a obra se comprueba que las características técnicas de todos los materiales corresponden con las especificadas en proyecto.

### **6.2.3 REPLANTEO**

Antes de comenzar los trabajos de montaje la empresa instaladora debe efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación. El replanteo debe contar con la aprobación del director de la instalación.

### **6.2.4 COOPERACIÓN CON OTROS CONTRATISTAS**

La empresa instaladora debe cooperar plenamente con los otros contratistas, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

### **6.2.5 PROTECCIÓN**

Durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados se debe proteger todos los materiales de desperfectos y daños, así como de la humedad.

Las aberturas de conexión de todos los aparatos y equipos deben estar convenientemente protegidos durante el transporte, almacenamiento y

montaje, hasta tanto no se proceda a su unión. Las protecciones deben tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos etc.

Si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deben recubrirse con pinturas antioxidantes, grasas o aceites que deben ser eliminados en el momento del acoplamiento.

Especial cuidado se debe tener hacia los materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, aparatos de control y medida etc., que deberán quedar especialmente protegidos.

#### **6.2.6 LIMPIEZA**

Durante el curso del montaje de las instalaciones se deben evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, como embalajes, retales de tuberías, conductos y materiales aislantes etc.

Asimismo, al final de la obra, se deben limpiar perfectamente de cualquier suciedad todas las unidades terminales, equipos de salas de máquinas, instrumentos de medida y control, cuadros eléctricos etc., dejándolos en perfecto estado.

#### **6.2.7 RUIDOS Y VIBRACIONES**

Toda instalación debe funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos establecidos en este reglamento.

Las correcciones que deban introducirse en los equipos para reducir su ruido o vibración deben adecuarse a las recomendaciones del fabricante

del equipo y no deben reducir las necesidades mínimas especificadas en proyecto.

### **6.2.8 ACCESIBILIDAD**

Los elementos de medida, control, protección y maniobra se deben instalar en lugares visibles y fácilmente accesibles, sin necesidad de desmontar ninguna parte de la instalación, particularmente cuando cumpla funciones de seguridad.

Los equipos que necesiten operaciones periódicas de mantenimiento deben situarse en emplazamientos que permitan la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la reglamentación vigente y las recomendaciones del fabricante.

Para aquellos equipos dotados de válvulas, compuertas, unidades terminales, elementos de control etc. que, por alguna razón, deban quedar ocultos, se debe prever un sistema de acceso fácil por medio de puertas, mamparas, paneles u otros elementos. La situación exacta de estos elementos de acceso es suministrada durante la fase de montaje y queda reflejada en los planos finales de la instalación.

### **6.2.9 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS**

Al final de la obra los aparatos, equipos y cuadros eléctricos que no vengan reglamentariamente identificados con placa de fábrica, deben marcarse mediante una chapa de identificación, sobre la cual se indican el nombre y las características técnicas del elemento.

En los cuadros eléctricos los bornes de salida deben tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

La información contenida en las placas debe escribirse en lengua castellana, por lo menos, y con caracteres indelebles y claros, de altura no menor que 5 mm.

Las placas se sitúan en un lugar visible y se fijarán mediante remaches, soldadura o material adhesivo resistente a las condiciones ambientales.

## **6.3 PRUEBAS, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN**

### **6.3.1 GENERALIDADES**

La empresa instaladora ha de disponer de los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación.

Las pruebas parciales están precedidas por una comprobación de los materiales en el momento de su recepción en obra.

Una vez que la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y haya sido ajustada y equilibrada conforme a lo indicado en UNE 100010<sup>[4]</sup>, deben realizarse como mínimo las pruebas finales del conjunto de la instalación que se indican a continuación, independientemente de aquellas otras que considere necesarias el director de obra.

Todas las pruebas se efectúan en presencia del director de obra o persona en quien delegue, quien debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.

### **6.3.2 LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE TUBERÍAS**

Las redes de distribución de agua deben ser limpiadas internamente antes de efectuar las pruebas hidrostáticas y la puesta en funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Las tuberías, accesorios y válvulas deben ser examinados antes de su instalación y, cuando sea necesario, limpiados.

Las redes de distribución de fluidos portadores deben ser limpiadas interiormente antes de su llenado definitivo para la puesta en funcionamiento para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se debe evitar la introducción de materias extrañas dentro de las tuberías, los aparatos y los equipos protegiendo sus aberturas con tapones adecuados.

Una vez completada la instalación de una red, ésta se llena con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración es establecida por el fabricante.

A continuación, se ponen en funcionamiento las bombas y se deja circular el agua durante dos horas, por lo menos. Posteriormente, se vacía totalmente la red y se enjuaga con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En el caso de redes cerradas, destinadas a la circulación de fluidos con temperatura de funcionamiento menor que 100°C, se mide el pH del agua del circuito.

Si el pH resultara menor que 7,5 se repite la operación de limpieza y enjuague tantas veces como sea necesario. A continuación se pone en funcionamiento la instalación con sus aparatos de tratamiento.

Los filtros de malla metálica puestos para protección de las bombas se dejan en su sitio por lo menos durante una semana de funcionamiento,



hasta que se compruebe que ha sido completada la eliminación de las partículas más finas que puede retener el tamiz de la malla. Sin embargo, los filtros para protección de válvulas automáticas, contadores etc. se dejan en su sitio.

### **6.3.3 LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE CONDUCTOS**

La limpieza interior de las redes de distribución de aire se efectúa una vez completado el montaje de la red y de la unidad de tratamiento de aire, pero antes de conectar las unidades terminales y montar los elementos de acabado y los muebles.

Se ponen en marcha los ventiladores hasta que el aire a la salida de las aberturas parezca, a simple vista, no contener polvo.

### **6.3.4 COMPROBACIÓN DE LA EJECUCIÓN**

Independientemente de los controles de recepción y de las pruebas parciales realizados durante la ejecución, se comprueba la correcta ejecución del montaje y la limpieza y cuidado en el buen acabado de la instalación.

Se realiza una comprobación del funcionamiento de cada motor eléctrico y de su consumo de energía en las condiciones reales de trabajo, así como de todos los cambiadores de calor, climatizadores, calderas, máquinas frigoríficas y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica, anotando las condiciones de funcionamiento.

### **6.3.5 PRUEBAS HIDROSTÁTICAS DE REDES DE TUBERÍAS**

Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanquidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por el material aislante.

Independientemente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, debe efectuarse una prueba final de estanquidad de todos los equipos y conducciones a una presión en frío equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 6 bar, de acuerdo a UNE 100151<sup>[4]</sup>.

Las pruebas requieren, inevitablemente, el taponamiento de los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de tal manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

Posteriormente se realizan pruebas de circulación de agua, poniendo las bombas en marcha, comprobando la limpieza de los filtros y midiendo presiones y, finalmente, se realiza la comprobación de la estanquidad del circuito con el fluido a la temperatura de régimen.

Por último, se comprueba el tarado de todos los elementos de seguridad.

### **6.3.6 PRUEBAS DE REDES DE CONDUCTOS**

Los conductos de chapa se prueban de acuerdo con UNE 100104<sup>[4]</sup>.

Las pruebas requieren el taponamiento de los extremos de la red, antes de que estén instaladas las unidades terminales. Los elementos de taponamiento deben instalarse en el curso del montaje, de tal manera que sirvan, al mismo tiempo, para evitar la entrada en la red de materiales extraños.

### **6.3.7 PRUEBAS DE LIBRE DILATACIÓN**

Una vez que las pruebas anteriores hayan sido satisfactorias y se hayan comprobado hidrostáticamente los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con calderas se llevan hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática.

Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprueba visualmente que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

### **6.3.8 PRUEBAS DE CIRCUITOS FRIGORÍFICOS**

Los circuitos frigoríficos de las instalaciones centralizadas de climatización, realizados en obra, son sometidos a las pruebas de estanquidad especificadas en la instrucción MI.IF.010, del Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.

No debe ser sometida a una prueba de estanquidad la instalación de unidades por elementos cuando se realice con líneas precargadas suministradas por el fabricante del equipo, que entrega el correspondiente certificado de pruebas.

### **6.3.8 OTRAS PRUEBAS**

Por último, se comprueba que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de energía de estas instrucciones técnicas. Particularmente se comprueba el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

### **6.3.9 CERTIFICADO DE LA INSTALACIÓN**

Para la puesta en funcionamiento de la instalación es necesaria la autorización del organismo territorial competente, para lo que se debe presentar ante el mismo un certificado suscrito por el director de la instalación, cuando sea preceptiva la presentación de proyecto y por un instalador, que posea carné, de la empresa que ha realizado el montaje.

El certificado de la instalación tiene, como mínimo, el contenido que se señala en el modelo que se indica en el apéndice de esta instrucción técnica. En el certificado se expresa que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto presentado y registrado por el organismo territorial competente y que cumple con los requisitos exigidos en este reglamento y sus instrucciones técnicas. Se harán constar también los resultados de las pruebas a que hubiese lugar.

### **6.3.10 RECEPCIÓN PROVISIONAL**

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios en presencia del director de obra, se procede al acto de recepción provisional de la instalación con el que se da por finalizado el montaje de la instalación. En el momento de la recepción provisional, la empresa instaladora debe entregar al director de obra la documentación siguiente:

- Una copia de los planos de la instalación realmente ejecutada, en la que figuren, como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de la sala de máquinas y los planos de plantas, donde debe indicarse el recorrido de las conducciones de distribución de todos los fluidos y la situación de las unidades terminales.
- Una memoria descriptiva de la instalación realmente ejecutada, en la que se incluyan las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.
- Una relación de los materiales y los equipos empleados, en la que

se indique el fabricante, la marca, el modelo y las características de funcionamiento, junto con catálogos y con la correspondiente documentación de origen y garantía.

- Los manuales con las instrucciones de manejo, funcionamiento y mantenimiento, junto con la lista de repuestos recomendados.
- Un documento en el que se recopilen los resultados de las pruebas realizadas.
- El certificado de la instalación firmado.

El director de obra ha de entregar los mencionados documentos, una vez comprobado su contenido y firmado el certificado, al titular de la instalación, quién lo ha de presentar a registro en el organismo territorial competente.

En cuanto a la documentación de la instalación se está además a lo dispuesto en la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y disposiciones que la desarrollan.

### **6.3.11 RECEPCIÓN DEFINITIVA Y GARANTÍA**

Transcurrido el plazo de garantía, que es de un año si en el contrato no se estipula otro de mayor duración, la recepción provisional se transforma en recepción definitiva, salvo que por parte del titular haya sido cursada alguna reclamación antes de finalizar el período de garantía.

Si durante el período de garantía se produjesen averías o defectos de funcionamiento, éstos deben ser subsanados gratuitamente por la empresa instaladora, salvo que se demuestre que las averías han sido producidas por falta de mantenimiento o uso incorrecto de la instalación.

# **PRESUPUESTO**

# ÍNDICE

|   |                                               |    |
|---|-----------------------------------------------|----|
| 1 | EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR .....   | 2  |
| 2 | EQUIPOS CLIMATIZADORES Y DE VENTILACIÓN ..... | 3  |
| 3 | BOMBAS .....                                  | 4  |
| 4 | RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA .....             | 5  |
| 5 | RED DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE .....             | 9  |
| 6 | INSTALACIÓN ELÉCTRICA ASOCIADA.....           | 10 |
| 7 | SISTEMAS DE CONTROL.....                      | 11 |
| 8 | PRESUPUESTO DESGLOSADO.....                   | 12 |
| 9 | PRESUPUESTO FINAL .....                       | 12 |

# 1 EQUIPOS DE PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR

| DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                          | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-----------------|-----------------|
| <b>CALDERA</b>                                                                                                                                                       |          |        |                 |                 |
| Caldera de gas marca TRISTAR modelo 240. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro, instalación y funcionamiento en su emplazamiento.                | 1        | Ud.    | 8502            | 8502            |
| <b>ENFRIADORA</b>                                                                                                                                                    |          |        |                 |                 |
| Enfriadora marca CARRIER modelo 30XAS 282. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro, instalación y funcionamiento en su emplazamiento.              | 1        | Ud.    | 41900           | 41900           |
| <b>DEPÓSITO DE INERCIA</b>                                                                                                                                           |          |        |                 |                 |
| Depósito de inercia cerrado para circuito de agua fría marca COUSINOX modelo DIFE-VS 1500. Incluye accesorios y demás complementos para su suministro e instalación. | 1        | Ud.    | 1822            | 1822            |
| <b>VASO DE EXPANSIÓN</b>                                                                                                                                             |          |        |                 |                 |
| Vaso de expansión cerrado para circuito de agua caliente 15 AMR. Incluye accesorios y demás complementos para su suministro e instalación.                           | 1        | Ud.    | 27.66           | 27.66           |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                                                         |          |        |                 | <b>52251.66</b> |



## 2 EQUIPOS CLIMATIZADORES Y DE VENTILACIÓN

| DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                 | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO<br>UNITARIO | PRECIO<br>TOTAL |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|--------------------|-----------------|
| <b>CLIMATIZADOR</b><br>Climatizador marca BIKAT<br>serie BK 30. Incluye<br>accesorios y demás<br>componentes para su<br>suministro, instalación y<br>funcionamiento en su<br>emplazamiento. | 1        | Ud.    | 27800              | 27800           |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                                                                                |          |        |                    | <b>27800</b>    |

### 3 BOMBAS

| DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-----------------|--------------|
| <b>BOMBAS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                |          |        |                 |              |
| Bomba centrífuga vertical de un solo impulsor para caudales de 10 m <sup>3</sup> /h y altura manométrica de 4 m.c.a., marca EBARA modelo ELINE 40-125 0.55 B para circulación en circuito de agua caliente. Incluye accesorios y demás componentes para su instalación y funcionamiento en su emplazamiento. | 2        | Ud.    | 1540            | 3080         |
| Bomba centrífuga vertical de un solo impulsor para caudales de 45 m <sup>3</sup> /h y altura manométrica de 4 m.c.a., marca EBARA modelo ELINE 65-160 1.1 B para circulación en circuito de agua fría. Incluye accesorios y demás componentes para su instalación y funcionamiento en su emplazamiento.      | 2        | Ud.    | 1866            | 3732         |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |        |                 | <b>6812</b>  |

## 4 RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA

| DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                       | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-----------------|--------------|
| <b>TUBERÍAS</b>                                                                                                                                                   |          |        |                 |              |
| Tubería de acero galvanizado de 4" (100mm) de diámetro nominal para agua fría. Incluye acoplamientos y accesorios de cuelgue y fijación.                          | 62.8     | m      | 86.15           | 5410.22      |
| Tubería de acero galvanizado de 2 <sup>1/2</sup> " (65mm) de diámetro nominal para agua caliente. Incluye acoplamientos y accesorios de cuelgue y fijación.       | 56.9     | m      | 43.72           | 2487.67      |
| <b>FILTROS</b>                                                                                                                                                    |          |        |                 |              |
| Filtro de agua marca BIDARTE tipo "Y" roscado de 4" de diámetro nominal. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro e instalación.                 | 2        | Ud.    | 122.95          | 245.9        |
| Filtro de agua marca BIDARTE tipo "Y" roscado de 2 <sup>1/2</sup> " de diámetro nominal. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro e instalación. | 2        | Ud.    | 89.98           | 179.96       |

**ACOMETIDA**

Acometida desde la red de fontanería. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro e instalación.

2

Ud.

363.15

726.3

 **AISLAMIENTO**

Aislamiento termoacústico exterior realizado con manta de lana de vidrio Isoair 40, recubierto por una de sus caras con un complejo kraft-aluminio reforzado que actúa como barrera de vapor. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro e instalación.

31.35

m<sup>2</sup>

8.65

271.16

**VÁLVULAS**

Válvula de compuerta de 4" de diámetro nominal. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro e instalación.

8

Ud.

153.71

1229.68

Válvula de compuerta de 2<sup>1/2</sup>" de diámetro nominal. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro e instalación.

13

Ud.

64.03

832.39

Válvula de seguridad de 2<sup>1/2</sup>" de diámetro nominal. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro e instalación.

1

Ud.

27.15

27.15

|                                                                                                                                                     |    |     |        |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|--------|-------|
| Válvula antirretorno de 2 <sup>1/2</sup> " de diámetro nominal. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro e instalación.            | 2  | Ud. | 16.34  | 32.68 |
| Válvula antirretorno de 4" de diámetro nominal. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro e instalación.                            | 2  | Ud. | 21.12  | 42.24 |
| Válvula de tres vías motorizada de 2 <sup>1/2</sup> " de diámetro nominal. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro e instalación. | 1  | Ud. | 64.85  | 64.85 |
| <b>ANTIVIBRATORIOS</b>                                                                                                                              |    |     |        |       |
| Antivibratorio marca SEDICAL de 4" de diámetro nominal. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro e instalación.                    | 2  | Ud. | 138.25 | 276.5 |
| Antivibratorio marca SEDICAL de 2 <sup>1/2</sup> " de diámetro nominal. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro e instalación.    | 2  | Ud. | 91.3   | 182.6 |
| <b>MANÓMETROS</b>                                                                                                                                   |    |     |        |       |
| Manómetro marca BIDARTE que permite una lectura de presión de 0 a 25 bar. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro e instalación.  | 12 | Ud. | 39     | 468   |

**TERMÓMETROS**

Termómetro marca  
BIDARTE que permite una  
lectura de temperatura de  
-21 a 120 °C. Incluye  
accesorios y demás  
componentes para su  
suministro e instalación.

4

Ud.

25.59

102.36

**SEPARADOR  
HIDRÁULICO**

Separador hidráulico.  
Incluye accesorios y demás  
componentes para su  
suministro e instalación.

1

Ud.

396.29

396.29

**PURGADOR**

Purgador. Incluye  
accesorios y demás  
componentes para su  
suministro e instalación.

3

Ud.

15.75

47.25

---

**TOTAL****13023.2**

## 5 RED DE DISTRIBUCIÓN DE AIRE

| DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                                     | CANTIDAD | UNIDAD         | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|-----------------|--------------|
| <b>CONDUCTOS</b>                                                                                                                                                                                                                                |          |                |                 |              |
| Chapa de acero galvanizado de diferentes espesores (entre 0.6 y 1.2 mm) para conducto rectangular de impulsión y retorno. Incluye acoplamientos y accesorios de cuelgue y fijación.                                                             | 797.231  | m <sup>2</sup> | 14.52           | 11575.79     |
| <b> AISLAMIENTO</b>                                                                                                                                                                                                                             |          |                |                 |              |
| Aislamiento termoacústico exterior para conducto rectangular realizado con manta de lanada de vidrio y recubierto en una de sus capas con manta de aluminio reforzado. Incluye accesorios y demás componentes para su suministro e instalación. | 797.231  | m <sup>2</sup> | 8.62            | 6872.13      |
| <b>DIFUSORES</b>                                                                                                                                                                                                                                |          |                |                 |              |
| Difusor circular cónico en aluminio regulable mediante varilla roscada para caudales de 1250 m <sup>3</sup> /h, marca FRANCE AIR modelo DAU 03-250. Incluye accesorios y demás complementos para su suministro e instalación.                   | 20       | Ud.            | 70.39           | 1407.8       |

**REJILLAS**

Rejilla de retorno de aluminio de aletas fijas a 45° para caudales de hasta 800 m³/h, marca KOOLAIR modelo 20-45-H. Incluye accesorios y demás complementos para su suministro e instalación.

15

Ud.

27.56

413.4

**TOTAL****20269.12****6 INSTALACIÓN ELÉCTRICA ASOCIADA**

| DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-----------------|---------------|
| <b>CUADRO ELÉCTRICO</b><br>Cuadro eléctrico para mando y protección de bombas y climatizador en cubierta. Incluye accesorios y demás componentes para su instalación y funcionamiento en su emplazamiento. | 1        | Ud.    | 2985.5          | 2985.5        |
| Línea de alimentación de 0.6/1 kV                                                                                                                                                                          | -        | -      | INCLUIDO        | INCLUIDO      |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                                                                                               |          |        |                 | <b>2985.5</b> |



## 7 SISTEMAS DE CONTROL

| DESCRIPCIÓN                                                                                                                                                                                                                            | CANTIDAD | UNIDAD | PRECIO<br>UNITARIO | PRECIO<br>TOTAL |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|--------------------|-----------------|
| <b>SISTEMA DE CONTROL</b><br>Sistema de control,<br>ingeniería, puesta en<br>marcha, programación,<br>cableado de<br>intercomunicación,<br>sensores interiores,<br>sensores de caldera y<br>enfriadora, centro control<br>informático. | 1        | Ud.    | 3825               | 3825            |
| <b>TOTAL</b>                                                                                                                                                                                                                           |          |        |                    | <b>3825</b>     |

## 8 PRESUPUESTO DESGLOSADO

|                                                |                    |
|------------------------------------------------|--------------------|
| 1. Equipos de producción de frío y calor       | 52251.66 €         |
| 2. Equipos climatizadores y de ventilación     | 27800 €            |
| 3. Bombas                                      | 6812 €             |
| 4. Red de distribución de agua                 | 13023.2 €          |
| 5. Red de distribución de aire                 | 20269.12 €         |
| 6. Instalación eléctrica asociada              | 2985.5 €           |
| 7. Sistemas de control                         | 3825 €             |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b> | <b>126966.48 €</b> |
| BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)                      | 7617.99 €          |
| GASTOS GENERALES (13%)                         | 16505.64 €         |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO DE CONTRATA</b>           | <b>151090.11 €</b> |
| I.V.A (21%)                                    | 31728.92 €         |
| <b>TOTAL PRESUPUESTO</b>                       | <b>182819.03 €</b> |

## 9 PRESUPUESTO FINAL

El total de presupuesto asciende a CIENTO OCHENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS DIEZ Y NUEVE euros con TRES céntimos.

Febrero de 2017, Santander



# **CATÁLOGOS**

# Combustibles gas y gasóleo

## Grupos Térmicos de acero de Baja Temperatura

### TRISTAR

Grupo térmico de acero de Baja Temperatura, de 200 a 475 kW de potencia para instalaciones de calefacción por agua caliente hasta 5 bar y 100 °C.

#### Características principales

- Caldera TriStar, monobloc de chapa de acero calorifugada con aislante de fibra de vidrio de 70 mm de espesor.
- Hogar sobrepresionado con cámara de combustión y circuito de humos totalmente refrigerados.
- Homologada como Baja Temperatura según la Directiva de Rendimientos 92/42/CEE.
- Elevado nivel de rendimiento instantáneo del 94 - 95%(★ ★ ★).
- Turbuladores de acero inoxidable de alta eficiencia y duración.
- Caja de humos con salida horizontal y calorifugada con aislante y envolvente, provista de puerta seguridad antiexplosión.
- Puerta reversible, fácilmente adaptable para abrirse hacia la derecha o a la izquierda según necesidades de la instalación.
- Conexiones de Ida y Retorno situadas en la parte superior de la caldera.
- Envolvente de chapa de acero pintada al horno que incluye carenado de la puerta.
- Equipada con cuadro de regulación y control.
- Aislamiento de la puerta con material cerámico ligero de baja inercia térmica.
- Diseño con amplias cámaras de agua que aportan menos frecuencias de encendido del quemador y evitan la necesidad de tener que garantizar un caudal mínimo de agua a través de la caldera.
- Cámara de combustión sobredimensionada para una baja carga térmica, lo que unido a la utilización de acero especial P235GH, proporciona una larga vida útil al producto.
- Rendimiento estacional del 96% en toda la gama

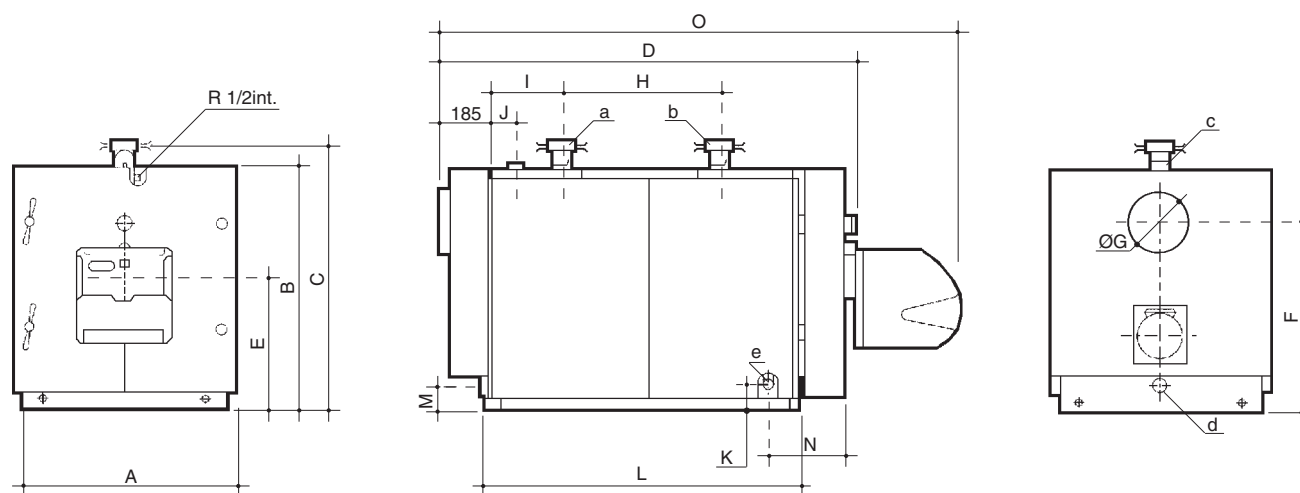


#### Forma de suministro

- Cuerpo de caldera completamente montado, incluyendo: turbuladores, conjunto puerta de seguridad antiexplosión, volantes cierre puerta, cepillo de limpieza y manta aislante.
- Envolvente, incluyendo accesorios de fijación de la envolvente, flejes sujeción manta aislante, visor mirilla y cuadro de control, en modelos con cuadro básico de 2 etapas.
- Cuadro digital KSF en los modelos solicitados con este cuadro.
- Circulador anticondensación.
- Quemador de Gas o Gasóleo de 2 etapas o Modulante (ver tabla de acoplamiento quemadores)
- Línea de Gas (versiones con quemador de Gas)
- Kit gas propano (versiones con quemador de Gas propano)

Los modelos con quemador modulante, se suministran siempre con cuadro de control KSF.

#### Dimensiones y Características Técnicas



| Modelos     | Cotas mm |       |       |       |     |       |     |     |     |     |     |       |     |     |       | Conexiones   |                  |                       |                  |        |
|-------------|----------|-------|-------|-------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-------|--------------|------------------|-----------------------|------------------|--------|
|             | A        | B     | C     | D     | E   | F     | Ø G | H   | I   | J   | K   | L     | M   | N   | O     | Ida<br>Ø int | Retorno<br>Ø int | de seguridad<br>Ø int | Vaciado<br>Ø int |        |
|             | a        | b     | c     | d     | e   |       |     |     |     |     |     |       |     |     |       |              |                  |                       |                  |        |
| TRISTAR 200 | 980      | 1.070 | 1.162 | 1.665 | 575 | 825   | 245 | 495 | 346 | 181 | 115 | 1.250 | 110 | 336 | 2.057 | DN80         | DN80             | 2"                    | 1 1/2"           | 1 1/4" |
| TRISTAR 240 | 980      | 1.070 | 1.162 | 1.818 | 575 | 825   | 245 | 645 | 346 | 181 | 115 | 1.400 | 110 | 336 | 2.225 | DN80         | DN80             | 2"                    | 1 1/2"           | 1 1/4" |
| TRISTAR 280 | 980      | 1.070 | 1.162 | 1.915 | 575 | 825   | 245 | 745 | 346 | 181 | 115 | 1.500 | 110 | 336 | 2.325 | DN80         | DN80             | 2"                    | 1 1/2"           | 1 1/4" |
| TRISTAR 330 | 1.080    | 1.190 | 1.284 | 1.940 | 645 | 920   | 295 | 760 | 346 | 181 | 133 | 1.525 | 128 | 336 | 2.352 | DN100        | DN100            | 2"                    | 1 1/2"           | 1 1/4" |
| TRISTAR 400 | 1.080    | 1.190 | 1.284 | 2.155 | 645 | 920   | 295 | 976 | 346 | 181 | 133 | 1.741 | 128 | 336 | 2.567 | DN100        | DN100            | 2"                    | 1 1/2"           | 1 1/4" |
| TRISTAR 475 | 1.210    | 1.320 | 1.412 | 2.195 | 710 | 1.025 | 345 | 949 | 406 | 216 | 135 | 1.761 | 110 | 356 | 2.819 | DN100        | DN100            | 2 1/2"                | 2"               | 1 1/4" |

# Combustible gas

## Grupos Térmicos de acero

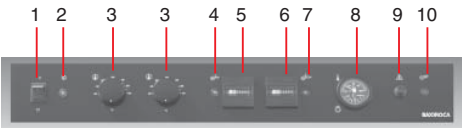
| Modelo      | Potencia útil |     | % Rendimiento (1)<br>útil con carga |      | Sobrepresión<br>cámara<br>combustión<br>mm.c.a. (2) | Pérdida presión<br>circuito agua<br>$\Delta t=15^{\circ}\text{C}$<br>mm.c.a. | Peso<br>aprox.<br>kg | Capacidad<br>agua<br>litros |
|-------------|---------------|-----|-------------------------------------|------|-----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|
|             | kcal/h        | kW  | 100 %                               | 30 % |                                                     |                                                                              |                      |                             |
| TRISTAR 200 | 172.000       | 200 | 94,7                                | 95,5 | 33                                                  | 190                                                                          | 588                  | 272                         |
| TRISTAR 240 | 206.400       | 240 | 94,9                                | 96,1 | 40                                                  | 250                                                                          | 645                  | 297                         |
| TRISTAR 280 | 240.800       | 280 | 95,1                                | 96,5 | 51                                                  | 330                                                                          | 695                  | 311                         |
| TRISTAR 330 | 283.800       | 330 | 95,1                                | 96,9 | 56                                                  | 260                                                                          | 835                  | 453                         |
| TRISTAR 400 | 344.000       | 400 | 95,4                                | 97,5 | 52                                                  | 350                                                                          | 940                  | 503                         |
| TRISTAR 475 | 408.500       | 475 | 95,4                                | 98,0 | 57                                                  | 270                                                                          | 1.180                | 689                         |

(1) = Temperatura media del agua 70 °C al 100% y de 40 °C al 30%.  
 (2) = A potencia nominal y CO<sub>2</sub> = 11%.

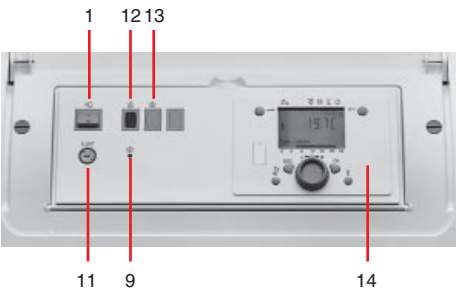
| Tabla acoplamiento quemadores |             |             |             |             |           |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------|
| Modelo                        | Gasóleo     |             | Gas         |             | Modulante |
|                               | 2 potencias | Modulante   | 2 potencias | Modulante   |           |
| TRISTAR 200                   | TECNO 34-L  | -           | CRONO 30-G2 | TECNO 34-GM |           |
| TRISTAR 240                   | TECNO 34-L  | -           | CRONO 30-G2 | TECNO 34-GM |           |
| TRISTAR 280                   | TECNO 44-L  | -           | TECNO 44-G  | TECNO 44-GM |           |
| TRISTAR 330                   | TECNO 44-L  | -           | TECNO 44-G  | TECNO 44-GM |           |
| TRISTAR 400                   | TECNO 50-L  | TECNO 50-LM | TECNO 44-G  | TECNO 44-GM |           |
| TRISTAR 475                   | TECNO 50-L  | TECNO 50-LM | TECNO 70-G  | TECNO 70-GM |           |

### Cuadros de regulación y control

Cuadro de control básico  
 (2 etapas)



Cuadro de control digital KSF

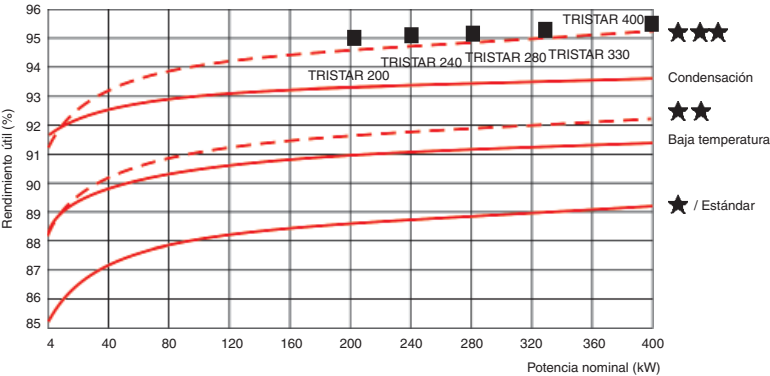


1. Interruptor general.
2. Piloto tensión.
3. Termostato regulación.
4. Piloto primera etapa.
5. Contador de horas primera etapa.
6. Contador de horas segunda etapa.
7. Piloto segunda etapa.
8. Termohidrómetro.
9. Termostato seguridad.
10. Piloto bloqueo quemador.
11. Fusible 6,3 A
12. Piloto bloqueo caldera por sobretemperatura
13. Pulsador de rearme programador quemadores
14. Unidad de regulación con pantalla LCD

#### Accesorios cuadro de control KSF

Para consultar los accesorios del cuadro KSF (Ver "Sistemas de Control para calderas de mediana y gran potencia").

### Curvas de rendimientos (Directiva europea 92/42/CEE) Grupos térmicos TRISTAR a potencia nominal



\* La directiva establece los rendimientos hasta 400 kW, por tanto la TriStar 475 no entra dentro de esta clasificación.



PRO-DIALOG +



Quality & Environmental Management  
Systems Approvals



AQUAFORCE™



## 30XAS 242-482

Capacidad frigorífica nominal 235-484 kW

Las enfriadoras de agua Aquaforce son la solución perfecta para aquellas aplicaciones industriales y comerciales en las que los instaladores, consultores y propietarios de edificios exigen rendimientos óptimos y máxima calidad.

Las enfriadoras de agua Aquaforce han sido concebidas para cumplir las exigencias actuales y futuras relativas a la eficiencia energética y a los niveles sonoros de funcionamiento. Usan las mejores tecnologías disponibles en la actualidad:

- Compresor de tornillo de doble rotor con válvula de control de capacidad variable.
- Refrigerante R-134a puro.
- Ventiladores Flying Bird de cuarta generación de material composite con bajo nivel de ruido.
- Intercambiadores de calor de aluminio con microcanales (MCHX).
- Sistema de control Pro-Dialog+.

Para cumplir todas las exigencias económicas y medio-ambientales, la Aquaforce está disponible en dos versiones:

La unidad estándar ofrece un nivel de ruido extremadamente bajo y una eficiencia energética superior.

La unidad de alta eficiencia ofrece una eficiencia energética sin parangón para satisfacer las más exigentes demandas de los propietarios de edificios que desean minimizar los costes de funcionamiento. Esta versión se recomienda también para aplicaciones en zonas geográficas en las que la temperatura es muy alta.

### Características y ventajas

#### Funcionamiento muy económico

- Eficiencia energética a plena carga y a carga parcial extremadamente alta:
  - Eficiencia energética Eurovent clase "A a C", EER media de 3,05 kW/kW (opción de alta eficiencia).
  - ESEER media de 3,89 kW/kW.
- Compresor de tornillo de doble rotor equipado con motor de alta eficiencia y válvula con capacidad variable que permite una perfecta correspondencia de la capacidad de refrigeración con la carga.
- Condensador totalmente de aluminio con microcanales más eficaz que una batería de cobre/aluminio.
- Evaporador inundado multitubular para aumentar la eficiencia del intercambio de calor.
- Dispositivo electrónico de expansión que permite el funcionamiento a una presión de condensación inferior y una mejor utilización de la superficie de intercambio de calor del evaporador (control del sobrecalentamiento).
- Economizador integrado con dispositivo electrónico de expansión para aumentar la capacidad de refrigeración.

## Opciones/accesorios

| Opciones                                                              | No.  | Descripción                                                                                                                                                                               | Ventajas                                                                                                                                                                                                    | Uso                  |
|-----------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| Protección contra la corrosión, baterías tradicionales                | 2B   | Aplicación en fábrica del tratamiento con Blygold Polual a las baterías de cobre/aluminio                                                                                                 | Mayor resistencia a la corrosión, recomendada para entornos industriales, rurales y marinos severe                                                                                                          | 30XAS 242-482        |
| Protección contra la corrosión, baterías tradicionales                | 3A   | Aletas de aluminio pretratado (poliuretano y epoxi)                                                                                                                                       | Mayor resistencia a la corrosión, recomendada para entornos marinos moderate y urbanos                                                                                                                      | 30XAS 242-482        |
| Unidad equipada para conductos de descarga de aire                    | 10   | Ventiladores con presión disponible equipados con bridas para conexiones de descarga                                                                                                      | Facilita la conexión a los conductos de descarga                                                                                                                                                            | 30XAS 242-482        |
| Caja de control IP 54                                                 | 20A  | Mayor estanqueidad de las cajas de control                                                                                                                                                | Mayor protección de la caja de control en entornos de funcionamiento con polvo                                                                                                                              | 30XAS 242-482        |
| Rejillas                                                              | 23   | Rejillas metálicas en la partes delantera, trasera y laterales de la unidad                                                                                                               | Estética mejorada, protección contra la intrusión en el interior de la unidad                                                                                                                               | 30XAS 242-482        |
| Paneles de aislamiento                                                | 23A  | Paneles laterales en cada extremo de las baterías                                                                                                                                         | Mejor estética                                                                                                                                                                                              | 30XAS 242-482        |
| Funcionamiento en régimen de invierno                                 | 28   | Control de la velocidad del ventilador mediante un convertidor de frecuencia                                                                                                              | Funcionamiento estable de la unidad cuando la temperatura del aire oscila entre -10°C y -20°C                                                                                                               | 30XAS 242-482        |
| Protección frente a congelación del evaporador                        | 41A  | Resistencias eléctricas del evaporador                                                                                                                                                    | Protección frente a congelación del evaporador hasta una temperatura exterior de -20°C                                                                                                                      | 30XAS 242-482        |
| Protección frente a congelación del módulo hidrónico y del evaporador | 41B  | Resistencias eléctricas del evaporador y del módulo hidrónico                                                                                                                             | Protección frente a congelación, evaporador y módulo hidrónico hasta una temperatura exterior de -20°C                                                                                                      | 30XAS 282-482        |
| Recuperación de calor                                                 | 50   | Recuperación absoluta del calor que expulsa el condensador                                                                                                                                | Producción de agua caliente gratuita, así como producción de agua fría                                                                                                                                      | 30XAS 242-482        |
| Válvula de servicio                                                   | 92   | Válvulas de corte en la tubería de aspiración del compresor, la línea del economizador, la tubería de descarga del compresor y la entrada del evaporador                                  | Mantenimiento simplificado                                                                                                                                                                                  | 30XAS 242-482        |
| Válvula de descarga                                                   | 93A  | Válvulas de corte en la tubería de descarga del compresor                                                                                                                                 | Mantenimiento simplificado                                                                                                                                                                                  | 30XAS 242-482        |
| Módulo hidrónico de bomba doble de alta presión                       | 116C | Véase el capítulo correspondiente al módulo hidrónico                                                                                                                                     | Instalación fácil y rápida, seguridad en el funcionamiento                                                                                                                                                  | 30XAS 282-482        |
| Alta eficiencia energética                                            | 119  | Mayor rendimiento del condensador                                                                                                                                                         | Reducción del coste de energía, funcionamiento a plena carga a temperaturas del aire más altas                                                                                                              | 30XAS 242-482        |
| Gateway JBus                                                          | 148B | Tarjeta de comunicaciones bidireccional, cumple el protocolo JBus                                                                                                                         | Conexión fácil a un sistema de gestión de edificios mediante un bus de comunicación                                                                                                                         | 30XAS 242-482        |
| Gateway BacNet                                                        | 148C | Tarjeta de comunicaciones bidireccional, cumple el protocolo BacNet                                                                                                                       | Conexión fácil a un sistema de gestión de edificios mediante un bus de comunicación                                                                                                                         | 30XAS 242-482        |
| Gateway LON                                                           | 148D | Tarjeta de comunicaciones bidireccional, cumple el protocolo LON                                                                                                                          | Conexión fácil a un sistema de gestión de edificios mediante un bus de comunicación                                                                                                                         | 30XAS 242-482        |
| Módulo de gestión de energía EMM                                      | 156  | Véase el capítulo "Módulo de gestión de energía"                                                                                                                                          | Conexión fácil a un sistema de gestión de edificios mediante un cable                                                                                                                                       | 30XAS 242-482        |
| Cumplimiento de normativa de Rusia                                    | 199  | Certificación GOST                                                                                                                                                                        | Cumplimiento de las normas rusas (GOST)                                                                                                                                                                     | 30XAS 242-482        |
| Cumplimiento de normativa de Australia                                | 200  | Recipientes a presión aprobado por la normativa australiana.                                                                                                                              | Cumplimiento de las normas australianas                                                                                                                                                                     | 30XAS 242-482        |
| Unidad sin caja                                                       | 253  | Compresor no equipados con aislamiento acústico                                                                                                                                           | Más económico                                                                                                                                                                                               | 30XAS 242-482        |
| Baterías tradicionales (Cu/Al)                                        | 254  | Baterías con tubos de cobre y aletas de aluminio                                                                                                                                          | Posibilidad de aplicar un tratamiento especializado al condensador                                                                                                                                          | 30XAS 242-482        |
| Baterías tradicionales (Cu/Al) sin ranuras                            | 255  | Baterías con tubos de cobre y aletas de aluminio sin ranuras                                                                                                                              | Recomendada para Oriente Medio, donde hay tormentas de arena. Posibilidad de aplicar un tratamiento especializado al condensador                                                                            | 30XAS 242-482        |
| Aislamiento de tubería de aspiración                                  | 256  | Aislamiento térmico de la tubería de aspiración con aislante flexible contra rayos UV                                                                                                     | Impide la condensación en la conducción de aspiración                                                                                                                                                       | 30XAS 242-482        |
| Bajo nivel de ruido                                                   | 257  | Aislamiento acústico (tubería del aspiración)                                                                                                                                             | Reducción del nivel sonoro de la unidad de -2 a -3 dB(A)                                                                                                                                                    | 30XAS 242-482        |
| Nivel sonoro muy bajo (segundo nivel de atenuación)                   | 258  | Aislamiento acústico adicional                                                                                                                                                            | Reducción del nivel de ruido de la unidad de -1 a -3 dB(A), dependiendo del tamaño de la unidad, en comparación con la opción 257                                                                           | 30XAS 242-482        |
| Protección anticorrosión de MCHX                                      | 263  | Protección de MCHX hecha en la fábrica Carrier para aplicaciones en entornos agresivos.                                                                                                   | La opción Super Enviro-Shield se creó para ampliar la gama de aplicaciones de las baterías MCHX para condiciones ambientales agresivas; esta opción es obligatoria para ambientes industriales y costaneros | 30XAS 242-482        |
| Accesorios                                                            |      | Descripción                                                                                                                                                                               | Ventajas                                                                                                                                                                                                    | Uso                  |
| JBUS gateway CCN                                                      |      | Véase la opción 148B                                                                                                                                                                      | Véase la opción 148B                                                                                                                                                                                        | Véase la opción 148B |
| BacNet gateway CCN                                                    |      | Véase la opción 148C                                                                                                                                                                      | Véase la opción 148C                                                                                                                                                                                        | Véase la opción 148C |
| LON Talk gateway CCN                                                  |      | Véase la opción 148D                                                                                                                                                                      | Véase la opción 148D                                                                                                                                                                                        | Véase la opción 148D |
| Manguito de conexión                                                  |      | Tubería que debe soldarse con la conexión Victaulic                                                                                                                                       | Facilidad de instalación                                                                                                                                                                                    | 30XAS 242-482        |
| Módulo de gestión de energía EMM                                      |      | Véase el manual de los controles                                                                                                                                                          | Conexión fácil a un sistema de gestión de edificios mediante un cable                                                                                                                                       | 30XAS 242-482        |
| Kit para principal-secundario                                         |      | El kit de sensor de temperatura de salida de agua suplementario, instalado en el lugar de instalación, permite el funcionamiento maestro/esclavo de 2 enfriadoras conectadas en paralelo. | Funcionamiento optimizado de dos enfriadoras conectadas en paralelo con compensación del tiempo de funcionamiento.                                                                                          | 30XAS 242-482        |

# Datos físicos

| 30XAS                                                                    |       | 242   | 282   | 342   | 442   | 482   |
|--------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Capacidad frigorífica nominal*</b>                                    |       |       |       |       |       |       |
| Unidad estándar                                                          | kW    | 235   | 272   | 328   | 421   | 465   |
| Consumo máximo                                                           | kW    | 83    | 90    | 106   | 143   | 160   |
| EER                                                                      | kW/kW | 2,82  | 3,02  | 3,10  | 2,95  | 2,91  |
| Clase Eurovent, refrigeración                                            | C     | B     | B     | B     | B     | B     |
| Eficiencia a carga parcial ESEER                                         | kW/kW | 3,87  | 3,98  | 4,06  | 3,95  | 4,05  |
| IPLV                                                                     | kW/kW | 4,29  | 4,55  | 4,72  | 4,55  | 4,62  |
| <b>Capacidad frigorífica nominal*</b>                                    |       |       |       |       |       |       |
| Unidad con opción 119**                                                  | kW    | 240   | 280   | 338   | 438   | 484   |
| Consumo máximo                                                           | kW    | 81    | 88    | 103   | 138   | 154   |
| EER                                                                      | kW/kW | 2,98  | 3,17  | 3,27  | 3,18  | 3,14  |
| Clase Eurovent, refrigeración                                            | B     | A     | A     | A     | A     | A     |
| Eficiencia a carga parcial ESEER                                         | kW/kW | 3,72  | 3,74  | 3,86  | 3,82  | 3,88  |
| IPLV                                                                     | kW/kW | 4,16  | 4,23  | 4,44  | 4,36  | 4,44  |
| <b>Peso en orden de funcionamiento***</b>                                |       |       |       |       |       |       |
| Con opción 116C**                                                        | kg    | 2560  | 2980  | 3040  | 3800  | 3890  |
| Con opción 254 o 255**                                                   | kg    | -     | 3240  | 3360  | 4160  | 4320  |
| Con opción 254 o 255**                                                   | kg    | 2710  | 3230  | 3310  | 4120  | 4240  |
| <b>Niveles sonoros</b>                                                   |       |       |       |       |       |       |
| <b>Unidad estándar</b>                                                   |       |       |       |       |       |       |
| Nivel de potencia sonora****                                             | dB(A) | 94    | 94    | 93    | 97    | 96    |
| Nivel de presión sonora a 10 m†                                          | dB(A) | 62    | 62    | 61    | 65    | 64    |
| <b>Unidad estándar + opción 257</b>                                      |       |       |       |       |       |       |
| Nivel de potencia sonora****                                             | dB(A) | 92    | 92    | 91    | 95    | 94    |
| Nivel de presión sonora a 10 m†                                          | dB(A) | 60    | 60    | 59    | 62    | 61    |
| <b>Unidad estándar + opción 258</b>                                      |       |       |       |       |       |       |
| Nivel de potencia sonora****                                             | dB(A) | 89    | 89    | 88    | 92    | 91    |
| Nivel de presión sonora a 10 m†                                          | dB(A) | 57    | 57    | 56    | 59    | 58    |
| <b>Versión de alta eficiencia energética (opción 119**)</b>              |       |       |       |       |       |       |
| Nivel de potencia sonora****                                             | dB(A) | 96    | 96    | 96    | 98    | 98    |
| Nivel de presión sonora a 10 m†                                          | dB(A) | 64    | 64    | 63    | 66    | 66    |
| <b>Versión de alta eficiencia energética (opción 119**) + opción 257</b> |       |       |       |       |       |       |
| Nivel de potencia sonora****                                             | dB(A) | 95    | 95    | 95    | 97    | 97    |
| Nivel de presión sonora a 10 m†                                          | dB(A) | 63    | 62    | 62    | 65    | 64    |
| <b>Compresor</b>                                                         |       |       |       |       |       |       |
| Compresor de tornillo semihermético 06T, 50 r/s                          |       |       |       |       |       |       |
| <b>Refrigerante**</b>                                                    |       |       |       |       |       |       |
| R-134a                                                                   |       |       |       |       |       |       |
| Cantidad, circuito                                                       |       | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| Carga de refrigerante                                                    | kg    | 60    | 72    | 73    | 83    | 88    |
| Carga de refrigerante, opción 254/255**                                  | kg    | 85    | 95    | 105   | 120   | 130   |
| <b>Control de capacidad</b>                                              |       |       |       |       |       |       |
| Pro-Dialog+, válvula electrónica de expansión (EXV)                      |       |       |       |       |       |       |
| Capacidad mínima                                                         | %     | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    |
| <b>Condensadores</b>                                                     |       |       |       |       |       |       |
| Intercambiador de calor de aluminio con microcanales (MCHX)              |       |       |       |       |       |       |
| <b>Ventiladores</b>                                                      |       |       |       |       |       |       |
| Flying Bird IV axial con anillo exterior                                 |       |       |       |       |       |       |
| Cantidad, unidad estándar y opción 119 - 254**                           |       | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     |
| Caudal de aire total estándar                                            | l/s   | 13667 | 17083 | 20500 | 23917 | 27333 |
| Velocidad estándar                                                       | r/s   | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  |
| Caudal de aire total, opción 119**                                       | l/s   | 18055 | 22569 | 27083 | 31597 | 36111 |
| Velocidad, opción 119**                                                  | r/s   | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  |
| <b>Evaporador</b>                                                        |       |       |       |       |       |       |
| Multitubular inundado                                                    |       |       |       |       |       |       |
| Contenido de agua                                                        | l     | 53    | 53    | 53    | 75    | 75    |
| <b>Sin módulo hidráulico</b>                                             |       |       |       |       |       |       |
| Conexiones de agua, entrada/salida                                       |       |       |       |       |       |       |
| Victaulic                                                                |       |       |       |       |       |       |
| Diámetro                                                                 | pulg. | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     |
| Diámetro exterior                                                        | mm    | 141,3 | 141,3 | 141,3 | 141,3 | 141,3 |
| Presión lado agua máxima                                                 | kPa   | 1000  | 1000  | 1000  | 1000  | 1000  |
| <b>Con módulo hidráulico (opción 116C**)</b>                             |       |       |       |       |       |       |
| Conexiones de agua, entrada/salida                                       |       |       |       |       |       |       |
| Victaulic                                                                |       |       |       |       |       |       |
| Diámetro                                                                 | pulg. | -     | 4     | 4     | 4     | 4     |
| Diámetro exterior                                                        | mm    | -     | 114,3 | 114,3 | 114,3 | 114,3 |
| Volumen, depósito de dilatación                                          | l     | -     | 50    | 50    | 50    | 50    |
| Presión lado agua máxima                                                 | kPa   | -     | 400   | 400   | 400   | 400   |
| <b>Color de la pintura del chasis</b>                                    |       |       |       |       |       |       |
| Codice cromatico: RAL7035                                                |       |       |       |       |       |       |

\* Modo de refrigeración en condiciones de funcionamiento conformes a la norma Eurovent LCP/A/P/C/AC: temperatura del agua de entrada/salida del evaporador 12°C/7°C, temperatura del aire exterior 35°C.

\*\* Opciones: 116C = módulo hidráulico de bomba doble de alta presión; 119 = alta eficiencia energética; 254 = baterías Cu/Al tradicionales con ranuras; 255 = baterías Cu/Al tradicionales sin ranuras;

257 = bajo nivel de ruido; 258 = nivel sonoro muy bajo.

\*\*\*\* Los pesos son sólo orientativos. La carga de refrigerante se indica también en la placa de características de la unidad.

\*\*\*\* 10<sup>-12</sup> W - De conformidad con la norma ISO 9614-1 y certificación de Eurovent

† Nivel de presión sonora media, unidad en campo libre sobre una superficie reflectora. De conformidad con la norma ISO 9614-1 (10<sup>-12</sup> W). Sólo a efectos de información, calculado a partir de los niveles de potencia sonora Lw(A).

**Nota:** Opción 119 (alta eficiencia energética) puede utilizarse con las opciones 254 y 255. Póngase en contacto con el representante de Carrier para conocer los rendimientos.



# Datos eléctricos

| 30XAS                                                        |                 | 242      | 282    | 342     | 442     | 482     |
|--------------------------------------------------------------|-----------------|----------|--------|---------|---------|---------|
| <b>Circuito de alimentación</b>                              |                 |          |        |         |         |         |
| Alimentación nominal                                         | V-f-Hz          | 400-3-50 |        |         |         |         |
| Intervalo de tensiones                                       | V               | 360-440  |        |         |         |         |
| <b>Sección máxima del cable de alimentación</b>              | mm <sup>2</sup> | 2 x 150  | 2 x 95 | 2 x 150 | 2 x 150 | 2 x 240 |
| <b>Corriente de retención de cortocircuito (sistema TN)*</b> | kA              | 38       | 50     | 50      | 50      | 50      |
| <b>Circuito de control</b>                                   |                 |          |        |         |         |         |
| 24 V mediante transformador interno                          |                 |          |        |         |         |         |
| <b>Corriente de arranque**</b>                               | A               | 303      | 388    | 388     | 587     | 587     |
| <b>Unidad estándar</b>                                       |                 |          |        |         |         |         |
| <b>Coseno de <math>\phi</math> (máximo)***</b>               |                 | 0,89     | 0,88   | 0,88    | 0,87    | 0,87    |
| <b>Coseno de <math>\phi</math> (nominal)****</b>             |                 | 0,85     | 0,85   | 0,86    | 0,84    | 0,85    |
| <b>Consumo máximo†</b>                                       | kW              | 101      | 113    | 134     | 184     | 213     |
| <b>Intensidad nominal****</b>                                | A               | 141      | 153    | 174     | 258     | 278     |
| <b>Intensidad máxima (Un)†</b>                               | A               | 165      | 185    | 218     | 305     | 353     |
| <b>Intensidad máxima (Un – 10%)***</b>                       | A               | 180      | 198    | 231     | 324     | 375     |
| <b>Versión de alta eficiencia energética (opción 119)</b>    |                 |          |        |         |         |         |
| <b>Coseno de <math>\phi</math> (máximo)***</b>               |                 | 0,88     | 0,88   | 0,88    | 0,87    | 0,87    |
| <b>Coseno de <math>\phi</math> (nominal)****</b>             |                 | 0,84     | 0,85   | 0,85    | 0,83    | 0,84    |
| <b>Consumo máximo†</b>                                       | kW              | 105      | 118    | 139     | 190     | 221     |
| <b>Intensidad nominal****</b>                                | A               | 141      | 153    | 175     | 254     | 271     |
| <b>Intensidad máxima (Un)†</b>                               | A               | 172      | 194    | 229     | 318     | 368     |
| <b>Intensidad máxima (Un – 10%)***</b>                       | A               | 187      | 207    | 242     | 337     | 390     |

\* kA eff: valor de eficiencia.

\*\* Corriente instantánea de arranque (corriente del rotor inmóvil en conexión en estrella del compresor).

\*\*\* Valores obtenidos en funcionamiento con consumo máximo de la unidad.

\*\*\*\* Valores obtenidos en condiciones de funcionamiento conforme a la norma Eurovent de la unidad: aire 35°C, agua 12/7°C.

† Valores obtenidos en funcionamiento con consumo máximo de la unidad. Valores proporcionados en la placa de características de la unidad.

## Nota:

Datos eléctricos del motor y del ventilador si la unidad funciona en las condiciones Eurovent (temperatura ambiente del motor 50°C); 1,9 A

Corriente de arranque: 8,4 A

Potencia de entrada: 760 W

| 30XAS con módulo hidrónico (opción 116C) |    | 242 | 282 | 342  | 442 | 482  |
|------------------------------------------|----|-----|-----|------|-----|------|
| <b>Bomba de alta presión</b>             |    |     |     |      |     |      |
| Potencia del motor                       | kW | -   | 4   | 5,5  | 7,5 | 11   |
| Consumo                                  | kW | -   | 5,1 | 7,2  | 9,2 | 13,2 |
| Intensidad máxima                        | A  | -   | 8,2 | 11,7 | 15  | 21,2 |

## Notas:

1. Para obtener el consumo máximo para una unidad con módulo hidrónico, debe sumarse el consumo máximo de la unidad con el consumo de la bomba.
2. Para obtener la intensidad máxima para una unidad con módulo hidrónico, debe sumarse la intensidad máxima de la unidad con la intensidad de la bomba.

## Notas relativas a los datos eléctricos y condiciones de funcionamiento

- Las unidades 30XAS 242-482 tienen un único punto de conexión de alimentación en una posición inmediatamente anterior al interruptor principal de desconexión.
- La caja de control incluye:
  - Un interruptor principal de desconexión
  - Arranque y dispositivos de protección del motor para el compresor, los ventiladores y la bomba
  - Dispositivos de control
- Conexiones a pie de obra:**  
Todas las conexiones al sistema y las instalaciones eléctricas deben cumplir las normas locales aplicables.
- Las unidades Carrier 30XAS están diseñadas y fabricadas para asegurar el cumplimiento de estas normas. Se tienen en cuenta concretamente las recomendaciones de la norma europea EN 60 204-1 (corresponde a la IEC 60204-1) (seguridad de maquinaria – equipo eléctrico de máquinas - parte 1: normas generales) al diseñar el equipo eléctrico.

## Notas:

- Generalmente, las recomendaciones de la norma IEC 60364 se aceptan al cumplir los requisitos de las directivas de instalación. El cumplimiento de la norma EN 60204 es la mejor manera de asegurar la conformidad con la Directiva de máquinas § 1.5.1.
- El anexo B de la norma EN 60204-1 describe las características eléctricas utilizadas para el funcionamiento de las máquinas.

1. A continuación se especifica el entorno de trabajo de las unidades 30XAS:
  - Entorno\* - clasificado en la norma EN 60721 (corresponde a la IEC 60721):
    - instalación exterior\*
    - intervalo de temperatura ambiente - temperatura mínima -20°C a +55°C, clase 4K4H\*
    - altitud - inferior o igual a 2000 m
    - presencia de sólidos duros, clase 4S2 (no hay presencia significativa de polvo)
    - presencia de sustancias corrosivas y contaminantes, clase 4C2 (insignificante)
2. Variación de frecuencia de alimentación:  $\pm 2$  Hz.
3. La línea neutra (N) no debe conectarse directamente a la unidad (utilice un transformador, si es preciso).
4. No se proporciona con la unidad protección contra sobrecorriente de los conductores de alimentación.
5. Los interruptores de desconexión/disyuntores instalados en fábrica son adecuados para la interrupción de alimentación conforme a la norma EN 60947-3 (corresponde a la IEC 60947-3).
6. Las unidades están diseñadas para una fácil conexión a redes TN(s) (IEC 60364). Como las corrientes derivadas de redes IT pueden interferir con elementos de supervisión de redes, se recomienda crear un divisor de tipo IT para las unidades del sistema que lo requieran y un divisor de tipo TN para las unidades Carrier. Consulte a las organizaciones locales pertinentes para definir los elementos de supervisión y protección, y llevar a cabo la instalación eléctrica.

**NOTA: si los aspectos concretos de una instalación real no cumplen las condiciones descritas más arriba, o si hay otras condiciones a tener en cuenta, póngase en contacto con el representante local de Carrier.**

\* El nivel de protección necesario para esta clase es IP43B (conforme al documento de referencia IEC 60529). Todas las unidades 30XAS están protegidas según IP44CW y cumplen esta condición de protección.



**UNIDADES DE TRATAMIENTO  
DE AIRE UTA / AHU**

# Serie BK

## Unidades de Tratamiento de Aire

### Gama de Climatizadores bikat

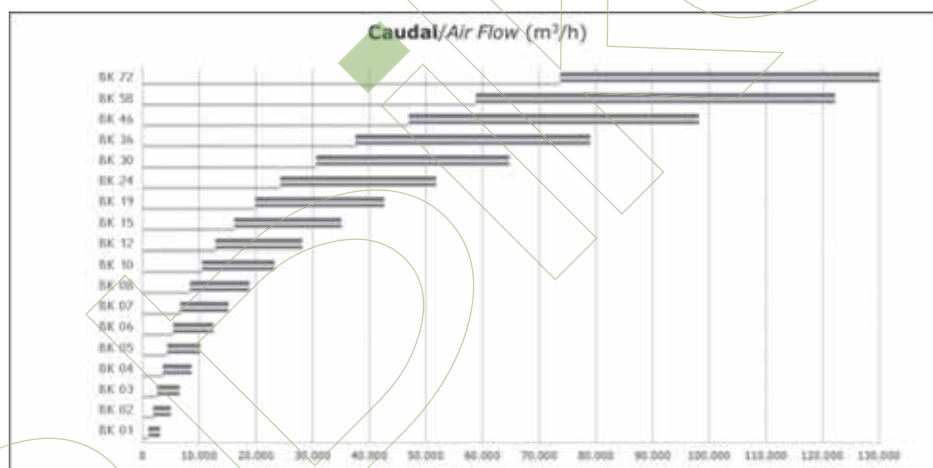
#### Serie BK

En este catálogo BIKAT presenta las Unidades de Tratamiento de Aire (UTAs) de la serie BK.

Estas unidades, de altas prestaciones, están diseñadas, calculadas y fabricados para instalaciones de climatización y procesos industriales.

La calidad de estas unidades las hace adecuadas para todo tipo de aplicaciones, tanto en montajes de interior como de intemperie, y para condiciones de baja, media y alta presión.

La serie BK cuenta con una gama de 18 modelos que permite cubrir un rango de caudales desde los 1.000 m<sup>3</sup>/h hasta los 130.000 m<sup>3</sup>/h.



Los climatizadores de la serie BK, tanto en su diseño como en su construcción, están de acuerdo con las exigencias aplicables de seguridad y salud según la Directiva de Máquinas. Las Directivas aplicables son:

- Directiva CEM 2004/108/CE de Compatibilidad Electromagnética
- Directiva 2006/95/CE de Baja Tensión
- Directiva 2006/42/CE de Seguridad de Máquinas

El cumplimiento de estas exigencias permite a BIKAT disponer del marcado CE, proporcionando con los equipos su correspondiente "Marcado CE". Todos los componentes incorporados en los equipos, y a los que les afecten las Directivas, vendrán con su correspondiente marcado CE.

En cumplimiento con la Directiva de seguridad de Máquinas, los equipos disponen de:

- Protección de elementos móviles
  - Tomas de tierras
  - Adhesivo indicador de acceso a partes móviles
- Dispositivo de seguridad en zonas de sobrepresión.

Además, para los equipos con altura interior superior a 1600mm se incorporan rejillas de protección en los oídos de ventilador, puntos de luz, protección en la boca de descarga y protección interior, con apertura mediante herramienta, en zonas de riesgo.

# Serie BK

## Unidades de Tratamiento de Aire

### Dimensiones Generales

| UTA<br>SERIE BK | Caudal<br>m <sup>3</sup> /h<br>(*) | Dimensiones<br>Exteriores<br>(mm) |       | Perfil<br>(mm) | Batería (mm)         |      | Base (mm)                 |             |
|-----------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------|----------------|----------------------|------|---------------------------|-------------|
|                 |                                    | Alto                              | Ancho |                | Paso aire<br>(A x B) |      | Área<br>(m <sup>2</sup> ) | Tipo        |
| BK 01           | 1.890                              | 640                               | 810   | 50             | 420                  | 490  | 0,2058                    | Pies 100    |
| BK 02           | 2.376                              | 700                               | 870   | 50             | 480                  | 550  | 0,264                     | Pies 100    |
| BK 03           | 2.808                              | 820                               | 870   | 50             | 600                  | 550  | 0,33                      | Pies 100    |
| BK 04           | 3.618                              | 820                               | 990   | 50             | 600                  | 670  | 0,402                     | Pies 100    |
| BK 05           | 4.336                              | 880                               | 1060  | 50             | 660                  | 730  | 0,4818                    | Bancada 100 |
| BK 06           | 5.405                              | 880                               | 1230  | 50             | 660                  | 910  | 0,6006                    | Bancada 100 |
| BK 07           | 6.669                              | 1000                              | 1365  | 50             | 780                  | 990  | 0,7722                    | Bancada 100 |
| BK 08           | 8.424                              | 1000                              | 1550  | 50             | 780                  | 1200 | 0,936                     | Bancada 100 |
| BK 10           | 10.530                             | 1120                              | 1650  | 50             | 900                  | 1300 | 1,17                      | Bancada 100 |
| BK 12           | 12.852                             | 1240                              | 1750  | 50             | 1020                 | 1400 | 1,428                     | Bancada 100 |
| BK 15           | 16.200                             | 1420                              | 1850  | 50             | 1200                 | 1500 | 1,8                       | Bancada 100 |
| BK 19           | 19.845                             | 1480                              | 2110  | 50             | 1260                 | 1760 | 2,2176                    | Bancada 100 |
| BK 24           | 24.300                             | 1720                              | 2170  | 50             | 1500                 | 1820 | 2,73                      | Bancada 100 |
| BK 30           | 30.618                             | 1860                              | 2450  | 50             | 1620                 | 2100 | 3,402                     | Bancada 100 |
| BK 36           | 37.584                             | 1990                              | 2790  | 50             | 1740                 | 2400 | 4,176                     | Bancada 120 |
| BK 46           | 46.980                             | 1990                              | 3390  | 50             | 1740                 | 3000 | 5,22                      | Bancada 120 |
| BK 58           | 58.806                             | 2230                              | 3690  | 50             | 1980                 | 3300 | 6,534                     | Bancada 120 |
| BK 72           | 73.710                             | 2350                              | 4290  | 50             | 2100                 | 3900 | 8,19                      | Bancada 120 |

• (\*) Velocidad de paso de aire por batería 2,5 m/s.

Nota: las dimensiones recogidas en esta tabla son estándar. Cualquier modelo de esta serie puede ser adaptada a las necesidades específicas del cliente.

# Serie BK

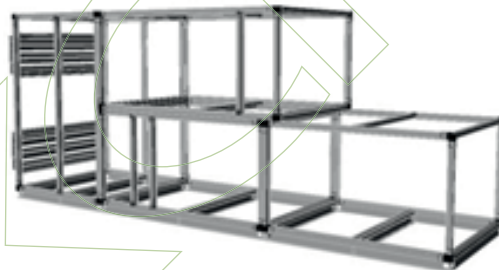
## Unidades de Tratamiento de Aire

### Características Constructivas

#### Estructura

Estructura construida en perfiles de aluminio natural extruido. Bajo pedido se realizan tratamientos de anodización, cromatados o lacados. En el perfil se adapta una junta para garantizar la estanqueidad en la unión con los paneles.

La unión entre perfiles se realiza mediante juntas de nylon de ángulo especiales, moldeadas a presión. También se dispone de juntas de unión de Aluminio..



#### Envolvente

Los paneles estándar son de tipo sandwich de 45 mm de espesor, con panel exterior pintado al horno, con el RAL definido por el cliente, e interior en acero galvanizado. El aislamiento termo-acústico es de lana de roca de alta densidad, con clasificación de resistencia al fuego M0.

Bajo pedido se fabrican distintas opciones recogidas en la siguiente tabla anexa.

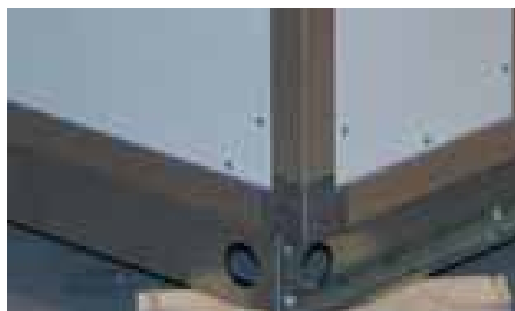
| PANEL EXTERIOR            | PANEL INTERIOR            |
|---------------------------|---------------------------|
| Acero Pintado al Horno    | Acero Pintado al Horno    |
| Acero Galvanizado         | Acero Galvanizado         |
| Aluminio                  | Aluminio                  |
| Acero Prelacado           | Acero Galvanizado         |
| Acero inoxidable Aisi 304 | Acero inoxidable Aisi 304 |

#### Soportes

Existen 3 tipos de soporte de apoyo estándar:

- Pies. Fabricados en acero galvanizado hasta el modelo BK-04.
- Bancada perimetral. Fabricada en perfil de acero galvanizado con taladros para su sustentación y estibaje en sus esquinas, hasta el modelo BK-30.
- Bancada en perfil UPN-120 para el resto de modelos.

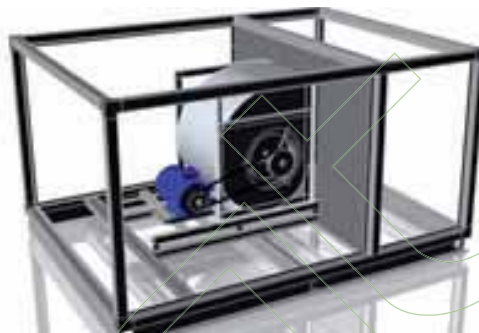
Bajo pedido se realiza cualquier soporte-bancada requerida por el cliente.



# Serie BK

## Unidades de Tratamiento de Aire

### Componentes



### Sección Motoventilador

#### Ventilador

BIKAT utiliza tres tipologías de ventiladores en base a la aplicación y las necesidades de la instalación:

- **Centrífugos** de doble aspiración. Con simple o doble turbina, y con álabes de acción o reacción, según sea la presión de trabajo, o bien la aplicación. Se determina en base a razones técnicas, tales como rendimiento, velocidad de rotación o nivel sonoro.
- **Plug-fans.** También denominados rueda libre. Deben llevar un variador de frecuencia para ajustar la frecuencia al punto de trabajo. Eliminan el mantenimiento de las tradicionales transmisiones. El hecho de eliminar la transmisión incrementa su eficiencia.
- **Plug-fan EC.** Estos ventiladores electrónicamente conmutados son de última generación. Incorporan motor síncrono sin escobillas, con imán permanente y conmutación electrónica. Es decir recoge el ventilador, el motor y el variador en un sistema compacto. Alta eficiencia.

Los grupos motor-ventiladores, para los ventiladores centrífugos de doble aspiración, van fijados sobre sólidos soportes fabricados en perfiles de aluminio extruido o perfiles en acero galvanizado dotados de amortiguadores. La transmisión se realiza con correas trapezoidales y poleas desmontables de cubos cónicos (taper). Estos ventiladores disponen de versiones opcionales como construcción antichispas, acabado en pintura epoxi, etc.

Los motores eléctricos van fijados sobre una base tensora, de dimensiones en función de la carcasa del motor, móvil mediante un tornillo sinfín, que permite el tensado de las correas.

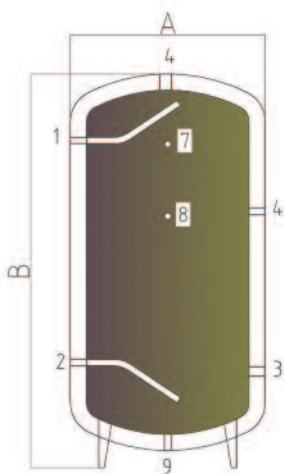
Las uniones de la boca de los ventiladores con los diafragmas, van protegidas con juntas anti-vibratorias. El interior de la sección de ventilación, bajo requerimiento, puede realizarse con chapa perforada, lo que reduce los niveles sonoros.



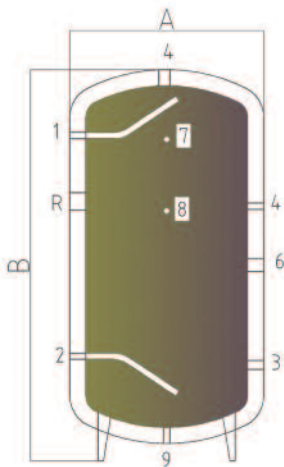


## 23. INERCIA ACERO CARBONO

La serie DIFE, son depósitos de acumulación para circuito primario de calefacción o climatización, bien sea para agua caliente o para agua fría con enfriador. No es apto para ACS. Son equipos de circuito cerrado, para instalación vertical sobre suelo. Están protegidos exteriormente con una pintura antioxidante y sobre ella lleva la capa de aislamiento térmico de 35, 55 ó 70 mm según el modelo. Mientras que cara vista van rematados con funda de skay, plástico o poliéster según la versión seleccionada.



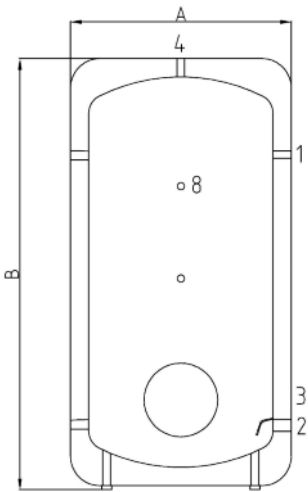
**DIFE200—DI.250 VS**  
Instalación vertical suelo  
Brida opcional



**DIFE325 a DIFE2000VS**  
Instalación vertical suelo  
Brida opcional  
Apoyo eléctrico opcional

Almacenan la energía producida y permiten gestionar la demanda de manera más eficiente. Con ello se ajusta la curva entre demanda y generación y se mejora el rendimiento. En los sistemas de generación por biomasa este aspecto es fundamental, ya que la operación de parada necesita de entre 15 y 20 minutos para llevarse a cabo.

Es importante incorporar un acumulador dimensionado de acuerdo a la instalación y a la potencia de la caldera. Si no hay espacio suficiente para el depósito de inercia, se puede instalar la caldera pero su rendimiento no es al 100%. En caso de instalar un depósito de inercia es importante un correcto dimensionamiento: depósitos demasiado pequeños provocan un arranque frecuente de la caldera. Para que el depósito de inercia sirva realmente como “inercia”, recomendamos como mínimo 30 litros por kw de potencia de la caldera. Actúa como colector único ida-retorno, con una correcta estratificación de temperaturas también disminuye desequilibrios hidráulicos entre generadores y circuitos. Según la configuración, asegura un caudal constante de agua hacia generadores.



**DIFE150MP—DIFE250MP**  
Instalación vertical suelo  
Brida opcional

Hasta 250 litros son aislados con 35 mm de poliestileno ( $\lambda=0.0342$  Kcal/h•m. °C), con acabado de tapas plásticas y cuerpo en tela o carcasa completa plástica. A partir de 325 litros están aislados con 70 mm y las carcasas exteriores de las tapas son de poliéster y el cuerpo puede ser en tela o poliéster.

El modelo VPS consta de 55 mm de aislamiento con carcasa de poliéster y cuerpo de skay o poliéster. El depósito está diseñado para trabajar a una presión máxima de 7 bar, con una temperatura de 0 a 90 °C, recomendando tarar el termostato a 60 °C.

| DIFE-VS              | Uds. | 200   | 200VPS | 250   | 250VPS | 325   | 400   | 500   | 700   | 1000  | 1500  | 2000  |
|----------------------|------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Capacidad            | L.   | 208   | 208    | 258   | 258    | 333   | 401   | 535   | 744   | 986   | 1.486 | 2.042 |
| Presión máx.         | Bar  | 7     | 7      | 7     | 7      | 7     | 7     | 7     | 7     | 7     | 7     | 7     |
| COTA A               | mm   | 520   | 570    | 520   | 570    | 670   | 670   | 770   | 870   | 970   | 1.170 | 1.320 |
| COTA B               | mm   | 1.500 | 1.550  | 1.800 | 1.850  | 1.750 | 200   | 1.990 | 1.990 | 1.990 | 2.150 | 2.260 |
| Espesor aislamiento  | mm   | 35    | 55     | 35    | 55     | 70    | 70    | 70    | 70    | 70    | 70    | 70    |
| 1 Entrada caldera    | "GAS | 1     | 1      | 1     | 1      | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 |
| 2 Retorno caldera    | "GAS | 1     | 1      | 1     | 1      | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 |
| 3 Retorno calefacc.  | "GAS | 1     | 1      | 1     | 1      | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 |
| 4 Ida calefacción    | "GAS | 1     | 1      | 1     | 1      | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 |
| 5 Ida suelo radiante | "GAS | –     | –      | –     | –      | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 |
| 6 Toma auxiliar      | "GAS | –     | –      | –     | –      | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 |
| 7 Termómetro         | "GAS | 1/2   | 1/2    | 1/2   | 1/2    | 1/2   | 1/2   | 1/2   | 1/2   | 1/2   | 1/2   | 1/2   |
| 8 Sonda              | "GAS | 1/2   | 1/2    | 1/2   | 1/2    | 1/2   | 1/2   | 1/2   | 1/2   | 1/2   | 1/2   | 1/2   |
| 9 Vaciado            | "GAS | 3/4   | 3/4    | 3/4   | 3/4    | 3/4   | 3/4   | 3/4   | 1     | 1     | 1     | 1     |
| R Toma auxiliar      | "GAS | –     | –      | –     | –      | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 |

| MODELO        | 200   | 200VPS | 250   | 250VPS | 325   | 400   | 500   | 750     | 1000    | 1500    | 2000    |
|---------------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|---------|---------|---------|
| ACERO CARBONO | 534 € | 644 €  | 550 € | 660 €  | 746 € | 786 € | 950 € | 1.250 € | 1.410 € | 1.822 € | 2.180 € |

PARA DIFERENTES VOLÚMENES O PRESIONES DE TRABAJO CONSULTAR

Portes no incluidos



## 04 VASOS DE EXPANSIÓN DE MEMBRANA RECAMBIABLE



### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Los vasos de expansión cerrados están destinados a instalaciones de calefacción con funcionamiento en circuito cerrado y permiten absorber los aumentos de volumen producidos por la elevación de temperatura del fluido calefactor.
- Los vasos de expansión están fabricados con aceros de alta calidad, soldados por procedimientos homologados completamente automáticos de acuerdo con la normativa actual.
- Para realizar estas funciones, los depósitos llevan en su interior una vejiga recambiable. Estas vejigas son de caucho especial, impermeable, flexible, de gran elasticidad y elevada resistencia a la temperatura y están fabricadas según la Norma DIN-4.807.
- La vejiga está calculada y dimensionada para que, si se produjera una pérdida de aire en su alrededor, ocupe totalmente la superficie interna del depósito, evitando de esta forma una posible rotura por dilatación excesiva.
- Entre la vejiga y la pared exterior del depósito se encuentra una cámara llena de aire sometida a presión. La vejiga al llenarse de agua, va empujando esta masa de aire, que se comprime. Una vez cesa el esfuerzo, el aire empuja a la vejiga hasta recobrar la presión de diseño original. Para la regulación de la presión del aire en la cámara de gas, el vaso va provisto de una válvula, debidamente protegida, y de la conexión al agua, una tapa atornillada por fijación de la vejiga y la conexión al agua, mediante un manguito soldado y roscado, según DIN-259.
- La temperatura máxima de funcionamiento es de: 383 K (110°C).
- Acabado exterior fosfatado, pintado y secado al horno.
- Pintado: en color rojo RAL-3.013.
- Estos recipientes están homologados y fabricados cumpliendo las normas vigentes, se suministran con el certificado del ensayo correspondiente a que ha sido sometido.
- Precauciones:** controlar la presión de carga, periódicamente, para el correcto funcionamiento de la instalación.
- La presión del gas, aire o nitrógeno será igual a la presión estática.

### ELECCIÓN DEL VASO ADECUADO

Necesitamos conocer, en primer lugar, el volumen de agua dilatada por efecto del calor que se producirá en el circuito cerrado, para lo que precisamos los siguientes datos:

**V<sub>t</sub>** : contenido máximo de agua de la instalación (caldera, canalizaciones, radiadores, etc.).

$$V_t = \frac{V_u}{F_e}$$

**T<sub>m</sub>** : temperatura media del agua en la instalación

$$T_m = \frac{T_{a\text{ ida}} + T_{a\text{ retorno}}}{2}$$

**P<sub>e</sub>** : presión estática (presión inicial) o diferencia de nivel en mts., entre el punto más alto de la instalación y el vaso.

**P<sub>f</sub>** : presión final, tarado de la válvula de seguridad, normalmente 3 bar.

**F<sub>e</sub>** : factor de expansión (coeficiente de dilatación) del agua según temperatura.

**V<sub>u</sub>** : volumen útil del vaso, para la absorción de la dilatación,  $V_u = V_t \times F_e$

**V<sub>v</sub>** : capacidad del vaso

$$V_v = \frac{V_u}{F_p}$$

El factor de presión (**F<sub>p</sub>**) depende de la presión absoluta inicial (**P<sub>ai</sub>**) y la presión absoluta final (**P<sub>af</sub>**).

$$F_p = \frac{P_{af} - P_{ai}}{P_{af}}$$

**P<sub>ai</sub>** : presión inicial (altura estática) más 1 bar.

**P<sub>af</sub>** : presión final (pf) (presión de trabajo bar) más 1 bar.

**Nota:** cuando el volumen resultante se encuentra entre dos capacidades, se ha de elegir la inmediata superior.

### Ejemplo:

Se desea hallar el vaso de expansión adecuado. Volumen de agua 600 litros, temperatura de ida 90°C y

de retorno 70°C y una altura estática de 15 mts.

### Factor de presión

$$F_p = \frac{P_{af} - P_{ai}}{P_{af}} = \frac{4 - 2,5}{4} = 0,375$$

### Volumen útil del vaso

$$V_u = V_t \times F_e = 600 \times 0,0296 = 17,76 \text{ litros}$$

### Capacidad del vaso

$$V_v = \frac{V_u}{F_p} = \frac{17,76}{0,375} = 47,36 \text{ litros}$$

Consultando las tablas, el inmediato superior es de 50 litros a 1,5 bar.

Con el vaso elegido tendremos las siguientes capacidades:

### Volumen útil del vaso

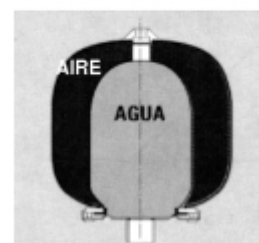
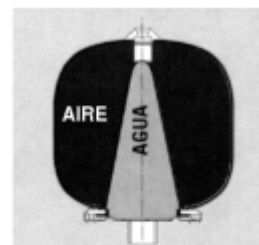
$$V_u = V_v \times F_p = 50 \times 0,375 = 18,8 \text{ litros.}$$

### Contenido máx. de la instalación

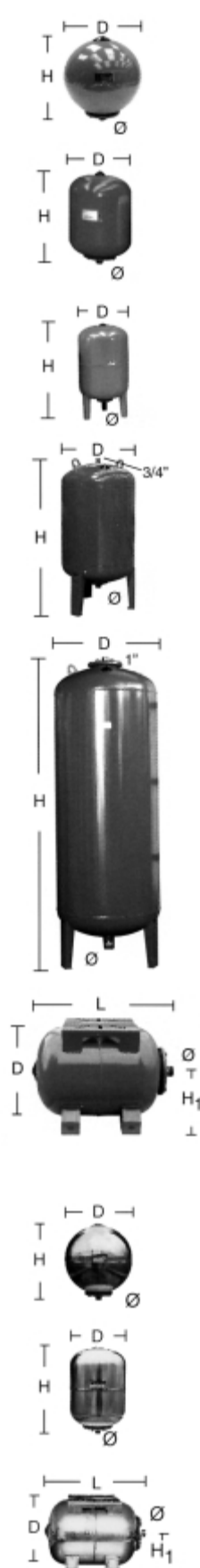
$$V_t = \frac{V_u}{F_e} = \frac{18,8}{0,0296} = 636 \text{ litros}$$

**Capacidad calorífica en Kcal/h**, tomando como base un contenido medio de 12 litros por cada 1.000 Kcal/h.

$$\text{Capacidad calorífica} = \frac{636 \times 1.000}{12} = 53.000 \text{ Kcal/h.}$$



**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y DIMENSIONES**

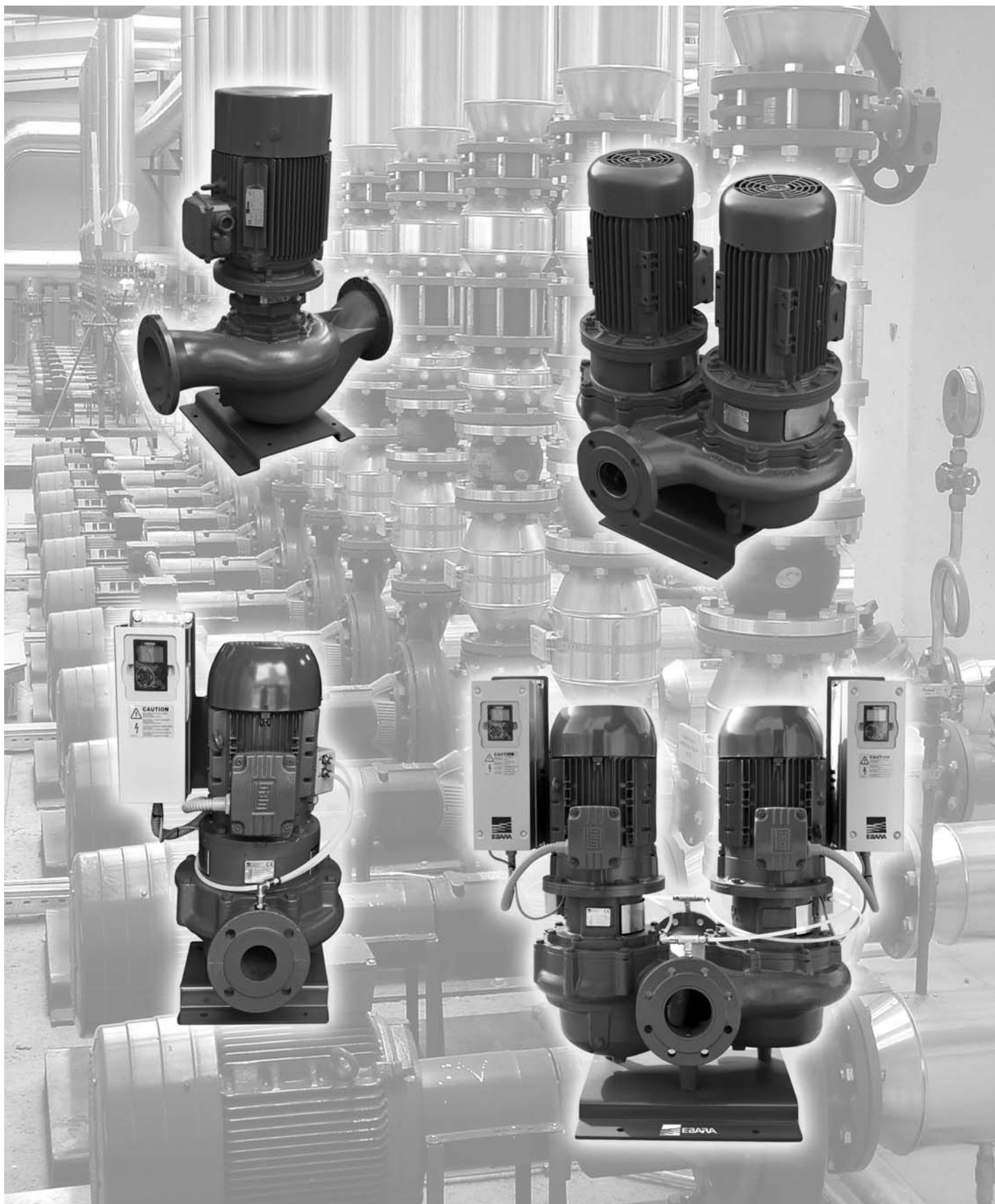
|                                                                                    | Código                          | Artículo            | Capacidad<br>lts. | Presión<br>máx.<br>trabajo | Presión<br>precarga<br>bar | D<br>mm | H<br>mm | H1<br>mm | Conexión<br>de agua<br>Ø DIN 259 |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|---------|---------|----------|----------------------------------|
|  | AC 04 001                       | <b>5 AMR-E</b>      | 5                 | 10                         | 1,5                        | 200     | 265     | —        | ¾"                               |
|                                                                                    | AC 04 008                       | <b>5 AMR-E</b>      | 5                 | 10                         | 1,5                        | 200     | 265     | —        | 1"                               |
|                                                                                    | AC 04 005                       | <b>24 AMR-E</b>     | 24                | 8                          | 1,5                        | 350     | 410     | —        | ¾"                               |
|                                                                                    | AA 15 205                       | <b>24 AMR-E</b>     | 24                | 8                          | 1,5                        | 350     | 410     | —        | 1"                               |
|                                                                                    | AC 04 016                       | <b>8 AMR</b>        | 8                 | 10                         | 1,5                        | 200     | 350     | —        | 1"                               |
|                                                                                    | AC 04 017                       | <b>15 AMR</b>       | 15                | 10                         | 1,5                        | 270     | 320     | —        | 1"                               |
|                                                                                    | AC 04 018                       | <b>20 AMR</b>       | 20                | 10                         | 1,5                        | 270     | 425     | —        | 1"                               |
|                                                                                    | AC 04 020                       | <b>50 AMR</b>       | 50                | 10                         | 1,5                        | 360     | 620     | —        | 1"                               |
|                                                                                    | AC 04 021                       | <b>50 AMR-P</b>     | 50                | 10                         | 1,5                        | 360     | 760     | —        | 1"                               |
|                                                                                    | AC 04 025                       | <b>80 AMR-P</b>     | 80                | 10                         | 1,5                        | 450     | 750     | —        | 1"                               |
|                                                                                    | AC 04 063                       | <b>100 AMR-P</b>    | 100               | 10                         | 1,5                        | 450     | 870     | —        | 1"                               |
|                                                                                    | AC 04 022                       | <b>150 AMR-B90</b>  | 150               | 8                          | 1,5                        | 485     | 1.080   | —        | 1-1/4"                           |
|                                                                                    | AC 04 023                       | <b>200 AMR-B90</b>  | 200               | 8                          | 1,5                        | 550     | 1.075   | —        | 1-1/4"                           |
|                                                                                    | AC 04 024                       | <b>300 AMR-B160</b> | 300               | 8                          | 1,5                        | 650     | 1.178   | —        | 1-1/4"                           |
|                                                                                    | AA 15 227                       | <b>100 AMR</b>      | 100               | 16                         | 1,5                        | 485     | 805     | —        | 1-1/2"                           |
|                                                                                    | AC 04 029                       | <b>150 AMR</b>      | 150               | 10                         | 1,5                        | 485     | 1.155   | —        | 1-1/2"                           |
|                                                                                    | AC 04 030                       | <b>220 AMR</b>      | 220               | 10                         | 1,5                        | 485     | 1.405   | —        | 1-1/2"                           |
|                                                                                    | AC 04 033                       | <b>350 AMR</b>      | 350               | 10                         | 1,5                        | 485     | 1.980   | —        | 1-1/2"                           |
|                                                                                    | AC 04 031                       | <b>500 AMR</b>      | 500               | 10                         | 1,5                        | 600     | 2.065   | —        | 1-1/2"                           |
|                                                                                    | AC 04 032                       | <b>700 AMR</b>      | 700               | 10                         | 1,5                        | 700     | 2.085   | —        | 1-1/2"                           |
|                                                                                    | AC 04 027                       | <b>1000 AMR</b>     | 1000              | 10                         | 1,5                        | 850     | 2.225   | —        | 2"                               |
|                                                                                    | AC 04 028                       | <b>1400 AMR</b>     | 1400              | 10                         | 1,5                        | 1000    | 2.320   | —        | 2"                               |
|                                                                                    | AC 04 038                       | <b>20 AMR-S</b>     | 20                | 10                         | 1,5                        | 270     | 425     | 145      | 1"                               |
|                                                                                    | AC 04 039                       | <b>50 AMR-S</b>     | 50                | 10                         | 1,5                        | 360     | 620     | 185      | 1"                               |
|                                                                                    | AC 04 040                       | <b>80 AMR-S</b>     | 80                | 10                         | 1,5                        | 450     | 625     | 230      | 1"                               |
|                                                                                    | <b>FABRICADOS EN ACERO INOX</b> |                     |                   |                            |                            |         |         |          |                                  |
|                                                                                    | AC 04 049                       | <b>24 AMR-E</b>     | 24                | 8                          | 1,5                        | 350     | 410     | —        | 1"                               |
|                                                                                    | AC 04 047                       | <b>20 AMR</b>       | 20                | 10                         | 1,5                        | 270     | 425     | —        | 1"                               |
|                                                                                    | AC 04 050                       | <b>50 AMR</b>       | 50                | 10                         | 1,5                        | 360     | 620     | —        | 1"                               |
|                                                                                    | AC 04 048                       | <b>20 AMR-S</b>     | 20                | 10                         | 1,5                        | 270     | 425     | 145      | 1"                               |



# Serie EBARA ELINE(-D)

ELECTROBOMBAS MONOBLOC TIPO IN-LINE. ROTOR SECO.

50 Hz



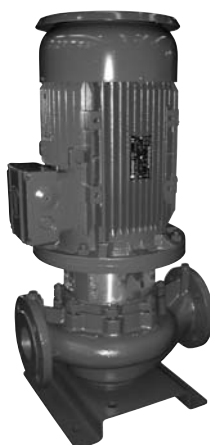


**Eline:** Bomba centrífuga vertical, de un solo impulsor, con carcasa en espiral, no autoaspirante, en ejecución In-Line, con cierre mecánico.

**Eline-D:** Formada por dos bombas centrífugas verticales en un solo cuerpo, no autoaspirante, en ejecución In-Line con cierre mecánico.

Adecuadas en circuitos de calefacción bajo presión, circuitos de agua fría y de refrigeración. Abastecimiento de agua, aumento de presión y bucles de distribución de agua caliente sanitaria. En general, para cualquier industria donde haya que bombear líquidos claros, sin partículas abrasivas en suspensión y químicamente neutras.

**Para una mayor información solicitar Catálogo Climatización y CD de cálculo**



EBARA\_CLI  
Cod. CBCLI/2.0.0/12  
Actualizable vía internet

**Modelo para Trabajo en Intemperie.**

### PRESTACIONES

- Gama:
- Tamaño nominal de bocas.
- Eline**
- Eline-D**
- Fluidos:
- Velocidad Máxima
  - Características
  - Temperatura máxima
  - Máxima presión de trabajo

DN  
40-50-65-80-100-125-150-200  
40-50-60-80-100-125-150  
3.600 r.p.m.  
Líquidos limpios  
-10°C / +120°C (140°C bajo demanda)  
10 bar

### CONSTRUCCIÓN ESTÁNDAR

- Materiales estándar:
- Cuerpo \*
  - Linterna
  - Impulsor \*\*
  - Eje
  - Juntas
  - Cierre mecánico

Hierro Fundido (GG25)  
Hierro Fundido (GG25)  
Hierro Fundido (GG20)  
Ac. Inox. 1.4401  
KLINGERIT  
Carbón / Cerámica

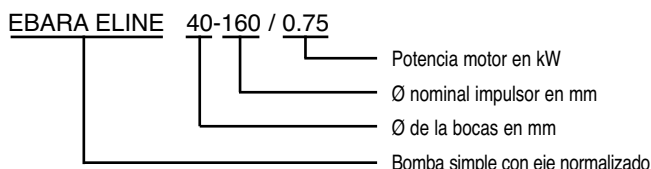
(\*) Bronce bajo demanda

(\*\*) Bronce y acero inoxidable bajo demanda

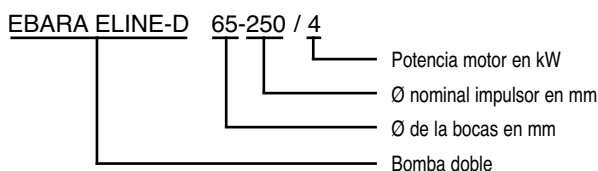
### DATOS TÉCNICOS

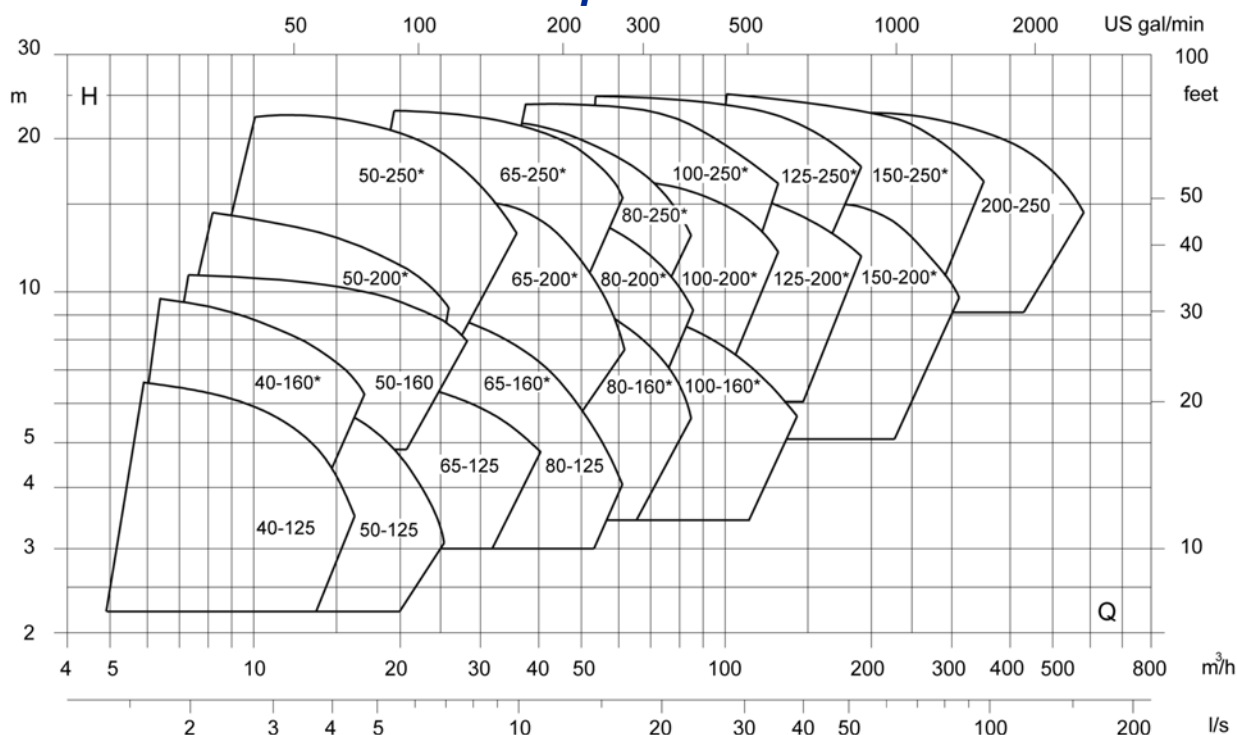
- Motor trifásico con potencias nominales inferiores a 7,5 kW eficiencia **IE2**.
- Motor trifásico con potencias nominales a partir de 7,5 kW eficiencia **IE3**.
- Protección IP55, con brida.
- Velocidad de rotación: 1.450 - 2.900 r.p.m.
- Tensión: hasta 4 kW (230/400V) superior (400/700V)
- Frecuencia: 50 Hz (60 Hz bajo demanda).
- Aislamiento: Clase F.
- Temperatura ambiente: 40°C máximo.

### EJECUCIÓN SIMPLE

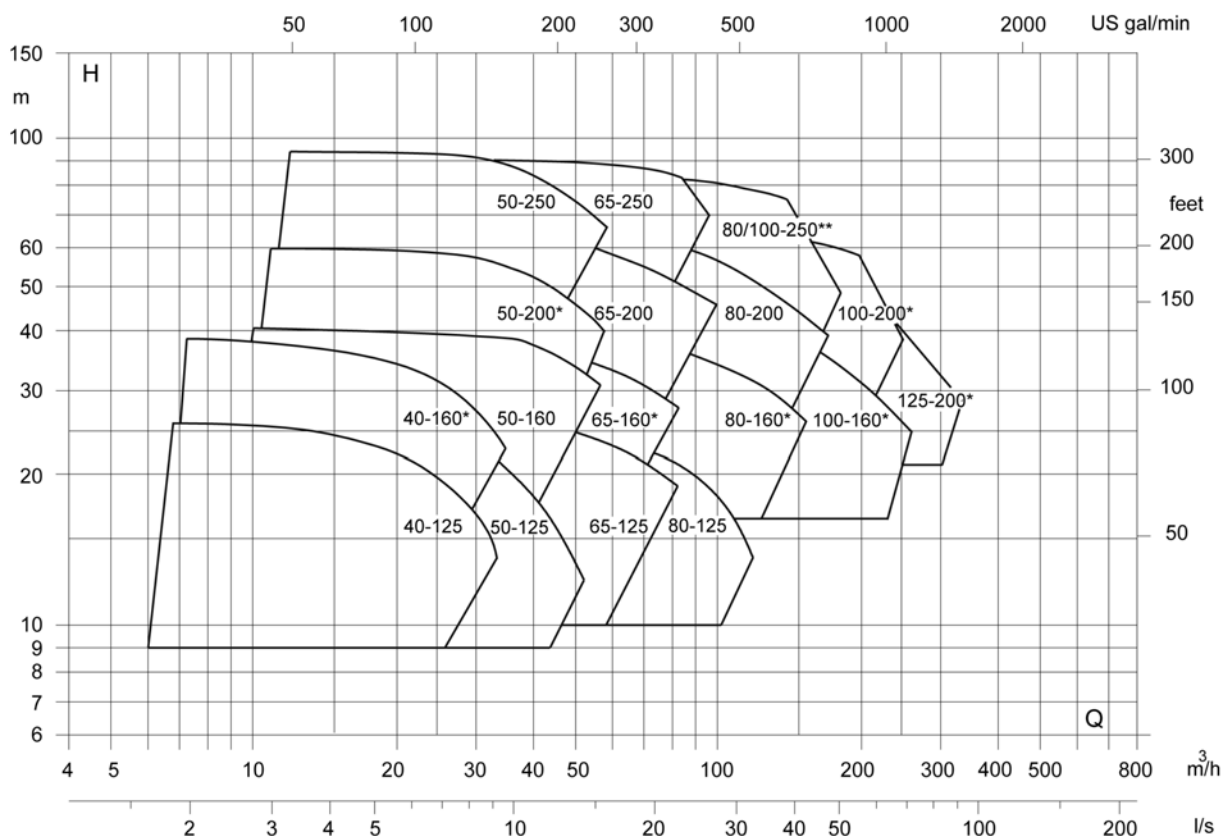


### EJECUCIÓN DOBLE



**CAMPO DE TRABAJO a 1.450 r.p.m.**


(\*) Modelo disponible en ejecuciones simple y doble.

**CAMPO DE TRABAJO a 2.900 r.p.m.**


(\*) Modelo disponible en ejecuciones simple y doble.

(\*\*) Modelo sólo disponible en ejecución doble.

**TABLA DE SELECCIÓN - 1.450 r.p.m.**

|    | CAUDAL (m³/h)    |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |                  |
|----|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|    | 4                | 6                | 8                | 10               | 12               | 14               | 16               | 18               | 20               | 25               | 30               | 35               | 40               | 45               | 50               | 55               | 60               | 65               | 70               | 80               |
| 4  | 40-125<br>0,55 C | 40-125<br>0,55 C | 40-125<br>0,55 C | 40-125<br>0,55 B | 40-125<br>0,55 B | 50-125<br>0,55 B | 50-125<br>0,55 B | 50-125<br>0,55 A | 50-125<br>0,55 A | 65-125<br>0,55 B | 65-125<br>0,75 B | 65-160<br>1,1 B  | 65-160<br>1,1 B  | 65-160<br>1,1 B  | 80-160<br>1,1 C  | 80-160<br>1,1 C  | 80-160<br>1,1 C  |                  |                  |                  |
| 5  | 40-125<br>0,55 B | 40-125<br>0,55 B | 40-125<br>0,55 B | 40-125<br>0,55 B | 40-125<br>0,55 A | 50-125<br>0,55 A | 50-125<br>0,55 A | 50-125<br>0,55 A | 65-125<br>0,55 B | 65-125<br>0,55 B | 65-125<br>0,75 A | 65-160<br>1,1 B  | 65-160<br>1,1 B  | 65-160<br>1,5 A  | 80-160<br>1,1 C  | 80-160<br>1,5 B  | 80-160<br>1,5 B  | 100-160<br>2,2 C | 100-160<br>2,2 C | 100-160<br>2,2 C |
| 6  | 40-125<br>0,55 A | 40-125<br>0,55 A | 40-125<br>0,55 A | 40-160<br>0,55 B | 40-160<br>0,55 B | 50-160<br>0,75 B | 50-160<br>0,75 B | 50-160<br>0,75 B | 65-125<br>0,75 A | 65-125<br>0,75 A | 65-160<br>1,1 B  | 65-160<br>1,1 B  | 65-160<br>1,5 A  | 65-160<br>1,5 A  | 80-160<br>1,5 B  | 80-160<br>1,5 B  | 80-160<br>1,5 B  | 100-160<br>2,2 B | 100-160<br>2,2 B | 100-160<br>2,2 B |
| 7  | 40-160<br>0,55 B | 40-160<br>0,55 B | 40-160<br>0,55 B | 40-160<br>0,55 A | 40-160<br>0,55 A | 50-160<br>0,75 B | 50-160<br>0,75 B | 50-160<br>0,75 B | 50-160<br>0,75 B | 65-160<br>1,5 A  | 65-160<br>1,5 A  | 65-160<br>1,5 A  | 65-160<br>1,5 A  | 80-160<br>1,5 B  | 80-160<br>1,5 B  | 80-160<br>1,5 B  | 80-160<br>2,2 A  | 100-160<br>2,2 B | 100-160<br>2,2 B | 100-160<br>3 A   |
| 8  | 40-160<br>0,55 A | 40-160<br>0,55 A | 40-160<br>0,55 A | 40-160<br>0,55 A | 40-160<br>0,55 A | 50-160<br>1,1 A  | 50-160<br>1,1 A  | 50-160<br>1,1 A  | 50-160<br>1,1 A  | 65-160<br>1,5 A  | 65-160<br>1,5 A  | 65-160<br>1,5 A  | 65-200<br>2,2 C  | 80-160<br>2,2 A  | 80-160<br>2,2 A  | 80-160<br>2,2 A  | 80-160<br>2,2 A  | 80-200<br>3 B    | 100-160<br>3 A   | 100-160<br>3 A   |
| 9  | 40-160<br>0,55 A | 40-160<br>0,55 A | 40-160<br>0,55 A | 50-160<br>1,1 A  | 50-160<br>1,1 A  | 50-160<br>1,1 A  | 50-160<br>1,1 A  | 50-160<br>1,1 A  | 50-160<br>1,1 A  | 65-160<br>1,5 A  | 65-200<br>1,5 C  | 65-200<br>1,5 C  | 65-200<br>2,2 B  | 80-160<br>2,2 A  | 80-160<br>2,2 A  | 80-160<br>2,2 A  | 80-200<br>3 B    | 80-200<br>3 B    | 80-200<br>4 A    | 80-200<br>4 A    |
| 10 |                  | 50-160<br>1,1 A  | 50-160<br>1,1 A  | 50-160<br>1,1 A  | 50-160<br>1,1 A  | 50-160<br>1,1 A  | 50-160<br>1,1 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-250<br>2,2 B  | 65-200<br>2,2 C  | 65-200<br>2,2 B  | 65-200<br>2,2 B  | 80-200<br>2,2 B  | 80-200<br>3 B    | 80-200<br>3 B    | 80-200<br>3 B    | 80-200<br>4 A    | 80-200<br>4 A    | 80-250<br>5,5 A  |
| 11 |                  | 50-200<br>1,1 B  | 50-200<br>1,1 B  | 50-200<br>1,1 B  | 50-200<br>1,1 B  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-250<br>2,2 B  | 65-200<br>2,2 B  | 65-200<br>2,2 B  | 65-200<br>2,2 B  | 80-200<br>2,2 B  | 80-200<br>2,2 B  | 80-200<br>3 B    | 80-200<br>4 A    | 80-200<br>4 A    | 80-200<br>4 A    | 80-250<br>5,5 A  |
| 12 |                  | 50-200<br>1,1 B  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-250<br>2,2 C  | 50-250<br>2,2 B  | 65-200<br>2,2 B  | 65-200<br>2,2 A  | 65-200<br>2,2 A  | 80-200<br>2,2 B  | 80-200<br>3 A    | 80-200<br>3 A    | 80-200<br>4 A    | 80-200<br>4 A    | 80-200<br>4 A    | 80-250<br>5,5 A  |
| 13 |                  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-250<br>2,2 C  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 B  | 65-200<br>2,2 A  | 65-200<br>2,2 A  | 65-200<br>2,2 A  | 80-200<br>3 A    | 80-200<br>3 A    | 80-200<br>3 A    | 80-200<br>4 A    | 80-200<br>4 A    | 80-250<br>5,5 A  | 80-250<br>5,5 A  |
| 14 |                  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-200<br>1,5 A  | 50-250<br>2,2 C  | 50-250<br>2,2 C  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 B  | 65-200<br>2,2 A  | 65-200<br>2,2 A  | 65-200<br>2,2 A  | 80-200<br>3 A    | 80-200<br>3 A    | 80-200<br>3 A    | 80-200<br>4 B    | 80-200<br>4 B    | 80-250<br>5,5 A  | 80-250<br>5,5 A  |
| 16 |                  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 C  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>3 A    | 65-250<br>3 B    | 65-250<br>3 B    | 65-250<br>3 B    | 80-250<br>4 C    | 80-250<br>4 B    | 80-250<br>5,5 A  | 80-250<br>5,5 A  | 80-250<br>5,5 A  | 80-250<br>5,5 B  | 100-250<br>7,5 A |
| 18 |                  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 65-250<br>3 B    | 65-250<br>4 A    | 65-250<br>4 A    | 80-250<br>5,5 A  | 80-250<br>5,5 A  | 80-250<br>5,5 A  | 80-250<br>5,5 A  | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A |
| 20 |                  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 B  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 65-250<br>4 A    | 65-250<br>4 A    | 65-250<br>4 A    | 65-250<br>4 A    | 80-250<br>5,5 A  | 80-250<br>5,5 A  | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A |
| 22 |                  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 65-250<br>4 A    | 65-250<br>4 A    | 65-250<br>4 A    | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A |
| 24 |                  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 50-250<br>2,2 A  | 65-250<br>4 A    | 65-250<br>4 A    | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 100-250<br>7,5 A | 125-250<br>11 A  | 125-250<br>11 A  | 125-250<br>11 A  | 125-250<br>11 A  | 125-250<br>11 A  | 125-250<br>11 A  |

Tipo de bomba → 50-250  
P. Motor (kW) → 2,2 B ← Rodete

150-200  
5,5 D

Bomba sencilla

150-200  
5,5 D

Bomba sencilla / doble

**TABLA DE SELECCIÓN - 1.450 r.p.m.**

|           | CAUDAL (m³/h)    |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                 |                 |
|-----------|------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|           | 90               | 100              | 110               | 120               | 130               | 140               | 150               | 160               | 180               | 200               | 225               | 250               | 275               | 300               | 350               | 400               | 450             | 500             |
| <b>4</b>  |                  |                  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                 |                 |
| <b>5</b>  | 100-160<br>3 A   | 100-160<br>3 A   | 100-160<br>3 A    | 100-160<br>4 A    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                 |                 |
| <b>6</b>  | 100-160<br>3 A   | 100-160<br>3 A   | 100-160<br>3 A    | 100-160<br>4 A    | 100-160<br>4 A    |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                 |                 |
| <b>7</b>  | 100-160<br>3 A   | 100-160<br>3 A   | 100-160<br>3 A    | 125-200<br>4 D    | 125-200<br>4 D    | 150-200<br>5,5 D  | 150-200<br>5,5 D  | 150-200<br>5,5 D  | 150-200<br>5,5 D  | 150-200<br>7,5 C  |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                 |                 |
| <b>8</b>  | 100-160<br>3 A   | 100-200<br>4 C   | 100-200<br>4 C    | 125-200<br>4 D    | 125-200<br>5,5 C  | 150-200<br>5,5 D  | 150-200<br>5,5 D  | 150-200<br>5,5 D  | 150-200<br>7,5 C  | 150-200<br>7,5 C  | 150-200<br>7,5 C  | 150-200<br>11 B   |                   |                   |                   |                   |                 |                 |
| <b>9</b>  | 100-200<br>4 C   | 100-200<br>4 C   | 100-200<br>5,5 B  | 125-200<br>5,5 C  | 125-200<br>5,5 C  | 125-200<br>5,5 C  | 150-200<br>7,5 C  | 150-200<br>7,5 C  | 150-200<br>7,5 C  | 150-200<br>7,5 C  | 150-200<br>11 B   | 150-200<br>11 B   |                   |                   |                   |                   |                 |                 |
| <b>10</b> | 100-200<br>4 C   | 100-200<br>5,5 B | 100-200<br>5,5 B  | 125-200<br>5,5 C  | 125-200<br>5,5 C  | 125-200<br>7,5 B  | 150-200<br>7,5 C  | 150-200<br>7,5 C  | 150-200<br>11 B   | 150-200<br>11 B   | 150-200<br>11 B   | 150-200<br>11 A   |                   |                   |                   |                   |                 |                 |
| <b>11</b> | 100-200<br>4 A   | 100-200<br>5,5 B | 100-200<br>5,5 B  | 125-200<br>5,5 B  | 125-200<br>7,5 C  | 125-200<br>7,5 C  | 150-200<br>7,5 B  | 150-200<br>7,5 B  | 150-200<br>11 B   | 150-200<br>11 B   | 150-200<br>11 A   | 150-200<br>11 A   | 150-200<br>11 A   | 200-250<br>15 D   | 200-250<br>15 D   |                   |                 |                 |
| <b>12</b> | 100-200<br>4 A   | 100-200<br>5,5 A | 100-200<br>5,5 A  | 125-200<br>5,5 B  | 125-200<br>7,5 C  | 125-200<br>7,5 B  | 150-200<br>7,5 B  | 150-200<br>7,5 B  | 150-200<br>11 B   | 150-200<br>11 A   | 150-200<br>11 A   | 150-200<br>11 A   | 200-250<br>15 D   | 200-250<br>15 D   | 200-250<br>15 D   |                   |                 |                 |
| <b>13</b> | 100-200<br>5,5 A | 100-200<br>5,5 A | 100-200<br>5,5 A  | 125-200<br>7,5 A  | 125-200<br>7,5 A  | 125-200<br>7,5 A  | 150-200<br>11 A   | 150-200<br>11 A   | 150-200<br>11 A   | 150-200<br>11 A   | 150-200<br>11 A   | 150-250<br>15 C   | 200-250<br>15 D   | 200-250<br>15 D   | 200-250<br>18,5 C | 200-250<br>18,5 C | 200-250<br>30 B |                 |
| <b>14</b> | 100-200<br>5,5 A | 100-200<br>5,5 A | 100-200<br>5,5 A  | 125-200<br>7,5 A  | 125-200<br>7,5 A  | 125-200<br>7,5 A  | 150-200<br>11 A   | 150-200<br>11 A   | 150-200<br>11 A   | 150-200<br>11 A   | 150-250<br>15 C   | 150-250<br>15 C   | 200-250<br>15 D   | 200-250<br>18,5 C | 200-250<br>18,5 C | 200-250<br>30 B   | 200-250<br>30 B | 200-250<br>30 A |
| <b>16</b> | 100-250<br>9,2 A | 100-250<br>9,2 A | 100-250<br>9,2 A  | 100-250<br>9,2 A  | 100-250<br>9,2 A  | 125-250<br>11 B   | 150-250<br>15 C   | 150-250<br>15 C   | 150-250<br>15 C   | 150-250<br>15 C   | 150-250<br>15 C   | 150-250<br>15 B   | 200-250<br>18,5 C | 200-250<br>18,5 C | 200-250<br>22 B   | 200-250<br>30 B   | 200-250<br>30 A | 200-250<br>30 A |
| <b>18</b> | 100-250<br>9,2 A | 100-250<br>9,2 A | 100-250<br>9,2 A  | 100-250<br>9,2 A  | 125-250<br>11 B   | 125-250<br>11 B   | 150-250<br>15 C   | 150-250<br>15 C   | 150-250<br>15 B   | 150-250<br>15 B   | 150-250<br>15 B   | 150-250<br>18,5 B | 200-250<br>22 B   | 200-250<br>22 B   | 200-250<br>22 B   | 200-250<br>30 A   | 200-250<br>30 A |                 |
| <b>20</b> | 100-250<br>9,2 A | 100-250<br>9,2 A | 125-250<br>11 B   | 125-250<br>11 A   | 125-250<br>11 A   | 125-250<br>11 A   | 150-250<br>15 B   | 150-250<br>15 B   | 150-250<br>15 B   | 150-250<br>15 B   | 150-250<br>18,5 A | 150-250<br>18,5 A | 200-250<br>30 A   | 200-250<br>30 A   | 200-250<br>30 A   | 200-250<br>30 A   |                 |                 |
| <b>22</b> | 125-250<br>11 A  | 125-250<br>11 A  | 125-250<br>11 A   | 125-250<br>11 A   | 125-250<br>11 A   | 125-250<br>11 A   | 150-250<br>18,5 A | 150-250<br>18,5 A | 150-250<br>18,5 A | 150-250<br>18,5 A | 150-250<br>18,5 A | 200-250<br>30 A   | 200-250<br>30 A   | 200-250<br>30 A   |                   |                   |                 |                 |
| <b>24</b> | 125-250<br>11 A  | 125-250<br>11 A  | 150-250<br>18,5 A | 150-250<br>18,5 A | 150-250<br>18,5 A | 150-250<br>18,5 A | 150-250<br>18,5 A | 150-250<br>18,5 A | 150-250<br>18,5 A |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                   |                 |                 |

Tipo de bomba → 50-250  
P. Motor (kW) → 2,2 B ← Rodete

150-200  
5,5 D

Bomba sencilla

150-200  
5,5 D

Bomba sencilla / doble



## DAU 03

difusor  
circular cónico  
en aluminio  
regulable mediante  
varilla roscada



## DAP 03

difusor  
circular regulable  
para placas de  
falso techo

### → ventajas

- Difusión adaptable por regulación del cono central.
- Ajustes finos por tornillo.

### → gama

- **DAU/DAP 03:** disponible en dos versiones: aluminio anodizado y aluminio pintado color blanco.

### → denominación

|                                   |                         |                            |
|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------|
| DAU                               | 03                      | 250                        |
| Tipo                              | Regulación              | Dimensiones                |
| D: difusor                        | 03: por varilla roscada | 250: diámetro nominal (mm) |
| A: aluminio                       |                         |                            |
| U: fijación por tornillos ocultos |                         |                            |
| P: para falso techo               |                         |                            |

### → aplicación / utilización

- Difusor circular de flujo de aire horizontal y vertical.
- Calefacción y climatización de edificios terciarios.

### → construcción / composición

- **DAU 03:**
  - Conos centrales amovibles en aluminio extruido regulable por varilla roscada.
  - Acabado en aluminio anodizado color natural satinado o aluminio pintado, color blanco, RAL 9010.
- **DAP 03:**
  - Mismos acabados que el DAU 03 pero con placa para falso techo.

### → embalaje

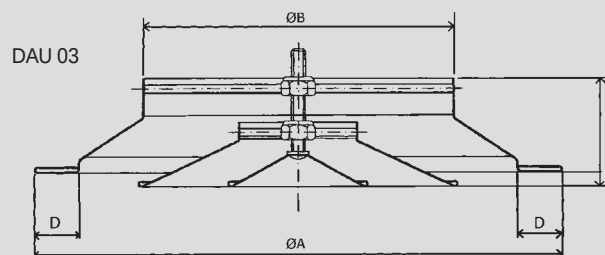
- Embalaje individual en film plástico.

### → especificación

- Difusores de techo circulares (DAU 03) o para placas de falso techo (DAP 03), con multiconos regulables para modificar el alcance del aire.
- Fabricados en aluminio anodizado o en aluminio pintado, color blanco, RAL 9010.
- Tipo **DAU 03** o **DAP 03**, marca **France Air**.

## DESCRIPCIÓN TÉCNICA

### → Dimensiones



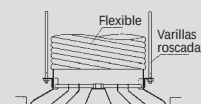
| Ø nom. | ØA (mm) | ØB (mm) | ØC (mm)* | D (mm) | E (mm) |
|--------|---------|---------|----------|--------|--------|
| 100    | 225     | 99      | 187      | 30     | 67     |
| 160    | 291     | 159     | 245      | 34     | 73     |
| 200    | 378     | 199     | 324      | 38     | 77     |
| 250    | 454     | 249     | 390      | 43     | 86     |
| 315    | 537     | 314     | 468      | 48     | 94     |
| 355    | 624     | 354     | 545      | 53     | 98     |
| 400    | 704     | 399     | 614      | 58     | 125    |
| 450    | 788     | 449     | 689      | 63     | 133    |
| 500    | 872     | 498     | 764      | 68     | 145    |
| 630    | 1063    | 628     | 955      | 68     | 162    |
| 710    | 1180    | 708     | 1070     | 68     | 172    |
| 800    | 1323    | 798     | 1200     | 73     | 198    |
| 900    | 1470    | 898     | 1350     | 73     | 211    |

\* Dimensión del hueco.

## MONTAJE Y CONEXIONES

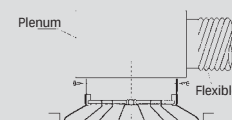
### → Montaje en un conducto circular (flexible o metálico)

- Conectar el difusor sobre el conducto.
- Suspender el difusor por varillas roscadas a partir de las patas de fijación.



### → Montaje con plenum PFU 41 + AC

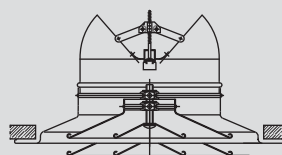
- Fijar el adaptador circular AC al plenum.
- Conectar el plenum al conducto.
- Fijar el difusor al adaptador circular.
- Suspender el plenum.



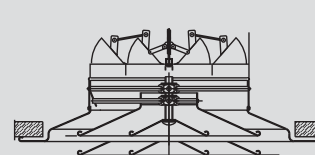
### → Montaje con regulación RFU 04

- Fijación del difusor a la regulación.

De Ø 100 a 315 mm



De Ø 355 a 630 mm

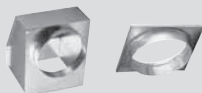


Superiores de 630 mm, compuerta de 6 lamas.

## ACCESORIOS

### → PFU 41 + AC

- Plenum de conexión axial en chapa de acero galvanizado + adaptación en acero galvanizado.



### → RFU 04

- Registro de regulación circular.



### → RPD 03

- Accesorio de montaje para techo Staff con registro integrado.



### → Easyflux

- Accesorio de equilibrado y de regulación del caudal accesible por el difusor.





## TABLA DE SELECCIÓN

Con velocidad residual 0,2 m/s

| Caudal<br>(m³/h) | Diámetro            | DAU 03 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|------------------|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                  |                     | 100    | 160    | 200    | 250    | 315    | 355    | 400    | 450    | 500    | 630    | 710    | 800    | 900    |
|                  | A <sub>s</sub> (m²) | 0,0027 | 0,0230 | 0,0321 | 0,0559 | 0,1140 | 0,1725 | 0,2563 | 0,3997 | 0,5950 | 0,3058 | 0,3893 | 0,4951 | 0,6277 |
| 100              | X (m)               | 3,2    | 1,1    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | Pt (Pa)             | 6,3    | 2,7    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | NR                  | 20     | < 20   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 200              | X (m)               | 6,3    | 2,2    | 1,8    | 1,4    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | Pt (Pa)             | 25,1   | 10,9   | 5,6    | 1,8    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | NR                  | 43     | < 20   | < 20   | < 20   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 300              | X (m)               |        | 3,3    | 2,8    | 2,1    | 1,5    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | Pt (Pa)             |        | 24,5   | 12,5   | 4,1    | 1,0    |        |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | NR                  |        | < 20   | < 20   | < 20   | < 20   |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 400              | X (m)               |        | 4,4    | 3,7    | 2,8    | 2,0    | 1,6    |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | Pt (Pa)             |        | 43,6   | 22,2   | 7,3    | 1,8    | 0,8    |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | NR                  |        | 28     | 22     | < 20   | < 20   | < 20   |        |        |        |        |        |        |        |
| 500              | X (m)               |        | 5,4    | 4,6    | 3,5    | 2,4    | 2,0    |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | Pt (Pa)             |        | 68,1   | 34,7   | 11,5   | 2,8    | 1,2    |        |        |        |        |        |        |        |
|                  | NR                  |        | 35     | 29     | < 20   | < 20   | < 20   |        |        |        |        |        |        |        |
| 600              | X (m)               |        | 6,5    | 5,5    | 4,2    | 2,9    | 2,4    | 2,0    |        |        |        |        |        |        |
|                  | Pt (Pa)             |        | 98,0   | 50,0   | 16,5   | 4,0    | 1,7    | 0,8    |        |        |        |        |        |        |
|                  | NR                  |        | 41     | 35     | 25     | < 20   | < 20   | < 20   |        |        |        |        |        |        |
| 800              | X (m)               |        |        | 7,4    | 5,6    | 3,9    | 3,2    | 2,6    |        |        |        |        |        |        |
|                  | Pt (Pa)             |        |        | 89,0   | 29,4   | 7,1    | 3,1    | 1,4    |        |        |        |        |        |        |
|                  | NR                  |        |        | 45     | 35     | 22     | < 20   | < 20   |        |        |        |        |        |        |
| 1000             | X (m)               |        |        |        | 7,0    | 4,9    | 4,0    | 3,3    | 2,6    |        |        |        |        |        |
|                  | Pt (Pa)             |        |        |        | 45,9   | 11,0   | 4,8    | 2,2    | 0,9    |        |        |        |        |        |
|                  | NR                  |        |        |        | 42     | 29     | 22     | < 20   | < 20   |        |        |        |        |        |
| 1250             | X (m)               |        |        |        | 8,7    | 6,1    | 5,0    | 4,1    | 3,3    | 2,7    | 3,1    |        |        |        |
|                  | Pt (Pa)             |        |        |        | 71,8   | 17,2   | 7,5    | 3,4    | 1,4    | 0,6    | 0,8    |        |        |        |
|                  | NR                  |        |        |        | 49     | 36     | 29     | 22     | < 20   | 20     | < 20   |        |        |        |
| 1500             | X (m)               |        |        |        |        | 7,3    | 6,0    | 4,9    | 3,9    | 3,2    | 3,7    | 3,3    |        |        |
|                  | Pt (Pa)             |        |        |        |        | 24,8   | 10,9   | 4,9    | 2,0    | 0,9    | 1,2    | 5,6    |        |        |
|                  | NR                  |        |        |        |        | 43     | 35     | 28     | 20     | 20     | < 20   | < 20   |        |        |
| 1750             | X (m)               |        |        |        |        | 8,6    | 7,0    | 5,7    | 4,6    | 3,7    | 4,4    |        |        |        |
|                  | Pt (Pa)             |        |        |        |        | 33,8   | 14,8   | 6,7    | 2,8    | 1,2    | 1,6    |        |        |        |
|                  | NR                  |        |        |        |        | 48     | 40     | 33     | 25     | 20     | < 20   |        |        |        |
| 2000             | X (m)               |        |        |        |        | 9,8    | 8,0    | 6,5    | 5,2    | 4,3    | 5,0    | 4,4    | 3,9    |        |
|                  | Pt (Pa)             |        |        |        |        | 44,1   | 19,3   | 8,7    | 3,6    | 1,6    | 2,0    | 9,2    | 6,1    |        |
|                  | NR                  |        |        |        |        | 52     | 45     | 37     | 29     | 22     | < 20   | < 20   | < 20   |        |
| 3000             | X (m)               |        |        |        |        |        |        | 9,8    | 7,8    | 6,4    | 7,5    | 6,6    | 5,9    | 5,2    |
|                  | Pt (Pa)             |        |        |        |        |        |        | 19,7   | 8,1    | 3,6    | 4,6    | 22,2   | 13,7   | 8,5    |
|                  | NR                  |        |        |        |        |        |        | 51     | 43     | 36     | 26     | 20     | < 20   | < 20   |
| 4000             | X (m)               |        |        |        |        |        |        |        | 10,4   | 8,6    | 10,0   | 8,8    | 7,8    | 7,0    |
|                  | Pt (Pa)             |        |        |        |        |        |        |        | 14,4   | 6,5    | 8,2    | 39,5   | 24,4   | 15,2   |
|                  | NR                  |        |        |        |        |        |        |        | 52     | 45     | 34     | 28     | 23     | < 20   |
| 5000             | X (m)               |        |        |        |        |        |        |        |        | 10,7   | 12,5   | 11,1   | 9,8    | 8,7    |
|                  | Pt (Pa)             |        |        |        |        |        |        |        |        | 10,1   | 12,8   | 61,7   | 38,2   | 23,7   |
|                  | NR                  |        |        |        |        |        |        |        |        | 53     | 41     | 35     | 29     | 23     |
| 6000             | X (m)               |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 15,0   | 13,3   | 11,8   | 10,4   |
|                  | Pt (Pa)             |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 18,4   | 88,9   | 55,0   | 34,2   |
|                  | NR                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 46     | 40     | 34     | 28     |
| 7000             | X (m)               |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 17,5   | 15,5   | 13,7   | 12,2   |
|                  | Pt (Pa)             |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 25,1   | 121,0  | 74,8   | 46,5   |
|                  | NR                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 50     | 44     | 38     | 32     |
| 8000             | X (m)               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 15,7   | 13,9   |
|                  | Pt (Pa)             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 97,7   | 60,8   |
|                  | NR                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 42     | 36     |
| 9000             | X (m)               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 17,6   | 15,7   |
|                  | Pt (Pa)             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 123,6  | 76,9   |
|                  | NR                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 45     | 39     |
| 10000            | X (m)               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 17,4   |
|                  | Pt (Pa)             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 95,0   |
|                  | NR                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 42     |
| 11000            | X (m)               |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 19,2   |
|                  | Pt (Pa)             |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 114,9  |
|                  | NR                  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 45     |

NR &lt; 25

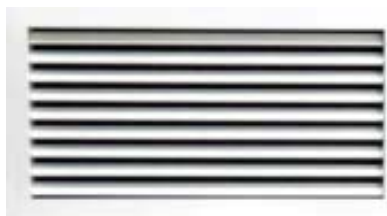
25 ≤ NR &lt; 35

35 ≤ NR &lt; 45

NR ≥ 45

NR indicado: potencia acústica sin atenuación del local.

## Rejillas de retorno (aletas fijas a 45°)



### Descripción

Modelo 20-45, rejilla de aluminio, aletas fijas a 45°. Modelo 21-45, rejilla de chapa de acero, aletas fijas a 45°.

### Acabados

Aluminio anodizado en su color.

Chapa de acero pintada en blanco RAL 9010. Acabados especiales bajo demanda.

### Dimensiones sobre marco de montaje

En el montaje de rejillas sobre marco metálico, la dimensión de hueco se corresponde con la dimensión nominal de las rejillas. Así, una rejilla de 500 x 300, precisará un hueco de las mismas dimensiones.

### Dimensiones sobre paramento para atornillar

En el montaje sobre paramento para atornillar, para calcular la dimensión del hueco libre, deberá disminuirse 5 mm, tanto en largo como en alto, la dimensión nominal de la rejilla. Así para una rejilla de 500 x 300, el hueco deberá ser de 495 x 295.

### Dimensiones de aleta

La longitud máxima de aleta es de 490 mm, en que caso de que la aleta supere dicha dimensión se irán añadiendo los refuerzos que sean necesarios, para que la aleta nunca supere la medida anteriormente mencionada.

### Rejilla con compuerta de regulación

Accionamiento de la regulación por el frontal mediante un destornillador.

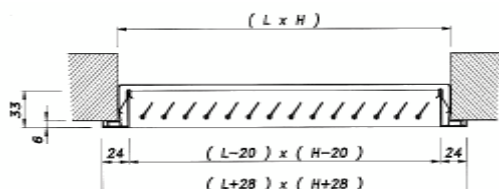
### Marco portafiltros

La rejilla puede incorporar un marco portafiltros bajo demanda, con malla de protección. (Filtro no incluido). Estos marcos portafiltros son los únicos utilizables en las rejillas 20-45-H-FF ó 20-45-V-FF, no pudiendo utilizarse los marcos metálicos MM.

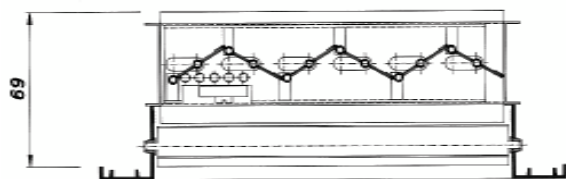
### Identificación

En todas las descripciones de dimensión de rejillas, se entenderá siempre que la primera dimensión es la longitud y la segunda la altura. L x H es la dimensión de hueco libre.

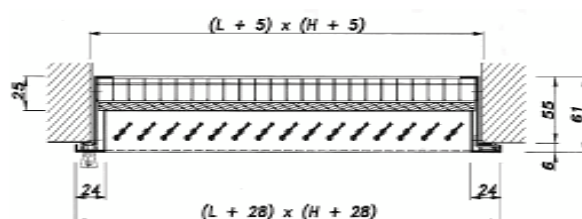
Cuando la rejilla no incorpora marco metálico y es preparada para atornillar, la dimensión del hueco será L-5 mm x H-5 mm, excepto en el modelo FF (portafiltros), que será L+5 mm x H+5 mm.



20-45-H ó 20-45-V



20-45-H-O ó 20-45-V-O



20-45-H-FF ó 20-45-V-FF

21-45

Serie, rejilla de aluminio, aletas fijas a 45°  
Serie, rejilla de chapa de acero, aletas fijas a 45°

H

V

Aletas horizontales  
Aletas verticales

FF

Con marco portafiltros, sólo la serie 20-45 (aluminio)  
Sin indicar nada, sin marco portafiltros

O

Compuerta de regulación modelo 29-O  
Sin indicar nada, no va incorporada

MM

Con MM  
Para MM

Sin indicar nada, la rejilla dispone de taladros para atornillar  
Marco metálico  
La rejilla se suministra con marco metálico  
La rejilla se suministra sin marco metálico pero prevista para el montaje en el mismo

L x H

Longitud en mm. (sentido horizontal) x altura en mm. (sentido vertical)

## Tabla de selección (rejillas de retorno)

|      |        | D.<br>mm                               | 200 x 100         | 250 x 100                                                                                                                                | 300 x 100<br>200 x 150 | 400 x 100<br>200 x 200 | 500 x 100<br>350 x 150<br>250 x 200 | 600 x 100<br>400 x 150<br>300 x 200 | 500 x 150<br>400 x 200<br>300 x 250 | 600 x 150<br>450 x 200<br>350 x 250 | 300 x 300         | 500 x 200<br>400 x 250<br>350 x 300 | 800 x 150<br>600 x 200<br>500 x 250<br>400 x 300 | 800 x 200<br>600 x 250<br>500 x 300 | 1000 x 200<br>800 x 250<br>600 x 300 | 1000 x 250<br>800 x 300<br>600 x 400 | 1000 x 300<br>750 x 400 | 1200 x 300<br>900 x 400<br>700 x 500<br>600 x 600 |                   |                  |  |
|------|--------|----------------------------------------|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|-------------------|------------------|--|
| Q    |        |                                        |                   |                                                                                                                                          |                        |                        |                                     |                                     |                                     |                                     |                   |                                     |                                                  |                                     |                                      |                                      |                         |                                                   |                   |                  |  |
| m³/h | l/s    | A <sub>k</sub>                         | 0,0076            | 0,0098                                                                                                                                   | 0,0121                 | 0,0166                 | 0,0217                              | 0,0258                              | 0,0345                              | 0,0404                              | 0,0416            | 0,0470                              | 0,0560                                           | 0,0721                              | 0,0915                               | 0,1173                               | 0,1462                  | 0,1759                                            |                   |                  |  |
| 50   | 13,9   | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR | 1,8<br>3,5<br>12  | 1,4<br>2,1<br>7                                                                                                                          | 1,1<br>1,5             | 0,8<br>0,8             | 0,6<br>0,5                          | 0,5<br>0,3                          |                                     |                                     |                   |                                     |                                                  |                                     |                                      |                                      |                         |                                                   |                   |                  |  |
| 60   | 16,7   | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR | 2,2<br>5,0<br>17  | 1,7<br>3,1<br>12                                                                                                                         | 1,4<br>2,1<br>7        | 1,0<br>1,1             | 0,8<br>0,7                          | 0,6<br>0,4                          | 0,5<br>0,3                          |                                     |                   |                                     |                                                  |                                     |                                      |                                      |                         |                                                   |                   |                  |  |
| 70   | 19,4   | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR | 2,5<br>6,8<br>21  | 2,0<br>4,2<br>16                                                                                                                         | 1,6<br>2,8<br>11       | 1,2<br>1,5<br>5        | 0,9<br>1,0                          | 0,8<br>0,6                          | 0,6<br>0,4                          | 0,5<br>0,2                          |                   |                                     |                                                  |                                     |                                      |                                      |                         |                                                   |                   |                  |  |
| 80   | 22,2   | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR | 2,9<br>8,9<br>24  | 2,3<br>5,5<br>19                                                                                                                         | 1,8<br>3,7<br>15       | 1,3<br>2,0<br>8        | 1,0<br>1,3                          | 0,9<br>0,8                          | 0,6<br>0,5                          | 0,6<br>0,3                          | 0,5<br>0,2        |                                     |                                                  |                                     |                                      |                                      |                         |                                                   |                   |                  |  |
| 90   | 25,0   | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR | 3,3<br>11,3<br>27 | 2,6<br>7,0<br>22                                                                                                                         | 2,1<br>4,7<br>18       | 1,5<br>2,5<br>11       | 1,2<br>1,6<br>7                     | 1,0<br>1,0                          | 0,7<br>0,6                          | 0,6<br>0,4                          | 0,6<br>0,2        | 0,5<br>0,2                          |                                                  |                                     |                                      |                                      |                         |                                                   |                   |                  |  |
| 100  | 27,8   | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR | 3,6<br>13,9<br>30 | 2,8<br>8,6<br>25                                                                                                                         | 2,3<br>5,8<br>21       | 1,7<br>3,1<br>14       | 1,3<br>2,0<br>9                     | 1,1<br>1,2                          | 0,8<br>0,8                          | 0,7<br>0,5                          | 0,7<br>0,3        | 0,6<br>0,3                          | 0,5<br>0,2                                       |                                     |                                      |                                      |                         |                                                   |                   |                  |  |
| 150  | 41,7   | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   | 4,3<br>19,3<br>36                                                                                                                        | 3,4<br>13,1<br>31      | 2,5<br>7,0<br>25       | 1,9<br>4,5<br>20                    | 1,6<br>2,8<br>14                    | 1,2<br>1,7<br>9                     | 1,0<br>1,0                          | 1,0<br>0,7        | 0,9<br>0,6                          | 0,7<br>0,4                                       | 0,6<br>0,2<br>-12                   | 0,5<br>0,2<br>-17                    |                                      |                         |                                                   |                   |                  |  |
| 200  | 55,6   | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   |                                                                                                                                          | 4,6<br>23,2<br>39      | 3,3<br>12,4<br>32      | 2,6<br>8,1<br>27                    | 2,2<br>4,9<br>22                    | 1,6<br>3,0<br>17                    | 1,4<br>1,8<br>11                    | 1,3<br>1,2<br>7   | 1,2<br>1,1<br>6                     | 1,0<br>0,8                                       | 0,8<br>0,4                          | 0,6<br>0,3                           | 0,5<br>0,2                           |                         |                                                   |                   |                  |  |
| 250  | 69,4   | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   |                                                                                                                                          |                        | 4,2<br>19,4<br>38      | 3,2<br>12,6<br>33                   | 2,7<br>7,7<br>28                    | 2,0<br>4,7<br>22                    | 1,7<br>2,9<br>17                    | 1,7<br>1,9<br>13  | 1,5<br>1,7<br>11                    | 1,2<br>1,2<br>7                                  | 1,0<br>0,7                          | 0,8<br>0,4                           | 0,6<br>0,2                           | 0,5<br>0,2              |                                                   |                   |                  |  |
| 300  | 83,3   | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   |                                                                                                                                          |                        |                        | 3,8<br>18,2<br>38                   | 3,2<br>11,0<br>32                   | 2,4<br>6,8<br>27                    | 2,1<br>4,1<br>22                    | 2,0<br>2,8<br>17  | 1,8<br>2,4<br>16                    | 1,5<br>1,7<br>12                                 | 1,2<br>0,9<br>6                     | 0,9<br>0,6                           | 0,7<br>0,4                           | 0,6<br>0,2              | 0,5<br>0,1                                        |                   |                  |  |
| 400  | 111,1  | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   |                                                                                                                                          |                        |                        | 4,3<br>19,6<br>40                   | 3,2<br>12,1<br>35                   | 2,8<br>7,3<br>29                    | 2,7<br>4,9<br>25                    | 2,4<br>4,4<br>24  | 2,0<br>3,0<br>20                    | 1,5<br>1,7<br>13                                 | 1,2<br>1,1<br>9                     | 0,9<br>0,6                           | 0,8<br>0,4                           | 0,6<br>0,2              |                                                   |                   |                  |  |
| 500  | 138,9  | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   |                                                                                                                                          |                        |                        |                                     | 4,0<br>18,9<br>41                   | 3,4<br>11,5<br>35                   | 3,3<br>7,7<br>31                    | 3,0<br>6,8<br>29  | 2,5<br>4,7<br>25                    | 1,9<br>2,6<br>19                                 | 1,5<br>1,7<br>15                    | 1,2<br>1,0<br>9                      | 0,9<br>0,6                           | 0,8<br>0,4              |                                                   |                   |                  |  |
| 600  | 166,7  | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   |                                                                                                                                          |                        |                        |                                     |                                     | 4,1<br>16,5<br>40                   | 4,0<br>11,1<br>36                   | 3,5<br>9,8<br>34  | 3,0<br>6,8<br>30                    | 2,3<br>3,8<br>24                                 | 1,8<br>2,5<br>19                    | 1,4<br>1,4<br>13                     | 1,1<br>0,9<br>8                      | 0,9<br>0,5              |                                                   |                   |                  |  |
| 700  | 194,4  | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   |                                                                                                                                          |                        |                        |                                     |                                     |                                     | 4,7<br>15,1<br>40                   | 4,1<br>13,3<br>38 | 3,5<br>9,3<br>34                    | 2,7<br>5,2<br>28                                 | 2,1<br>3,4<br>23                    | 1,7<br>1,9<br>17                     | 1,3<br>1,2<br>12                     | 1,1<br>0,7<br>6         |                                                   |                   |                  |  |
| 800  | 222,2  | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   | Simbología:                                                                                                                              |                        |                        |                                     |                                     |                                     |                                     |                   |                                     |                                                  | 4,7<br>17,4<br>42                   | 4,0<br>12,1<br>38                    | 3,1<br>6,7<br>31                     | 2,4<br>4,4<br>27        | 1,9<br>2,5<br>21                                  | 1,5<br>1,6<br>16  | 1,3<br>0,9<br>10 |  |
| 900  | 250,0  | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   | V <sub>k</sub> = Velocidad efectiva en m/s<br>P <sub>s</sub> = Presión estática en Pa<br>A = Area efectiva en m²                         |                        |                        |                                     |                                     |                                     |                                     |                   |                                     |                                                  |                                     | 4,5<br>15,3<br>41                    | 3,5<br>8,5<br>34                     | 2,7<br>5,6<br>30        | 2,1<br>3,2<br>24                                  | 1,7<br>2,0<br>19  | 1,4<br>1,2<br>13 |  |
| 1000 | 277,8  | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   |                                                                                                                                          |                        |                        |                                     |                                     |                                     |                                     |                   |                                     |                                                  | 3,9<br>10,5<br>37                   | 3,0<br>6,9<br>33                     | 2,4<br>4,0<br>27                     | 1,9<br>2,5<br>22        | 1,6<br>1,4<br>16                                  |                   |                  |  |
| 1500 | 416,7  | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   |                                                                                                                                          |                        |                        |                                     |                                     |                                     |                                     |                   |                                     |                                                  |                                     | 4,6<br>15,5<br>43                    | 3,6<br>8,9<br>37                     | 2,8<br>5,6<br>32        | 2,4<br>3,2<br>26                                  |                   |                  |  |
| 2000 | 555,6  | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   | NOTA:                                                                                                                                    |                        |                        |                                     |                                     |                                     |                                     |                   |                                     |                                                  |                                     |                                      |                                      | 4,7<br>15,8<br>45       | 3,8<br>10,0<br>40                                 | 3,2<br>5,8<br>34  |                  |  |
| 3000 | 833,3  | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   | - Esta tabla de selección está basada en ensayos reales de laboratorio de acuerdo a las normas ISO 5219 (UNE 100.710) e ISO 5135 y 3741. |                        |                        |                                     |                                     |                                     |                                     |                   |                                     |                                                  |                                     |                                      |                                      |                         |                                                   | 4,7<br>13,0<br>44 |                  |  |
| 4000 | 1111,1 | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   |                                                                                                                                          |                        |                        |                                     |                                     |                                     |                                     |                   |                                     |                                                  |                                     |                                      |                                      |                         |                                                   | 6,3<br>23,0<br>52 |                  |  |
| 5000 | 1388,9 | V <sub>k</sub><br>P <sub>s</sub><br>NR |                   |                                                                                                                                          |                        |                        |                                     |                                     |                                     |                                     |                   |                                     |                                                  |                                     |                                      |                                      |                         |                                                   | 7,9<br>36,0<br>58 |                  |  |

NR < 10

NR 10 - 25

NR > 25

NR &lt; 10

NR 10 - 25

NR &gt; 25

### Simbología:

$V_k$  = Velocidad efectiva en m/s  
 $P_s$  = Presión estática en Pa  
 $A_s$  = Area efectiva en m<sup>2</sup>

### NOTA:

- Esta tabla de selección está basada en ensayos reales de laboratorio de acuerdo a las normas ISO 5219 (UNE 100.710) e ISO 5135 y 3741.

Tipos: 20-45-H, 20-45-H-O, 20-45-V, 20-45-V-O, 20-45-H-FF, 20-45-V-FF, 21-45-H, 21-45-V, 21-45-H-O, 21-45-V-O

# **BIBLIOGRAFÍA**

- "Manual de aire acondicionado". Carrier. Editorial Marcombo.[1]
- "Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios" (RITE).[2]
- "Instrucciones Técnicas Complementarias" (ITE).[3]
- "Documentación: Recopilación de norma UNE / AENOR". AENOR.[4]
- Documento Básico DB-HR "Protección frente al Ruido".[5]
- Documento Básico HE "Ahorro de Energía".[6]
- Normativa UNESA.[7]
- "Guía Técnica: Condiciones Climáticas Exteriores de Proyecto".IDAE.[8]
- "Fundamentos de climatización: para instaladores e ingenieros recién titulados". Editorial ATECYR.
- "Introducción al aire acondicionado". Carlos J. Renedo Estébanez (2002). Universidad de Cantabria
- Documento Básico HS "Salubridad".