



# MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

## CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN ZARAGOZA

Autor: Paula Arilla Gordon

Director: Javier Martin Serrano

Madrid

Agosto de 2019

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

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

El autor D. Paula Arilla Gordon

DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: Climatización de un edificio de oficinas en Zaragoza, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

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

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

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

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

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

### **4º. Derechos del autor.**

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

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

### **5º. Deberes del autor.**

El autor se compromete a:

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

- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

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

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

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

Madrid, a 23 de 08 de 2019

ACEPTA

Fdo. Paula Anilla



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

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título  
Climatización de un edificio de oficinas en Zaragoza  
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el  
curso académico 2018-2019 es de mi autoría, original e inédito y  
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos. El Proyecto no es  
plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada  
de otros documentos está debidamente referenciada.

Fdo.: Paula Arilla Gordon

Fecha: 23.08.2019



Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: JAVIER MARTIN

Fecha: 23.08.19.

# CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN ZARAGONA

**Autor: Arilla Gordon, Paula**

Director: Martín Serrano, Javier

Entidad: ICAI- Universidad Pontificia Comillas

## RESUMEN DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es el estudio y diseño de un sistema de climatización y ventilación en un edificio cuyo uso está destinado a oficinas situado en la comunidad autónoma de Aragón, más concretamente en la ciudad de Zaragoza.

El edificio consta de tres plantas sobre rasante, con una superficie de 1100 m<sup>2</sup> cada una, también tienen dos plantas subterráneas destinadas a aparcamiento que no son objeto de estudio ya que no necesitan climatización. La superficie total para climatizar es de 3.272,07 m<sup>2</sup>.

La planta del edificio es rectangular, con fachadas principales de orientación este y oeste donde el cerramiento exterior está compuesto por cristal en su totalidad.

La planta baja está compuesta por vestíbulos, recepciones y un salón de actos. La primera planta principalmente consta de oficinas y un comedor. Y la segunda planta contiene despachos, oficinas y salas de reuniones.

Se garantizan condiciones de habitabilidad en términos de climatización durante todos los días del año, por lo que se dimensionan los equipos de climatización para el caso más desfavorable. En verano las condiciones del interior del edificio son de 24°C y 50% de humedad relativa y en invierno de 22°C con 45% de humedad relativa.

El primer paso para climatizar el edificio es calcular las cargas térmicas que se dividen en cargas exteriores e interiores. En las cargas exteriores encontramos las cargas por transmisión y por radiación mientras que en las cargas interiores se encuentran las cargas de iluminación, de ocupación y de equipos. En invierno solo se tienen en cuenta las cargas por transmisión, en verano por lo contrario se consideran todas las cargas

térmicas. En ambas estaciones se eliminará la carga por infiltración al crearse una sobrepresión en el edificio.

Una vez calculadas las cargas térmicas se escoge los equipos correspondientes de climatización y ventilación. En todos los módulos se instarán un número determinado de fan-coils dependiendo de la carga térmica de dicho módulo. Los locales con elevada carga térmica también necesitarán la instalación de un climatizador. Debido a que los climatizadores se localizan en la cubierta y la distribución del edificio es igual para todas las plantas, solo serán necesarios tres climatizadores. Cada uno de ellos se usará para los locales ubicados en la misma vertical. En total se dispone de 132 fan-coils de tipo cassette y tres climatizadores.

El agua caliente se produce mediante una caldera de la marca Ygnis modelo Varblock Eco de dos módulos de 280 KW, mientras que el agua fría se produce en un grupo frigorífico de la marca Carrier modelo 30xAS 342 de 334KW. Dichos equipos se encuentran situados en la cubierta del edificio.

Para que el agua llegue de la caldera y del equipo frigorífico a los diferentes módulos operados por fan-coils y climatizadores se ha diseñado una red de tuberías de acero y sección circular. Las tuberías tienen que cumplir que la máxima pérdida de carga sea inferior a 20 mm.c.a y que la velocidad del agua en su interior sea inferior a 2m/s.

El agua es movida por las tuberías mediante bombas. Se disponen de dos circuitos primarios, uno de frío y otro de calor, y seis circuitos secundarios, tres de frío y tres de calor. En cada circuito se instalan dos bombas simples de rotor húmedo autorregulables en paralelo para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación en caso de avería. En total 16 bombas de la marca Ebara dimensionadas para el caso más desfavorable de cada circuito, que suele coincidir con el tramo más alejado de la bomba.

También se diseña una red de conductos de aire para que el aire primario llegue de los climatizadores a los fan-coils. Los conductos son de sección rectangular, de acero galvanizado y se colocan en el falso techo de cada planta.

En los módulos que se climatizan mediante fan-coils los conductos transportan el aire exterior tratados por ellos mismos. Dicho aire se mezcla con el caudal de retorno que es introducido al fan-coil mediante una rejilla. La suma de los dos caudal se conoce como el caudal de impulsión, que después de intercambiar calor con la tubería de agua será expulsado a la habitación.

Los módulos climatizados mediante climatizadores funcionan diferentemente. El aire se envía por los conductos de impulsión y se distribuye por la habitación mediante difusores. Para la extracción y retorno se usa el mismo circuito, entrando el aire a los conductos mediante las rejillas.

Los conductos se han dimensionado teniendo en cuenta que la velocidad del aire tiene que ser menor que 10m/s en el interior del conductos y la pérdida de carga inferior a 0,1 mm.c.a/ml.

Para impulsar el aire por la red de conductos se instalan ventiladores en el interior de los climatizadores. Cada climatizador consta de dos ventiladores que se dimensionan según el caudal máximo tanto de impulsión como de retorno y la máxima pérdida de carga.

Los difusores se encargan de la distribución del aire por los módulos que se acondicionan mediante climatizadores. Los fan-coils ya tienen incorporados un sistema de difusión por lo que no es necesario seleccionar difusores para estos módulos. Hay que instalar 3 difusores por cada módulo donde se utilicen climatizadores, un total de 372 difusores de tipo lineal de la marca Trox Technik.

Por último se seleccionan las rejillas que se encargan de extraer el aire retorno del local. Se necesita una rejilla por cada fan-coil instalado. Un total de 128 rejillas de la marca Trox Technik.

Este proyecto incluye todas las hojas de cálculo utilizadas y los catálogos de los equipos seleccionados. También se encuentran los planos de la red de tuberías y de los conductos de aire.

El importe total de llevar a cabo la climatización del edificio de oficinas objeto de este proyecto asciende a 841.675,041€ (ochocientos cuarenta y un mil seiscientos setenta y cinco con cuatro euros).

Madrid, 22 de agosto de 2019

# CLIMATE CONTROL OF AN OFFICE BUILDING IN ZARAGOZA

**Autor:** Arilla Gordon, Paula

**Director:** Martín Serrano, Javier

**Entity:** ICAI- University Pontifical Comillas

## PROJECT SUMMARY

The objective of this report is study and design of an air conditioning and ventilation system of an office building located in the autonomous community of Aragón, more specifically in the city of Zaragoza.

The building consists of three floors above ground level, with a surface of 1.100 m<sup>2</sup> each, also it has two underground parking floors, but there are not subject of this project. The total surface is up to 3.270,07 m<sup>2</sup>.

The floor of the building is rectangular, with east and west main facades where the outer enclosure is composed fully of glass.

The ground floor is composed of hallways, receptions and an auditorium. The first floor mainly consists of office a dining room and the second floor of office and meeting rooms.

All the equipment have been sized considering the most unfavorable case. The conditions inside the building for summer are 24°C and 50% of relative humidity and for winter 22°C and 45%.

The first step is to calculate the thermal loads that are divided into exterior and interior loads. In the externals loads we find the load by transmission and by radiation while in the internals we find the lighting, the occupation level and heat-generating devices loads. In winter, only the loads by transmission are taken into account, however, in summer all the thermal loads are considered. In both station the infiltration load will be avoided as an overpressure in the building is created.



Once the thermal loads have been calculated, the corresponding air conditioning and ventilation equipment are chosen. The modules with high thermal load will need the installation of an air conditioner while others may only need fan-coils. Three air conditioners will be located in the rooftop of the building, each of them will be used for the modules located in the same vertical. A total of 132 fan-coils will be needed.

The hot water is produced by an Ygnis boiler Varblock Eco two modules model of 280 KW, while the cold water is produced by a Carrier refrigerating group 30xAS 342 model of 334 KW. These equipment are located in the rooftop of the building.

A network of steel pipes and circular section is installed in order to transport the water from the boiler and the refrigeration group to the air conditioners and fan-coils. The pipes must comply with the fact that the maximum load loss is less than 20 mm.c.a and the speed of the water inside is less than 2 m/s.

The water is moved through the pipes by pumps. There are two primary circuits, one for cold and another for heat, and six secondary circuits, three for cold and another three for heat. Each circuit has two simple self-regulating wet rotor pumps that are installed in parallel to ensure the correct operation of the installation in case of failure. In total there are 16 pumps of Ebara brand sized for the most unfavorable case of each circuit, which usually is the farthest section from the pumps.

A network of air ducts is also designed so the primary air goes from the air conditions to the fan-coils. The ducts have a rectangular section, made of galvanized steel and placed on the false ceiling of each floor.

The modules heated by fan-coils the ducts transport the outside air treated by themselves. This air is mixed with the return flow that is introduced to the fan-coils by a grid. The sum of these two flows is known as the discharge flow, that after exchanging heat with the water pipe will be expelled into the room.

The modules heated by air conditioners work differently. The air is sent through the discharge ducts and distributed throughout the room by diffusers. For the extraction and return the same circuit is used, entering the air to the ducts by the grilles.

The ducts have been sized taking into account that the air velocity has to be less than 10 m/s inside the ducts and the load loss has to be less than 0,1 mm.c.a/ml.

To drive the air through the network of ducts, fans are installed inside the air conditioners. Each air conditions have two fans that are sized according to the maximum flow and the maximum head loss.

The diffusers are in charge of the distribution of the air in the modules that are conditioned by air conditioners. Fan-coils already have a diffusion system incorporated, so it is not necessary to select diffusers for these modules. Three diffusers must be installed for each module where air conditioners are used. In total 372 linear diffusers of Trox Technik will be needed.

Finally, the grids that are responsible for extracting the return air from the modules are selected. One grid is required for each fan-coil installed. A total of 128 grids of Trox Technik are required.

This project includes all the calculation sheets used and the catalogs of the selected equipment. There are also the drawings of the pipe and duct network.

The total amount of money required for the installation explained in this report goes up to 841.675,041€ (eight hundred and forty-one thousand six hundred and seventy-five with four euros).

Madrid, 22th August 2019

# **Documento 1:**

# **Memoria**

## Índice Memoria

|                           |    |
|---------------------------|----|
| MEMORIA DESCRIPTIVA ..... | 3  |
| CÁLCULOS .....            | 18 |
| ANEXOS.....               | 76 |

# MEMORIA DESCRIPTIVA

# 1. Introducción

## 1.1. Objeto del proyecto

El objeto de este proyecto es el cálculo y diseño de un sistema de climatización y ventilación en un edificio cuyo uso está destinado a oficinas situado en la comunidad autónoma de Aragón, más concretamente en la ciudad de Zaragoza. Se garantizan condiciones de habitabilidad en términos de climatización, ajustándose a las condiciones técnicas y legales.

Tanto la climatización como la ventilación del edificio debe de garantizar unas necesidades de confort en verano (refrigeración) y en invierno (calefacción). Se dimensionará bajo las condiciones más desfavorables. Para poder aclimatar el edificio correctamente se usará un sistema de: enfriadoras, calderas, climatizadores, fan-coils, tuberías, conductos, difusores y rejillas.

## 1.2. Metodología de trabajo

Una vez conocido y descrito el edificio en cuestión se realizará un estudio de cargas térmicas (sensibles y latentes) por módulo.

Una vez sabidas las cargas y la ocupación se definirá el aire de ventilación exterior y el necesario para aclimatar cada módulo del edificio.

Tras conocer las cargas y los caudales de aire se seleccionarán los equipos necesarios para una buena distribución y eficiencia energética, respetando los niveles sonoras para oficinas establecidos por R.I.T.E.

Posteriormente, se diseñará el sistema de tuberías para poder transportar el fluido desde la central de generación de agua caliente o fría a los diferentes climatizadores y fan-coils colocados en cada módulo.

Por último se realizará un presupuesto económico de la ejecución del proyecto. En dicho presupuesto se enumerarán de forma parcial y total todos los elementos que intervengan en este proyecto.

## 1.3. Recursos utilizados

Durante la realización de este proyecto se utilizar algunos de los siguientes recursos informáticos para facilitar cálculos o para su posterior presentación.

- Redacción de los textos con Microsoft Word.
- Realización de cálculos con Microsoft Excel.
- Presentación con Microsoft PowerPoint.
- Los planos se realizarán con AutoCAD.

## 2. Descripción del edificio

El edificio de oficina objeto de estudio de este proyecto está situado en la Zaragoza. Consta de tres plantas sobre rasante y dos plantas subterráneas de aparcamiento, sin embargo solo son objeto de estudio la planta baja, la primera planta y la segunda planta, ya que los aparcamiento no necesitan climatización. La planta baja y la primera planta están divididas en seis módulos bien diferenciados y la segunda planta en ocho módulos.

La planta del edificio es rectangular, con fachadas principales de orientación este y oeste donde el cerramiento exterior está compuesto por cristal en su totalidad.

La planta baja está compuesta por vestíbulos, recepciones y un salón de actos. La primera planta principalmente consta de oficinas y un comedor. Y la segunda planta contiene despachos, oficinas y salas de reuniones.

Los equipos de climatización se colocarán en la cubierta localizada sobre la segunda planta.

La superficie a climatizar del edificio es la siguiente:

|                | m <sup>2</sup> |
|----------------|----------------|
| Planta baja    | 974,77         |
| Planta primera | 1148,64        |
| Planta segunda | 1148,64        |

*Tabla 1: Superficie a climatizar*

Obteniendo un total de 3272,07 m<sup>2</sup>.

### 3. Datos de partida

#### 3.1. Condiciones climáticas

En este apartado se determinarán las condiciones climáticas en verano e invierno tanto internas como externas.

Las condiciones externas del edificio se obtienen de las tablas 1 y 4 del manual Carrier. Las condiciones climáticas internas se establecen de acuerdo con el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (R.I.T.E.).

#### **Verano**

La carga máxima se calculará para la hora y el mes más desfavorable (3 p.m. en Julio).

Condiciones externas del edificio:

- Temperatura seca: 34°C
- Humedad relativa: 57%
- Variación diurna: 14°C

Condiciones internas de confort:

- Temperatura seca: 24°C
- Humedad relativa: 50%

#### **Invierno**

La carga máxima se calculará a las 8 a.m. en Enero.

Condiciones externas del edificio:

- Temperatura seca: -3°C

Condiciones internas de confort:

- Temperatura seca: 22°C
- Humedad relativa: 45%



## 3.2. Condiciones de uso

### 3.2.1. Ocupación

El cuerpo humano genera calor al cederlo al ambiente, por eso la ocupación humana supone un aporte calorífico. Este calor se divide en calor sensible y calor latente.

El calor sensible es el incremento de temperatura ambiente, a humedad específica constante, debido al gradiente de temperatura entre el cuerpo y el entorno.

El calor latente es el incremento de la humedad absoluto del ambiente, a temperatura constante, debido al vapor desprendido por el cuerpo humano.

En este proyecto al tratarse de un edificio de oficinas y teniendo una temperatura seca en el interior de 24°C se consideran los siguientes valores:

- Calor sensible por persona: 61 kcal/h
- Calor latente por persona: 52 kcal/h

En la siguiente tabla se muestran los diferentes niveles de ocupación:

| Ocupación (m <sup>2</sup> /p) |    |
|-------------------------------|----|
| Vestíbulo                     | 10 |
| mesa empleados                | 5  |
| despachos                     | 10 |
| reuniones                     | 7  |
| recepción, pasillo espera     | 10 |

*Tabla 2: Nivel de ocupación*

### 3.2.2. Iluminación

La energía eléctrica se convierte en luz y calor, por eso la iluminación también supone un aporte de calor sensible a tener en cuenta.

Se estimarán los siguientes valores:

- Oficinas: 20 W/m<sup>2</sup>
- Salas de reuniones: 20 W/m<sup>2</sup>
- Pasillos y aseos: 15 W/m<sup>2</sup>
- Salón de actos: 25 W/m<sup>2</sup>

### 3.2.3. Equipos

Los equipos eléctricos generan calor sensible al ambiente. Dicho aporte calorífico aportado por los equipos, mayoritariamente ordenadores e impresoras se considera de 16,1 W/m<sup>2</sup>.

### 3.3. Coeficiente de transmisión térmica

Dependiendo del tipo de material se han escogido los siguientes coeficientes de transmisión térmica (K) utilizados para el cálculo de las cargas térmicas según R.I.T.E. En la siguiente tabla se recogen los diferentes coeficientes:

| Coeficiente transmisión térmica (kcal/h*m2*C) |       |
|-----------------------------------------------|-------|
| Ventanas                                      | 2.15  |
| Muros                                         | 0.516 |
| Techos                                        | 0.344 |
| Cubiertas                                     | 0.344 |
| Tabiques                                      | 1.032 |
| Suelos                                        | 0.395 |

Tabla 3: Coeficiente de transmisión térmica

### 3.4. Factor de ganancia solar

El calor aportado por los rayos de sol a través del vidrio de las ventanas viene condicionado por el factor de ganancia solar. Dicho factor está comprendido entre 0 y 1, donde 0 corresponde a una superficie completamente opaca. En este proyecto se ha elegido un valor de 0.39, asumiendo que todas las ventanas son de cristal pintado de color medio, según en manual Carrier.

### 3.5. Coeficiente de viento y de régimen

El factor de viento y el coeficiente de régimen varían dependiendo del material del cerramiento y de su orientación. Dichos datos se resumen en la siguiente tabla donde  $f_v$  es el factor de viento y  $C_p$  el coeficiente de régimen:

| Material | Orientación | $f_v$ | $C_p$ |
|----------|-------------|-------|-------|
| Cristal  | Norte       | 1.35  | 1.15  |
| Cristal  | Oeste       | 1.2   | 1.15  |
| Cristal  | Este        | 1.25  | 1.1   |
| Cristal  | Sur         | 1     | 1.1   |
| Pared    | Norte       | 1.2   | 1.15  |
| Pared    | Oeste       | 1.1   | 1.15  |
| Pared    | Este        | 1.25  | 1.1   |
| Pared    | Sur         | 1     | 1.1   |
| Cubierta | -           | 1     | 1.15  |
| Techo    | -           | 1     | 1     |
| Suelo    | -           | 1     | 1     |

Tabla 4: Coeficiente de viento y de régimen

### 3.6. Factor de by-pass

En una batería de enfriamiento, una parte del caudal de aire pasa a través de ella sin sufrir ningún cambio. Dicho porcentaje de caudal sobre el que la batería no tiene influencia se denomina factor de by-pass (FB). En este proyecto se considera un factor del 15%. La parte del caudal del aire que se enfría efectivamente por la batería y sale saturada a la temperatura de rocío tendrá, por tanto, un factor de  $1-FB$ .

El factor de by-pass se considera para todas las baterías tanto fan-coils como climatizadores.

## 4. Caudal de ventilación

El edificio objeto de este proyecto consta con un caudal de ventilación para evitar malos olores y una correcta calidad del aire en el interior.

La calidad del aire depende del uso del local y según la normativa vigente R.I.T.E. para un edificio de oficinas dicha calidad esta categorizada como IDA 2 (aire de buena calidad).

Los caudales de aire exterior aportados por la categoría IDA 2 son de 45 m<sup>3</sup>/h por persona.

## 5. Cargas térmicas

### **Cargas externas**

Las cargas externas tenidas en cuenta para este proyecto son provenientes de la transmisión y radiación. En invierno solo se considera la carga de trasmisión.

La carga térmica de transmisión es debida a una diferencia de temperatura a los lados de un cerramiento. El calor es transferido desde el lado de mayor temperatura hasta alcanzar el lado de menor temperatura. En verano el calor se transmite desde el exterior al interior del edificio, sin embargo, en invierno sucede lo contrario.

La carga térmica de radiación es debida a la incidencia de los rayos solares sobre las superficies acristaladas del edificio ya que provoca una aumento de temperatura. La aportación solar varía según la latitud donde se encuentre situado el edificio, la orientación de los cerramientos y de la hora y el mes, ya que el ángulo de incidencia de los rayos del sol varía.

En ambas estaciones se eliminará la carga por infiltración al crearse una sobrepresión en el edificio.

### **Cargas internas**

Las cargas internas solo son consideradas en verano. Son debido al aumento de temperatura en el interior del edificio.

Dichas cargas son de ocupación, iluminación y de equipos descritas anteriormente.

## 6. Instalación

Se ha elegido un sistema centralizado que produce calor en invierno gracias a una caldera y frío en verano mediante un grupo frigorífico.

Las centrales de producción de frío y calor se encuentran en la cubierta del edificio. Mediante unas bombas el agua llegará a las distintas localizaciones de climatizadores y fan-coils.

A continuación se explica la elección de los diferentes equipos necesarios para la climatización del edificio.

### 6.1. Generación y distribución del agua

Las tuberías utilizadas son de sección circular y de acero. Su función es transportar el agua fría y caliente entre la caldera, el equipo frigorífico, los climatizadores y los fan-coils.

#### 6.1.1. Agua caliente

La red de tubería de agua caliente se encarga de transportar el agua desde la caldera a los climatizadores y fan-coils.

El circuito primario se encarga de transportar el caudal desde la caldera hasta los tres climatizadores colocados en la cubierta del edificio.

La generación de agua caliente se produce en una caldera de la marca Ygnis, modelo Varblok Eco de dos módulos, con potencia nominal 250-500 KW. Y gracias a dos bombas en paralelo de la marca EBARA, modelo Etherma Flex A (/D) 65-120, impulsan hasta un caudal de 8931,04 l/h.

Después, cada climatizador tiene un circuito secundario con dos bombas, una de reserva en caso de que la principal falle, que lleva el caudal de agua caliente hacia los diferentes fan-coils que se encuentran en la vertical del climatizador. Se tiene en cuenta el salto térmico de 10°C entre impulsión y retorno.

#### 6.1.2. Agua fría

La red de tubería de agua fría se encarga de transportar el agua desde el grupo frigorífico a los climatizadores y fan-coils.

La generación de agua fría se realiza en un grupo frigorífico de la marca Carrier, modelo 30xAS 342, de potencia nominal 334 KW. Y con dos bombas en paralelo de la marca EBARA, modelo Etherma Flex A (/D) 80-120, transporta hasta 17862,08 l/h con el fin de llegar a los diferentes climatizadores colocados en la cubierta del edificio.

Igual que ocurre en la red de tuberías de agua caliente, la red de tuberías de agua fría después tiene un circuito secundario por climatizador con dos bombas en paralelo que llevan el agua fría hacia los diferentes fan-coils que se encuentran en la vertical del climatizador. Tiene en cuenta un salto térmico de 5°C entre la impulsión y el retorno.

## 6.2. Climatizadores

Los climatizadores son equipos que se instalarán para los módulos que tienen más carga térmica que vencer. También se encargan del acondicionamiento del aire exterior utilizado en los locales donde haya fan-coils.

Debido a que los climatizadores se localizan en la cubierta y la distribución del edificio es igual para todas las plantas, solo serán necesarios tres climatizadores. Cada uno de ellos se usará para los locales ubicados en la misma vertical.

- Climatizador 1: Recepción, mesas de empleados 1 y despachos directores.
- Climatizador 2: Vestíbulo 1, mesas de empleados 2 y mesas de empleados 3.
- Climatizador 3: Salón de actos, comedor y sala de reuniones 2.

Estos equipos cogen una cantidad de aire exterior igual al caudal de ventilación que requiere el local destinado para el climatizador en cuestión. Este aire exterior se mezcla con el aire de retorno extraído a través de las rejillas y la mezcla por medio de los difusores es llevado al local a climatizar.

La elección de los climatizadores se expone con más detalle en el apartado 3.3 de los cálculos.

## 6.3. Fan-coils

Los fan-coils son equipos que se instalarán en los módulos de menor carga térmica para poder contrarrestarla.

Estos equipos se pueden regular automáticamente, de esta forma se consigue un control independiente de cada módulo, ya que si una sala está desocupada dicho fan-coil se mantendrá apagado mientras los demás se encuentran en funcionamiento. En consecuencia se consigue un ahorro energético.

Los fan-coils utilizados en la climatización de este edificio son de dos tubos tipo cassette de la marca Termoven, concretamente el modelo FCS-20/30/40/50. Estos equipos facilitan el montaje y diseño de los sistemas de difusión y retorno de aire.

El edificio tiene un total de 132 fan-coils colocados en el falso techo de cada piso con un rendimiento del 80,55%.

El número de equipos seleccionados para cada módulo tiene en cuenta la superficie y la geometría del local.

En el apartado 3.2 de los cálculos se explica más en detalle la selección para que ningún módulo supera las limitaciones de potencia del equipo, sensible o latente.

#### 6.4. Sistema de tuberías

Las tuberías utilizadas son de sección circular y de acero. Su función es transportar el agua fría y caliente entre la caldera, el equipo frigorífico, los climatizadores y los fan-coils.

Existen 12 circuitos:

- Circuito C.C.1: circuito refrigeración/calefacción en cubierta desde el grupo frigorífico al climatizador 1.
- Circuito C.C.2: circuito refrigeración/calefacción en cubierta desde el grupo frigorífico al climatizador 2.
- Circuito C.C.3: circuito refrigeración/calefacción en cubierta desde el grupo frigorífico al climatizador 3.
- Circuito C.2.1: circuito refrigeración/calefacción en la segunda planta proporcionado por el climatizador 1 hasta los fan-coils.
- Circuito C.2.2: circuito refrigeración/calefacción en la segunda planta proporcionado por el climatizador 2 hasta los fan-coils.
- Circuito C.2.3: circuito refrigeración/calefacción en la segunda planta proporcionado por el climatizador 3 hasta los fan-coils.
- Circuito C.1.1: circuito refrigeración/calefacción en la primera planta proporcionado por el climatizador 1 hasta los fan-coils.
- Circuito C.1.2: circuito refrigeración/calefacción en la primera planta proporcionado por el climatizador 2 hasta los fan-coils.
- Circuito C.1.3: circuito refrigeración/calefacción en la primera planta proporcionado por el climatizador 3 hasta los fan-coils.
- Circuito C.B.1: circuito refrigeración/calefacción en la planta baja proporcionado por el climatizador 1 hasta los fan-coils.
- Circuito C.B.2: circuito refrigeración/calefacción en la planta baja proporcionado por el climatizador 2 hasta los fan-coils.
- Circuito C.B.3: circuito refrigeración/calefacción en la planta baja proporcionado por el climatizador 3 hasta los fan-coils.

Las pérdidas de carga de cada circuito se han dimensionado en el caso más desfavorable. También se ha tenido en cuenta que la velocidad máxima del agua es de 2m/s y la pérdida de carga debe ser inferior a 20 mm.c.a/ml. Estos cálculos se realizarán con el diagrama de Moody.

#### 6.5. Bombas

Las bombas tienen como función impulsar y retornar el agua que se encuentra en las tuberías. En cada circuito se instalarán dos bombas simples de rotor húmedo

autorregulables en paralelo para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación en caso de avería.

Existen dos circuitos primarios, uno de frío y otro de calor que conectan el grupo frigorífico y la caldera con las bombas de frío y calor respectivamente. Luego hay seis circuitos secundarios, tres de frío y tres de calor, que unen las bombas de frío y calor con los tres climatizadores.

Para poder elegir las bombas se tiene en cuenta el máximo caudal del circuito y la pérdida de carga más desfavorable. Los cálculos de las pérdidas de carga se encuentran en el Anexo 1.4.

Tras haber obtenido las pérdidas de carga de los diferentes circuitos se escogerán las bombas de 1450 rpm de la marca EBARA. En el apartado 5 de los cálculos se explica más en detalle el dimensionamiento de las bombas.

En total se instalan 16 bombas en la cubierta del edificio.

## 6.6. Conductos de aire

Los conductos transportan el aire desde el climatizador hasta los diferentes módulos del edificio. En el caso de los módulos que se aclimaten mediante climatizadores también habrá una red de conductos de aire de retorno. Donde no se encuentre un climatizador el propio fan-coil se encarga de realizar el retorno.

Los conductos son de sección rectangular, de acero galvanizado y se colocan en el falso techo de cada planta.

En los módulos que se usan fan-coils los conductos transportan el aire exterior tratados por ellos mismos. Dicho aire se mezcla con el caudal de retorno que es introducido al fan-coil mediante una rejilla. La suma de los dos caudales se conoce como el caudal de impulsión, que después de intercambiar calor con la tubería de agua será expulsado a la habitación.

Los módulos que usan climatizadores funcionan diferentemente. El aire se envía por los conductos de impulsión y se distribuye por la habitación mediante difusores. Para la extracción y retorno se usa el mismo circuito, entrando el aire a los conductos mediante las rejillas.

Para realizar el dimensionamiento de los conductos de aire primero se calculará el caudal por tramos. Teniendo en cuenta restricciones como la máxima pérdida de carga y la velocidad máxima del aire se obtiene el diámetro y posteriormente se transformará dicho diámetro en una sección rectangular.

En el apartado 6 de los cálculos se detalla más claramente este proceso.



### 6.7. Ventiladores

Los ventiladores son los equipos encargados de impulsar el aire por los conductos tanto de impulsión como de retorno.

Los tres climatizadores contienen ventiladores de impulsión y de retorno, lo que conlleva un total de 6 ventiladores.

Dichos ventiladores se dimensionan con el cálculo de la pérdida de carga de los conductos en el tramo más desfavorable de los circuitos. En el apartado 7 de los cálculos dicho dimensionamiento se explica con más detalle.

### 6.8. Difusores

Los difusores se encargan de la distribución del aire por los módulos que se acondicionan mediante climatizadores.

La distribución del aire mediante los difusores se realiza de la forma más simétrica posible así se asegura que la superficie de acción de estos elementos abarque el área total de cada módulo a climatizar. Para ello son necesarios 372 difusores lineales de la marca Trox Technik.

Se ha tenido en cuenta que la velocidad máxima del aire es de 7 m/s y el nivel máximo de ruido de 35 dB.

En el apartado 8 de los cálculos se puede observar con más detalle su dimensionamiento.

### 6.9. Rejillas

Las rejillas se encargan de extraer el aire retorno del local. Se necesita una rejilla por cada fan-coil instalado, que da un total de 132 rejillas de la marca Trox Technik.

En el apartado 9 de los cálculos se expone con más detalle el dimensionamiento de dichas rejillas.

### 6.10. Elementos auxiliares

Los elementos auxiliares referidos en este apartados son dispositivos para medir el caudal en el circuito hidráulico y los necesarios para medir presión y temperatura en las unidades terminales.

Dichos dispositivos son:

- **Válvulas de control:** válvulas que pueden regular el caudal que llega a cada local dependiendo de cual sea el caudal demandado.
- **Válvulas de seguridad:** válvulas necesarias en las calderas y el refrigerador. Cuando la presión del fluido es superior a un valor previamente establecido la válvula descargará a la atmósfera aire hasta que vuelva a alcanzar los niveles normales.

- **Válvulas de equilibrado:** válvulas que regularán el caudal de agua proporcionado a los fan-coils y climatizadores. Así solo recibirán el necesario para combatir las cargas presentes en el local.
- **Filtros:** se colocarán en la entrada de las bombas de impulsión para poder garantizar que partículas inmersas en los fluidos entren en los equipos de climatización.
- **Manguito anti-vibratorio:** uniones flexibles entre tuberías para poder absorber vibraciones y ruidos.
- **Equipos de medida:** son termómetros y manómetros diferenciales para poder conocer en todo momento la presión y temperatura del agua en todos los equipos.
- **Válvulas de corte:** válvulas que permiten detener la actividad en los equipos, debido a mantenimiento, sin tener pérdidas de agua. Se colocarán en las calderas, el refrigerador, fan-coils y climatizadores.
- **Vasos de expansión:** encargados de solucionar la sobrepresión del agua por motivos de cambios en sus condiciones físicas.

## 7. Normativas de aplicación

Este proyecto contempla la normativa vigente para la aplicación de esta instalación, en concreto:

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de Julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Real Decreto 486/1997, de 14 de Abril, donde se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1942/1993, de 5 de Noviembre, donde se aprueba el reglamento de Instalaciones de Protección contra incendios.
- Real Decreto 1909/81, de 24 de Julio, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-81 sobre Condiciones Acústicas en los edificios.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, donde se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 138/2011, de 4 de Febrero, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas.
- Real Decreto 2060/2008, de 12 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Equipos a Presión y sus Instrucciones Técnicas complementarias.
- Ley 34/2007 de 15.11.2007, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.
- Normas Tecnológicas de Edificación del Ministerio de Obras públicas y Urbanismo NTE.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Normas DIN para tuberías y accesorios.
- Pliego de condiciones (documento 4).

# CÁLCULOS

## Índice Cálculos

|        |                                      |    |
|--------|--------------------------------------|----|
| 1.     | Cargas térmicas .....                | 21 |
| 1.1.   | Invierno .....                       | 22 |
| 1.1.1. | Resumen cargas invierno.....         | 23 |
| 1.2.   | Verano.....                          | 25 |
| 1.2.1. | Insolación a través del vidrio ..... | 25 |
| 1.2.2. | Transmisión .....                    | 26 |
| 1.2.3. | Iluminación .....                    | 27 |
| 1.2.4. | Equipos .....                        | 27 |
| 1.2.5. | Ocupación.....                       | 27 |
| 1.2.6. | Resumen cargas verano.....           | 28 |
| 2.     | Caudal de ventilación .....          | 30 |
| 3.     | Diseño de la instalación.....        | 30 |
| 3.1.   | Localización climatizadores .....    | 30 |
| 3.2.   | Fan-coils .....                      | 30 |
| 3.3.   | Climatizadores .....                 | 35 |
| 3.3.1. | Verano .....                         | 35 |
| 3.3.2. | Invierno.....                        | 38 |
| 4.     | Tuberías de agua.....                | 41 |
| 4.1.   | Tuberías de agua fría .....          | 41 |
| 4.2.   | Tuberías de agua caliente .....      | 46 |
| 5.     | Bombas .....                         | 52 |
| 6.     | Conductos de aire.....               | 55 |
| 6.1.   | Cálculo de caudales.....             | 55 |
| 6.2.   | Conductos .....                      | 58 |
| 7.     | Ventiladores.....                    | 67 |
| 8.     | Difusores.....                       | 68 |
| 9.     | Rejillas.....                        | 69 |
| 10.    | Equipo frigorífico .....             | 72 |
| 11.    | Caldera.....                         | 74 |
| 1.     | Cálculos.....                        | 78 |
| 1.1.   | Cargas térmicas en invierno.....     | 78 |
| 1.2.   | Cargas térmicas verano.....          | 79 |

|       |                                                            |     |
|-------|------------------------------------------------------------|-----|
| 1.3.  | Cálculo climatizadores .....                               | 85  |
| 1.4.  | Cálculo pérdidas de carga en tuberías de agua .....        | 87  |
| 1.4.1 | Verano .....                                               | 87  |
| 1.4.2 | Invierno.....                                              | 89  |
| 1.5.  | Cálculo pérdidas de carga en conductos de aire .....       | 91  |
| 2.    | Diagramas .....                                            | 95  |
| 2.1.  | Diagrama psicométrico .....                                | 95  |
| 2.2.  | Diagramas de Moody .....                                   | 96  |
| 2.3.  | Pérdida de carga en conductos circulares .....             | 98  |
| 2.4.  | Transformación conductos circulares en rectangulares ..... | 99  |
| 3.    | Catálogos .....                                            | 100 |
| 3.1.  | Fan-coils.....                                             | 100 |
| 3.2.  | Bombas.....                                                | 103 |
| 3.3.  | Difusores.....                                             | 105 |
| 3.4.  | Rejillas .....                                             | 107 |
| 3.5.  | Grupo frigorífico .....                                    | 110 |
| 3.6.  | Caldera .....                                              | 113 |

## 1. Cargas térmicas

Se diseñará el edificio para las condiciones más desfavorables, en invierno a las 8 de la mañana en el mes de enero y en verano a las 3 de la tarde en el mes de Julio.

Las cargas térmicas se dividen en cargas exteriores e interiores. En las cargas exteriores encontramos las cargas por transmisión y por radiación mientras que en las cargas térmicas interiores se encuentran las cargas de iluminación, de ocupación y de equipos. En invierno solo se tienen en cuenta las cargas por transmisión, en verano por lo contrario se consideran todas las cargas térmicas. En ambas estaciones se eliminará la carga por infiltración al crearse una sobrepresión en el edificio.

Para poder proceder con el cálculo de dichas cargas el edificio se ha dividido en módulos, sin tener en cuenta las zonas que no se van a climatizar como pueden ser aseos, escaleras o algunos pasillos. Se asume los muros con orientación Este y Oeste son están compuestos por su totalidad por cristal.

De los diferentes módulos hay que conocer numerosos datos como, por ejemplo, su superficie total, superficie acristalada, superficie de muro, superficie de suelo si se trata de la planta baja o superficie de techo si se trata de la segunda planta, superficie de contacto con lugares no climatizados y datos sobre las cargas de ocupación, de iluminación o de equipos.

|                | Módulo                  | Área (m2) | Ocupación |
|----------------|-------------------------|-----------|-----------|
| Planta Baja    | Oficina                 | 58,38     | 9         |
|                | Recepción               | 291,9     | 35        |
|                | Pasillo                 | 44,55     | 13        |
|                | Vestíbulo 1             | 195,7     | 22        |
|                | Vestíbulo 2             | 116,16    | 15        |
|                | Salón de actos          | 268,18    | 130       |
| Primera planta | Sala de reuniones 1     | 151,5     | 22        |
|                | Mesas empleados 1       | 291,9     | 59        |
|                | Sala de descanso        | 44,55     | 13        |
|                | Mesas empleados 2       | 276,35    | 55        |
|                | Sala control            | 116,16    | 15        |
|                | Comedor                 | 268,18    | 80        |
| Segunda planta | Despacho presidente     | 63,11     | 9         |
|                | Despacho vicepresidente | 57        | 8         |
|                | Pasillo                 | 31,4      | 6         |
|                | Despachos directores    | 291,9     | 30        |
|                | Sala de espera          | 44,55     | 13        |
|                | Mesas empleados 3       | 276,35    | 55        |
|                | Secretaría              | 116,16    | 40        |
|                | Sala reuniones 2        | 268,18    | 40        |

Tabla 5: Distribución módulos

Hay que añadir que los módulos denominados mesas de empleados y despachos de directores a su vez están divididos en 14 cubículos, la mayoría de ellos de 16.2 m<sup>2</sup> y un pasillo de 37 m<sup>2</sup> que divide el módulo en dos teniendo a cada lado 7 cubículos.

También el comedor y la sala de reuniones 2 está subdivida, conteniendo dos salas de 93,28 m<sup>2</sup> y 119 m<sup>2</sup> y un pasillo de 22 m<sup>2</sup>.

### 1.1. Invierno

Como se ha mencionado anteriormente, en la estación de invierno solo se tiene en cuenta las cargas térmicas debido a transmisión (flujo de calor hacia el exterior).

Se calculará la carga máxima en el momento más desfavorable, es decir, a las 8 de la mañana del mes de enero, sin sol, con el edificio vacío y con los equipos electrónicos y de iluminación apagados.

Las siguientes condiciones del edificio se han obtenido de la tabla 1 y 4 del manual Carrier.

- Condiciones externas del edificio en invierno:  
Temperatura seca: -3°C
- Condiciones de confort en el interior de un edificio de oficinas:  
Temperatura interior: 22°C  
Humedad relativa: 45%

Las cargas térmicas de transmisión se dividirán entre las cargas obtenidas entre el interior del edificio y el exterior y entre locales a climatizar y locales no climatizados (LNC).

Se utilizará la siguiente fórmula para obtener las cargas entre el interior y el exterior del edificio:

$$Q_{transmisión} = K * S * \Delta T * f_v * C_p$$

- $Q_{transmisión}$  : Potencia térmica transmitida (kcal/h)

-K: coeficiente de transmisión (kcal/hm<sup>2</sup>C)

-S: Superficie de intercambio de calor (m<sup>2</sup>)

- $\Delta T$ : Diferencia de temperatura entre ambos lados del cerramiento (°C)

- $f_v$ : factor del viento

- $C_p$ : Coeficiente de régimen



Cuando se calculen las cargas de transmisión en locales no climatizados se utilizará la siguiente ecuación ya que se considera la mitad del salto térmico con el exterior.

$$Q_{t,nlc} = K * S * f_v * C_p * \Delta T / 2$$

El factor de viento y el coeficiente de régimen varían dependiendo del material del cerramiento y de su orientación. Dichos datos se resumen en la siguiente tabla:

| Material | Orientación | $f_v$ | $C_p$ |
|----------|-------------|-------|-------|
| Cristal  | Norte       | 1.35  | 1.15  |
| Cristal  | Oeste       | 1.2   | 1.15  |
| Cristal  | Este        | 1.25  | 1.1   |
| Cristal  | Sur         | 1     | 1.1   |
| Pared    | Norte       | 1.2   | 1.15  |
| Pared    | Oeste       | 1.1   | 1.15  |
| Pared    | Este        | 1.25  | 1.1   |
| Pared    | Sur         | 1     | 1.1   |
| Cubierta | -           | 1     | 1.15  |
| Techo    | -           | 1     | 1     |
| Suelo    | -           | 1     | 1     |

Tabla 6: Factor de viento y coeficiente de régimen según material y orientación

#### 1.1.1. Resumen cargas invierno

En la siguiente tabla se muestra las cargas térmicas del edificio a climatizar durante el invierno.

|                       | Módulo              | Área (m2) | Pérdidas exterior | Pérdidas ventana | Pérdidas LNC | Total (kcal/h) |
|-----------------------|---------------------|-----------|-------------------|------------------|--------------|----------------|
| <b>Planta Baja</b>    | Oficina             | 58,38     | 903               | 1816             | 950          | 3669           |
|                       | Recepción           | 291,9     | 9175              | 6172             | 1249         | 16596          |
|                       | Pasillo             | 44,55     | 1281              |                  | 917          | 2198           |
|                       | Vestíbulo 1         | 195,7     | 5626              | 3092             | 1647         | 10365          |
|                       | Vestíbulo 2         | 116,16    | 3340              | 2821             | 673          | 6834           |
|                       | Salón de actos      | 268,18    | 9983              |                  | 546          | 10529          |
| <b>Primera planta</b> | Sala de reuniones 1 | 151,5     | 4845              | 7179             | 363          | 12387          |
|                       | Mesas empleados 8.1 | 22,635    |                   | 1351             |              | 1351           |
|                       | 8,2                 | 21,33     |                   |                  |              | 0              |
|                       | 8,3                 | 16,2      |                   |                  | 176          | 176            |
|                       | 8,4                 | 16,2      |                   |                  | 176          | 176            |
|                       | 8,5                 | 16,2      | 49                |                  | 129          | 178            |
|                       | 8,6                 | 16,2      | 183               |                  |              | 183            |
|                       | 8,7                 | 19,305    | 218               |                  | 1346         | 1564           |
|                       | 8,8                 | 18,99     | 171               |                  | 1346         | 1517           |
|                       | 8,9                 | 16,2      |                   |                  | 146          | 146            |
|                       | 8,10                | 15,975    |                   |                  | 173          | 173            |
|                       | 8,11                | 16,2      |                   |                  | 176          | 176            |

|                |                      |        |            |      |      |             |
|----------------|----------------------|--------|------------|------|------|-------------|
|                | 8,12                 | 16,2   |            |      | 176  | 176         |
|                | 8,13                 | 21,33  |            |      |      | 0           |
|                | 8,14                 | 22,635 |            | 1351 | 245  | 1596        |
|                | Pasillo              | 36,92  |            | 779  |      | 779         |
|                | Sala de descanso     | 44,55  | 1281       |      | 917  | 2198        |
|                | Mesas empleados 2    | 22,635 | 0          | 1351 | 245  | 1596        |
|                | 11,2                 | 21,33  | 0          | 0    | 0    | 0           |
|                | 11,3                 | 16,2   | 0          | 0    | 176  | 176         |
|                | 11,4                 | 16,2   | 0          | 0    | 176  | 176         |
|                | 11,5                 | 16,2   | 49         | 0    | 129  | 178         |
|                | 11,6                 | 16,2   | 162        |      |      | 162         |
|                | 11,7                 | 13,995 | 158        | 1346 |      | 1504        |
|                | 11,8                 | 13,995 | 126        | 1346 |      | 1472        |
|                | 11,9                 | 16,2   | 129        |      |      | 129         |
|                | 11,10                | 15,975 | 0          | 0    | 173  | 173         |
|                | 11,11                | 16,2   | 0          | 0    | 176  | 176         |
|                | 11,12                | 16,2   | 0          | 0    | 176  | 176         |
|                | 11,13                | 21,33  | 0          | 0    | 0    | 0           |
|                | 11,14                | 22,635 |            | 1351 |      | 1351        |
|                | Pasillo              | 36,92  | 0          | 779  | 0    | 779         |
|                | Sala control         | 116,16 | 3340       | 2821 | 673  | 6834        |
|                | Comedor 14.1         | 93,28  | 391        | 3711 |      | 4102        |
|                | 14.2                 | 153,7  | 658        | 3579 | 546  | 4783        |
|                | Pasillo              | 21,2   | 89         |      |      | 89          |
| Segunda planta | Despacho presidente  | 63,11  | 2140       | 2467 |      | 4607        |
|                | Despacho             | 57     | 1491       | 2236 |      | 3727        |
|                | Pasillo              | 31,4   | 923        | 363  | 2467 | 3753        |
|                | Despachos directores | 22,635 | 592,188188 | 1351 | 0    | 1943,188188 |
|                | 19,2                 | 21,33  | 558,046125 | 0    | 0    | 558,046125  |
|                | 19,3                 | 16,2   | 423,8325   | 0    | 176  | 599,8325    |
|                | 19,4                 | 16,2   | 423,8325   | 0    | 176  | 599,8325    |
|                | 19,5                 | 16,2   | 472,8325   | 0    | 129  | 601,8325    |
|                | 19,6                 | 16,2   | 606,8325   | 0    | 0    | 606,8325    |
|                | 19,7                 | 19,305 | 723,067063 | 0    | 1346 | 2069,067063 |
|                | 19,8                 | 18,99  | 667,825875 | 0    | 1346 | 2013,825875 |
|                | 19,9                 | 16,2   | 423,8325   | 0    | 146  | 569,8325    |
|                | 19,10                | 15,975 | 417,945938 | 0    | 173  | 590,9459375 |
|                | 19,11                | 16,2   | 423,8325   | 0    | 176  | 599,8325    |
|                | 19,12                | 16,2   | 423,8325   | 0    | 176  | 599,8325    |
|                | 19,13                | 21,33  | 558,046125 | 0    | 0    | 558,046125  |
|                | 19,14                | 22,635 | 592,188188 | 1351 | 245  | 2188,188188 |
|                | Pasillo              | 36,92  | 965,9195   | 779  | 0    | 1744,9195   |
|                | Sala de espera       | 44,55  | 1281       |      | 917  | 2198        |
|                | Mesas empleados 3    | 22,635 | 592,188188 | 1351 | 245  | 2188,188188 |
|                | 21,2                 | 21,33  | 558,046125 | 0    | 0    | 558,046125  |
|                | 21,3                 | 16,2   | 423,8325   | 0    | 176  | 599,8325    |
|                | 21,4                 | 16,2   | 423,8325   | 0    | 176  | 599,8325    |
|                | 21,5                 | 16,2   | 472,8325   | 0    | 129  | 601,8325    |
|                | 21,6                 | 16,2   | 585,8325   | 0    | 0    | 585,8325    |
|                | 21,7                 | 19,305 | 663,067063 | 1346 | 0    | 2009,067063 |
|                | 21,8                 | 18,99  | 622,825875 | 1346 | 0    | 1968,825875 |
|                | 21,9                 | 16,2   | 552,8325   | 0    | 0    | 552,8325    |
|                | 21,10                | 15,975 | 417,945938 | 0    | 173  | 590,9459375 |
|                | 21,11                | 16,2   | 423,8325   | 0    | 176  | 599,8325    |
|                | 21,12                | 16,2   | 423,8325   | 0    | 176  | 599,8325    |

|  |                       |        |            |      |     |             |
|--|-----------------------|--------|------------|------|-----|-------------|
|  | 21,13                 | 21,33  | 558,046125 | 0    | 0   | 558,046125  |
|  | 21,14                 | 22,635 | 592,188188 | 1351 | 0   | 1943,188188 |
|  | Pasillo               | 36,92  | 965,9195   | 779  | 0   | 1744,9195   |
|  | Secretaría            | 116,16 | 6379,036   | 2821 | 673 | 9873,036    |
|  | Sala reuniones 2 25.1 | 93,28  | 2831,438   | 3711 | 0   | 6542,438    |
|  | 25,2                  | 153,7  | 4679,17625 | 3579 | 546 | 8804,17625  |
|  | Pasillo               | 21,2   | 643,645    | 0    | 0   | 643,645     |

Tabla 7: Cargas térmicas en invierno

## 1.2. Verano

En la estación de verano se calcularán todas las cargas térmicas, tanto externas como internas.

La carga máxima se calculará para la hora y el mes más desfavorable (3 p.m. en Julio). Las condiciones del edificio se obtienen de las tablas 1 y 4 del manual Carrier.

- Condiciones externas del edificio en verano:
  - Temperatura seca: 34°C
  - Humedad relativa: 57%
  - Variación diurna: 14°C
- Condiciones de confort en verano:
  - Temperatura interior: 24°C
  - Humedad relativa: 50%

### 1.2.1. Insolación a través del vidrio

Calor que entra al edificio aportado por los rayos del sol a través del vidrio de las ventanas. La aportación solar varía según la latitud donde se encuentre situado el edificio, la orientación de los cerramientos, de la hora y el mes, ya que el ángulo de incidencia de los rayos del sol sobre los cristales hace variar dicho valor.

La siguiente fórmula nos permite calcular la aportación por radiación solar:

$$Q_{solar} = M_a * M_u * L * Alt * F_a * F_v * S$$

- $Q_{solar}$ : Potencia térmica solar (kcal/h)
- $M_a$ : Máxima aportación solar a través del cristal
- $M_u$ : Coeficiente de corrección por el marco de marco
- $L$ : Coeficiente por limpieza
- $Alt$ : Coeficiente por altitud
- $F_a$ : Factor de almacenamiento a través del vidrio
- $F_v$ : Factor de ganancia solar a través del vidrio
- $S$ : Superficie del vidrio (m2)

### 1.2.2. Transmisión

Cuando hay una diferencia de temperatura a los lados de un cerramiento la transmisión de calor se calcula con la siguiente ecuación:

$$Q_{trans} = K * S * \Delta T$$

- $Q_{trans}$ : Calor transmitido (kcal/h)
- K: Coeficiente de transmisión (kcal/hm<sup>2</sup>C)
- S: Superficie de intercambio de calor (m<sup>2</sup>)
- $\Delta T$ : Diferencia de temperaturas a los lados del cerramiento (°C)

Cuando se calculen las cargas de transmisión donde el local adyacente no está climatizado se utilizará la siguiente ecuación ya que se considera la mitad del salto térmico con el exterior.

$$Q_{t,nlc} = K * S * \Delta T / 2$$

Las condiciones del edificio determinadas anteriormente son aplicables a las 3 horas de la tarde del mes de Julio, así lo establece el manual Carrier. La situación más desfavorable del edificio es la misma, por lo tanto, no hace falta corregir la diferencia de temperaturas.

La aportación térmica aportada por los muros y el techo se calcula igual, solamente influyen otros factores que se ven reflejados en el término  $\Delta T$ :

$$\Delta T = a + \Delta tes + b * \frac{Ra}{Rm} * (\Delta tem - \Delta tes)$$

- $\Delta T$ : Diferencia equivalente corregida
- a: Corrección proporcionada por la tabla [...] teniendo en cuenta un incremento distinto de 8°C entre la temperatura interior y exterior (la última tomada a las 15h del mes considerado) y una variación de la temperatura del aire exterior (durante el día) de 11°C.
- $\Delta tes$ : Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared a la sombra.
- $\Delta tem$ : Diferencia equivalente de temperatura a la hora considerada para la pared soleada.
- b: Coeficiente que considera el color de la cara exterior de la pared.

-  $R_a$ : Máxima insolación correspondientes al mes y latitud supuestos, a través de una superficie acristalada vertical para la orientación considerada u horizontal (techo).

-  $R_m$ : Máxima insolación en el mes de Julio a 40° de latitud Norte, a través de una superficie acristalada, vertical u horizontal.

Cuando se trata de calcular la aportación del suelo, se obtendrá como techo a la sombra, es decir:

$$\Delta T = a + \Delta t_{es}$$

### 1.2.3. Iluminación

Se supondrán los siguientes valores:

- Oficinas: 20 W/m<sup>2</sup>
- Salas de reuniones: 20 W/m<sup>2</sup>
- Pasillos y aseos: 15 W/m<sup>2</sup>
- Salón de actos: 25 W/m<sup>2</sup>

A dichas cargas se les añade un 25% valor debido a la reactancia de ellos tubos halógenos. Por lo tanto, la ecuación para calcular la carga térmica debido a la iluminación queda:

$$Q_{iluminacion} = Carga\ iluminacion * S * 1,25 * 0,86$$

Al final hay que multiplicar por el factor 0,86 para pasar de watios a kcal/h.

### 1.2.4. Equipos

El aporte calorífico aportado por los equipos, mayoritariamente ordenadores se consideran de 16,1 W/m<sup>2</sup>.

$$Q_{eq} = Carga\ equipos * S * 0,86$$

En este caso también hay que multiplicar por el factor 0,86 para pasar de watios a kcal/h.

### 1.2.5. Ocupación

Las personas aportan calor sensible y calor latente. Al tratarse de un edificio de oficinas y teniendo una temperatura seca en el interior de 24°C se consideran los siguientes valores:

- Calor sensible: 61 kcal/h
- Calor latente: 52 kcal/h

Las cargas por ocupación se determinan de la siguiente manera:

$$Q_{sens,ocupación} = n^{\circ} personas * Calor\ sensible$$

$$Q_{lat,ocupación} = n^{\circ} personas * Calor\ latente$$

### 1.2.6. Resumen cargas verano

| Módulo              | Área (m2) | Carga latente ocupación (kcal/h) | Carga sensible ocupación (kcal/h) | Carga sensible equipos (kcal/h) | Carga sensible iluminación (kcal/h) | Carga sensible radiación (kcal/h) | Carga sensible transmisión (kcal/h) | TOTAL (kcal/h) |
|---------------------|-----------|----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------|
| Oficina             | 58,38     | 468                              | 549                               | 808,32948                       | 1255,17                             | 1937,95                           | 550,3518                            | 5568,80128     |
| Recepción           | 291,9     | 1820                             | 2135                              | 2510,34                         | 4706,8875                           | 3398,02                           | 1809,38                             | 16379,6275     |
| Pasillo             | 44,55     | 676                              | 793                               | -                               | 718,36875                           | -                                 | 162,678                             | 2350,04675     |
| Vestíbulo 1         | 195,7     | 1144                             | 1342                              | 1683,02                         | 3155,6625                           | 3299,322                          | 1004,544                            | 11628,5485     |
| Vestíbulo 2         | 116,16    | 780                              | 915                               | 998,976                         | 1873,08                             | 3011,032                          | 897,5856                            | 8475,6736      |
| Salón de actos      | 268,18    | 6760                             | 7930                              | 461,2696                        | 7207,3375                           | 3921,82                           | 789,2648                            | 27069,6919     |
| Sala de reuniones 1 | 151,5     | 1144                             | 1342                              | 2097,669                        | 3257,25                             | 5029,065                          | 1855,22198                          | 14725,206      |
| Mesas empleados 1   | 22,635    | 260                              | 305                               | 313,40421                       | 486,6525                            | 1441,45                           | -                                   | 2806,50671     |
| 8,1                 | 22,635    | 260                              | 305                               | 313,40421                       | 486,6525                            | 1441,45                           | -                                   | 2806,50671     |
| 8,2                 | 21,33     | 260                              | 305                               | 295,33518                       | 458,595                             | -                                 | -                                   | 1318,93018     |
| 8,3                 | 16,2      | 260                              | 305                               | 224,3052                        | 348,3                               | -                                 | 28,08                               | 1165,6852      |
| 8,4                 | 16,2      | 260                              | 305                               | 224,3052                        | 348,3                               | -                                 | 28,08                               | 1165,6852      |
| 8,5                 | 16,2      | 260                              | 305                               | 224,3052                        | 348,3                               | -                                 | 51,7533991                          | 1189,3586      |
| 8,6                 | 16,2      | 260                              | 305                               | 224,3052                        | 348,3                               | -                                 | 88,7752465                          | 1226,38045     |
| 8,7                 | 19,305    | 260                              | 305                               | 267,29703                       | 415,0575                            | 43,12                             | 126,915723                          | 1417,39025     |
| 8,8                 | 18,99     | 260                              | 305                               | 262,93554                       | 408,285                             | 43,12                             | 176,337395                          | 1455,67793     |
| 8,9                 | 16,2      | 260                              | 305                               | 224,3052                        | 348,3                               | -                                 | 125,292359                          | 1262,89756     |
| 8,10                | 15,975    | 260                              | 305                               | 221,18985                       | 343,4625                            | -                                 | 27,69                               | 1157,34235     |
| 8,11                | 16,2      | 260                              | 305                               | 224,3052                        | 348,3                               | -                                 | 28,08                               | 1165,6852      |
| 8,12                | 16,2      | 260                              | 305                               | 224,3052                        | 348,3                               | -                                 | 28,08                               | 1165,6852      |
| 8,13                | 21,33     | 260                              | 305                               | 295,33518                       | 458,595                             | -                                 | -                                   | 1318,93018     |
| 8,14                | 22,635    | 260                              | 305                               | 313,40421                       | 486,6525                            | 1441,45                           | 340,01                              | 3146,51671     |
| Pasillo             | 36,92     | 208                              | 244                               | -                               | 595,335                             | 428,87                            | 169,26                              | 1645,465       |
| Sala de descanso    | 44,55     | 676                              | 793                               | -                               | 718,36875                           | -                                 | 146,64                              | 2334,00875     |
| Mesas empleados 2   | 22,635    | 260                              | 305                               | 313,40421                       | 486,6525                            | 1441,45                           | 332,184                             | 3138,69071     |
| 11.1                | 22,635    | 260                              | 305                               | 313,40421                       | 486,6525                            | 1441,45                           | 332,184                             | 3138,69071     |
| 11,2                | 21,33     | 260                              | 305                               | 295,33518                       | 458,595                             | -                                 | -                                   | 1318,93018     |
| 11,3                | 16,2      | 260                              | 305                               | 224,3052                        | 348,3                               | -                                 | 28,08                               | 1165,6852      |
| 11,4                | 16,2      | 260                              | 305                               | 224,3052                        | 348,3                               | -                                 | 28,08                               | 1165,6852      |
| 11,5                | 16,2      | 260                              | 305                               | 224,3052                        | 348,3                               | -                                 | 28,08                               | 1165,6852      |
| 11,6                | 16,2      | 260                              | 305                               | 224,3052                        | 348,3                               | -                                 | 78,9113302                          | 1216,51653     |
| 11,7                | 13,995    | 260                              | 305                               | 193,77477                       | 300,8925                            | 43,12                             | 76,6919491                          | 1179,47922     |
| 11,8                | 13,995    | 260                              | 305                               | 193,77477                       | 300,8925                            | 43,12                             | 108,238677                          | 1211,02595     |
| 11,9                | 16,2      | 260                              | 305                               | 224,3052                        | 348,3                               | -                                 | 111,370986                          | 1248,97619     |
| 11,10               | 15,975    | 260                              | 305                               | 221,18985                       | 343,4625                            | -                                 | 27,69                               | 1157,34235     |
| 11,11               | 16,2      | 260                              | 305                               | 224,3052                        | 348,3                               | -                                 | 28,08                               | 1165,6852      |
| 11,12               | 16,2      | 260                              | 305                               | 224,3052                        | 348,3                               | -                                 | 28,08                               | 1165,6852      |
| 11,13               | 21,33     | 260                              | 305                               | 295,33518                       | 458,595                             | -                                 | -                                   | 1318,93018     |
| 11,14               | 22,635    | 260                              | 305                               | 313,40421                       | 486,6525                            | 1441,45                           | 292,95                              | 3099,45671     |
| Pasillo             | 36,92     | 208                              | 244                               | -                               | 595,335                             | 428,87                            | 169,26                              | 1645,465       |
| Sala control        | 36,92     | 780                              | 915                               | 511,19432                       | 595,335                             | 3011,032                          | 798,048                             | 6610,60932     |
| Comedor             | 93,28     | 1664                             | 1952                              | 1291,55488                      | 2005,52                             | 3825,9                            | 1011,7447                           | 11750,7196     |
| 14.1                | 93,28     | 1664                             | 1952                              | 1291,55488                      | 2005,52                             | 3825,9                            | 1011,7447                           | 11750,7196     |

|                         |        |       |      |           |           |          |            |            |
|-------------------------|--------|-------|------|-----------|-----------|----------|------------|------------|
| 14.2                    | 153,7  | 2860  | 3355 | 2128,1302 | 3304,55   | 95,93    | 1141,86    | 12885,4702 |
| Pasillo                 | 21,2   | 520   | 610  | 293,5352  | 341,85    | -        | 73,1101593 | 1838,49536 |
| Despacho presidente     | 63,11  | 468   | 549  | 873,82106 | 1356,865  | 2642,66  | 849,23772  | 6739,58378 |
| Despacho vicepresidente | 57     | 416   | 488  | 789,222   | 1225,5    | 2386,4   | 596,552175 | 5901,67418 |
| Pasillo                 | 31,4   | 312   | 366  | -         | 506,325   | 79,1     | 705,958885 | 1969,38388 |
| Despachos directores    | 22,635 | 260   | 305  | 313,40421 | 486,6525  | 1441,45  | 337,249941 | 3143,75665 |
| 19,1                    | 21,33  | 260   | 305  | 295,33518 | 458,595   | -        | 41,7458692 | 1360,67605 |
| 19,2                    | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 59,7857235 | 1197,39092 |
| 19,3                    | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 59,7857235 | 1197,39092 |
| 19,4                    | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 83,4591225 | 1221,06432 |
| 19,5                    | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 120,48097  | 1258,08617 |
| 19,6                    | 19,305 | 260   | 305  | 267,29703 | 415,0575  | 43,12    | 164,698377 | 1455,17291 |
| 19,7                    | 18,99  | 260   | 305  | 262,93554 | 408,285   | 43,12    | 213,503548 | 1492,84409 |
| 19,8                    | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 156,998083 | 1294,60328 |
| 19,9                    | 15,975 | 260   | 305  | 221,18985 | 343,4625  | -        | 58,9553662 | 1188,60772 |
| 19,10                   | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 59,7857235 | 1197,39092 |
| 19,11                   | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 59,7857235 | 1197,39092 |
| 19,12                   | 21,33  | 260   | 305  | 295,33518 | 458,595   | -        | 41,7458692 | 1360,67605 |
| 19,13                   | 22,635 | 260   | 305  | 313,40421 | 486,6525  | 1441,45  | 384,309941 | 3190,81665 |
| 19,14                   | 36,92  | 208   | 244  | -         | 595,335   | 428,87   | 241,517735 | 1717,72274 |
| Pasillo                 | 44,55  | 676   | 793  | 76,626    | 718,36875 | -        | 233,83074  | 2497,82549 |
| Sala de espera          | 22,635 | 260   | 305  | 313,40421 | 486,6525  | 1441,45  | 376,483941 | 3182,99065 |
| Mesas empleados 3       | 21,1   | 21,33 | 260  | 305       | 295,33518 | 458,595  | -          | 41,7458692 |
| 21,2                    | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 59,7857235 | 1197,39092 |
| 21,3                    | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 59,7857235 | 1197,39092 |
| 21,4                    | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 59,7857235 | 1197,39092 |
| 21,5                    | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 59,7857235 | 1197,39092 |
| 21,6                    | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 110,617054 | 1248,22225 |
| 21,7                    | 19,305 | 260   | 305  | 267,29703 | 415,0575  | 43,12    | 114,474603 | 1404,94913 |
| 21,8                    | 18,99  | 260   | 305  | 262,93554 | 408,285   | 43,12    | 145,404831 | 1424,74537 |
| 21,9                    | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 143,07671  | 1280,68191 |
| 21,10                   | 15,975 | 260   | 305  | 221,18985 | 343,4625  | -        | 58,9553662 | 1188,60772 |
| 21,11                   | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 59,7857235 | 1197,39092 |
| 21,12                   | 16,2   | 260   | 305  | 224,3052  | 348,3     | -        | 59,7857235 | 1197,39092 |
| 21,13                   | 21,33  | 260   | 305  | 295,33518 | 458,595   | -        | 41,7458692 | 1360,67605 |
| 21,14                   | 22,635 | 260   | 305  | 313,40421 | 486,6525  | 1441,45  | 337,249941 | 3143,75665 |
| Pasillo                 | 36,92  | 208   | 244  | -         | 595,335   | 428,87   | 241,517735 | 1717,72274 |
| Secretaría              | 116,16 | 2080  | 2440 | 998,976   | 2497,44   | 3011,032 | 1025,38978 | 12052,8378 |
| Sala reuniones 2        | 93,28  | 728   | 854  | 802,208   | 2005,52   | 3825,9   | 1194,30704 | 9409,93504 |
| 25.1                    | 153,7  | 1196  | 1403 | 1321,82   | 3304,55   | 95,93    | 1442,67294 | 8763,97294 |
| 25,2                    | 21,2   | 520   | 610  | 182,32    | 341,85    | -        | 114,6016   | 1768,7716  |
| Pasillo                 |        |       |      |           |           |          |            |            |

Tabla 8: Cargas térmicas en verano

## 2. Caudal de ventilación

La calidad del aire en un edificio de oficinas según RITE corresponde a una clasificación IDA 2, buena calidad. Al tratarse de un recinto sin fumadores trabajamos con 45 m<sup>3</sup>/h por persona.

## 3. Diseño de la instalación

### 3.1. Localización climatizadores

En todos los módulos se instarán un número determinado de fan-coils dependiendo de la carga térmica de dicho módulo. Los locales con elevada carga térmica también necesitarán la instalación de un climatizador.

Debido a que los climatizadores se localizan en la cubierta y la distribución del edificio es igual para todas las plantas, solo serán necesarios tres climatizadores. Cada uno de ellos se usará para los locales ubicados en la misma vertical.

- Climatizador 1: Recepción, mesas de empleados 1 y despachos directores.
- Climatizador 2: Vestíbulo 1, mesas de empleados 2 y mesas de empleados 3.
- Climatizador 3: Salón de actos, comedor y sala de reuniones 2.

### 3.2. Fan-coils

Tanto la potencia frigorífica como la calorífica del fan-coil seleccionado debe contrarrestar las cargas térmicas de cada módulo donde se instale.

Para este proyecto se han seleccionado fan-coils tipo cassette dos tubos de la marca Termoven. En el Anexo 3.1 se encuentra el catálogo de dichos fan-coils.

En verano la potencia total es la suma de la carga sensible y latente, en invierno solo la carga sensible. Bastaría solo con dimensionar para verano ya que dicha carga siempre es mayor que la de invierno, por lo que si el fan-coils contrarresta la carga de verano también contrarrestará la carga de invierno.

El caudal de agua fría y caliente que necesitan las baterías tiene en cuenta el salto de temperatura de dichas baterías. A la entrada de la batería de frío la temperatura es de 7°C y a la salida a 12°C, en la batería de calor la entrada se encuentra a 60°C y a la salida a 50°C. Se obtiene un salto de temperatura de 5°C en la batería de agua fría y uno de 10°C en la batería de agua caliente.



|                           | Pot.<br>Frigorífica<br>(W) | Q agua fría<br>(l/h) | Pot.<br>Calorífica<br>(W) | Q agua<br>caliente<br>(l/h) |
|---------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <b>Planta Baja</b>        | 6476,52                    | 1113,76              | 4267,05                   | 426,70                      |
|                           | 19049,51                   | 3275,93              | 27051,48                  | 2705,15                     |
|                           | 2733,10                    | 470,01               | 3582,74                   | 358,27                      |
|                           | 13524,00                   | 2325,71              | 16894,95                  | 1689,50                     |
|                           | 9857,21                    | 1695,13              | 11139,42                  | 1113,94                     |
|                           | 31482,05                   | 5413,94              | 17162,27                  | 1716,23                     |
| <b>Primera<br/>planta</b> | 17125,41                   | 2945,04              | 20190,81                  | 2019,08                     |
|                           | 3263,97                    | 561,30               | 2202,13                   | 220,21                      |
|                           | 1533,92                    | 263,79               | 0,00                      | 0,00                        |
|                           | 1355,69                    | 233,14               | 286,88                    | 28,69                       |
|                           | 1355,69                    | 233,14               | 286,88                    | 28,69                       |
|                           | 1383,22                    | 237,87               | 290,14                    | 29,01                       |
|                           | 1426,28                    | 245,28               | 298,29                    | 29,83                       |
|                           | 1648,42                    | 283,48               | 2549,32                   | 254,93                      |
|                           | 1692,95                    | 291,14               | 2472,71                   | 247,27                      |
|                           | 1468,75                    | 252,58               | 237,98                    | 23,80                       |
|                           | 1345,99                    | 231,47               | 281,99                    | 28,20                       |
|                           | 1355,69                    | 233,14               | 286,88                    | 28,69                       |
|                           | 1355,69                    | 233,14               | 286,88                    | 28,69                       |
|                           | 1533,92                    | 263,79               | 0,00                      | 0,00                        |
|                           | 3659,40                    | 629,30               | 2601,48                   | 260,15                      |
|                           | 1913,68                    | 329,09               | 1269,77                   | 126,98                      |
|                           | 2714,45                    | 466,80               | 3582,74                   | 358,27                      |
|                           | 3650,30                    | 627,74               | 2601,48                   | 260,15                      |
|                           | 1533,92                    | 263,79               | 0,00                      | 0,00                        |
|                           | 1355,69                    | 233,14               | 286,88                    | 28,69                       |
|                           | 1355,69                    | 233,14               | 286,88                    | 28,69                       |
|                           | 1355,69                    | 233,14               | 290,14                    | 29,01                       |
|                           | 1414,81                    | 243,30               | 264,06                    | 26,41                       |
|                           | 1371,73                    | 235,90               | 2451,52                   | 245,15                      |
|                           | 1408,42                    | 242,21               | 2399,36                   | 239,94                      |
|                           | 1452,56                    | 249,80               | 210,27                    | 21,03                       |
|                           | 1345,99                    | 231,47               | 281,99                    | 28,20                       |
|                           | 1355,69                    | 233,14               | 286,88                    | 28,69                       |
|                           | 1355,69                    | 233,14               | 286,88                    | 28,69                       |
|                           | 1533,92                    | 263,79               | 0,00                      | 0,00                        |
|                           | 3604,67                    | 619,89               | 2202,13                   | 220,21                      |
|                           | 1913,68                    | 329,09               | 1269,77                   | 126,98                      |
|                           | 7688,14                    | 1322,12              | 11139,42                  | 1113,94                     |

|                           |          |         |          |         |
|---------------------------|----------|---------|----------|---------|
|                           | 13666,09 | 2350,14 | 6686,26  | 668,63  |
|                           | 14985,80 | 2577,09 | 7796,29  | 779,63  |
|                           | 2138,17  | 367,70  | 145,07   | 14,51   |
| <b>Segunda<br/>planta</b> | 7838,14  | 1347,92 | 7509,41  | 750,94  |
|                           | 6863,65  | 1180,33 | 6075,01  | 607,50  |
|                           | 2290,39  | 393,88  | 6117,39  | 611,74  |
|                           | 3656,19  | 628,75  | 3167,40  | 316,74  |
|                           | 1582,47  | 272,14  | 909,62   | 90,96   |
|                           | 1392,57  | 239,48  | 977,73   | 97,77   |
|                           | 1392,57  | 239,48  | 977,73   | 97,77   |
|                           | 1420,10  | 244,21  | 980,99   | 98,10   |
|                           | 1463,15  | 251,62  | 989,14   | 98,91   |
|                           | 1692,37  | 291,03  | 3372,58  | 337,26  |
|                           | 1736,18  | 298,57  | 3282,54  | 328,25  |
|                           | 1505,62  | 258,92  | 928,83   | 92,88   |
|                           | 1382,35  | 237,72  | 963,24   | 96,32   |
|                           | 1392,57  | 239,48  | 977,73   | 97,77   |
|                           | 1392,57  | 239,48  | 977,73   | 97,77   |
|                           | 1582,47  | 272,14  | 909,62   | 90,96   |
|                           | 3710,92  | 638,16  | 3566,75  | 356,67  |
|                           | 1997,71  | 343,54  | 2844,22  | 284,42  |
|                           | 2904,97  | 499,57  | 3582,74  | 358,27  |
|                           | 3701,82  | 636,60  | 3566,75  | 356,67  |
|                           | 1582,47  | 272,14  | 909,62   | 90,96   |
|                           | 1392,57  | 239,48  | 977,73   | 97,77   |
|                           | 1392,57  | 239,48  | 977,73   | 97,77   |
|                           | 1392,57  | 239,48  | 980,99   | 98,10   |
|                           | 1451,68  | 249,64  | 954,91   | 95,49   |
|                           | 1633,96  | 280,99  | 3274,78  | 327,48  |
|                           | 1656,98  | 284,95  | 3209,19  | 320,92  |
|                           | 1489,43  | 256,14  | 901,12   | 90,11   |
|                           | 1382,35  | 237,72  | 963,24   | 96,32   |
|                           | 1392,57  | 239,48  | 977,73   | 97,77   |
|                           | 1392,57  | 239,48  | 977,73   | 97,77   |
|                           | 1582,47  | 272,14  | 909,62   | 90,96   |
|                           | 3656,19  | 628,75  | 3167,40  | 316,74  |
|                           | 1997,71  | 343,54  | 2844,22  | 284,42  |
|                           | 14017,45 | 2410,57 | 16093,05 | 1609,30 |
|                           | 10943,75 | 1881,99 | 10664,17 | 1066,42 |
|                           | 10192,50 | 1752,79 | 14350,81 | 1435,08 |
|                           | 2057,08  | 353,75  | 1049,14  | 104,91  |

Tabla 9: Cargas y caudales por módulo

Después de haber calculado las potencias y los caudales correspondientes continuamos con la elección del modelo y la cantidad de equipos necesarios.

Para determinar la cantidad de equipos se tiene en cuenta la superficie de la sala. Para superficies menores de 20 m<sup>2</sup> bastará solo con un fan-coil, superficies entorno 20 y 50 m<sup>2</sup> dos equipos, entre 50 y 100 m<sup>2</sup> tres equipos y mayores de 100 m<sup>2</sup> cuatro equipos.

Otra consideración es la geometría de la sala. Si se trata de una sala de forma rectangular se colocarán de forma lineal pero si se trata de una superficie cuadrada el número de equipos tendrá que ser par.

Con estas restricciones se consigue simetría y un buen reparto del aire dentro de cada módulo a climatizar.

La siguiente tabla muestra los modelos y números de equipos por local:

| Módulo                 | Área (m2) | Modelo    | Cantidad | P(W)  |
|------------------------|-----------|-----------|----------|-------|
| Oficina                | 58,38     | 20        | 3        | 6990  |
| Recepción              | 291,9     | 30        | 6        | 19620 |
| Pasillo                | 44,55     | 20        | 2        | 4660  |
| Vestíbulo 1            | 195,7     | 30        | 5        | 16350 |
| Vestíbulo 2            | 116,16    | 3*20+1*30 | 4        | 10260 |
| Salón de actos         | 268,18    | 5*50+20   | 6        | 27330 |
| Sala de reuniones 1    | 151,5     | 4*30+1*50 | 5        | 18080 |
| Mesas empleados 8.1    | 22,635    | 20        | 2        | 4660  |
| 8,2                    | 21,33     | 20        | 1        | 2330  |
| 8,3                    | 16,2      | 20        | 1        | 2330  |
| 8,4                    | 16,2      | 20        | 1        | 2330  |
| 8,5                    | 16,2      | 20        | 1        | 2330  |
| 8,6                    | 16,2      | 20        | 1        | 2330  |
| 8,7                    | 19,305    | 20        | 1        | 2330  |
| 8,8                    | 18,99     | 20        | 1        | 2330  |
| 8,9                    | 16,2      | 20        | 1        | 2330  |
| 8,10                   | 15,975    | 20        | 1        | 2330  |
| 8,11                   | 16,2      | 20        | 1        | 2330  |
| 8,12                   | 16,2      | 20        | 1        | 2330  |
| 8,13                   | 21,33     | 20        | 1        | 2330  |
| 8,14                   | 22,635    | 20        | 2        | 4660  |
| Pasillo                | 36,92     | 20        | 1        | 2330  |
| Sala de descanso       | 44,55     | 20        | 2        | 4660  |
| Mesas empleados 2 11.1 | 22,635    | 20        | 2        | 4660  |
| 11,2                   | 21,33     | 20        | 1        | 2330  |
| 11,3                   | 16,2      | 20        | 1        | 2330  |
| 11,4                   | 16,2      | 20        | 1        | 2330  |

|                           |        |           |   |       |
|---------------------------|--------|-----------|---|-------|
| 11,5                      | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 11,6                      | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 11,7                      | 13,995 | 20        | 1 | 2330  |
| 11,8                      | 13,995 | 20        | 1 | 2330  |
| 11,9                      | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 11,10                     | 15,975 | 20        | 1 | 2330  |
| 11,11                     | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 11,12                     | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 11,13                     | 21,33  | 20        | 1 | 2330  |
| 11,14                     | 22,635 | 20        | 2 | 4660  |
| Pasillo                   | 36,92  | 20        | 1 | 2330  |
| Sala control              | 116,16 | 3*30+1*20 | 4 | 12140 |
| Comedor 14.1              | 93,28  | 2*50+1*40 | 3 | 14330 |
| 14.2                      | 153,7  | 3*40+1*50 | 4 | 17990 |
| Pasillo                   | 21,2   | 20        | 1 | 2330  |
| Despacho presidente       | 63,11  | 40        | 2 | 8660  |
| Despacho vicepresidente   | 57     | 30+40     | 2 | 7600  |
| Pasillo                   | 31,4   | 20        | 1 | 2330  |
| Despachos directores 19,1 | 22,635 | 20        | 2 | 4660  |
| 19,2                      | 21,33  | 20        | 1 | 2330  |
| 19,3                      | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 19,4                      | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 19,5                      | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 19,6                      | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 19,7                      | 19,305 | 20        | 1 | 2330  |
| 19,8                      | 18,99  | 20        | 1 | 2330  |
| 19,9                      | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 19,10                     | 15,975 | 20        | 1 | 2330  |
| 19,11                     | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 19,12                     | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 19,13                     | 21,33  | 20        | 1 | 2330  |
| 19,14                     | 22,635 | 20        | 2 | 4660  |
| Pasillo                   | 36,92  | 20        | 1 | 2330  |
| Sala de espera            | 44,55  | 20        | 2 | 4660  |
| Mesas empleados 3 21,1    | 22,635 | 20        | 2 | 4660  |
| 21,2                      | 21,33  | 20        | 1 | 2330  |
| 21,3                      | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 21,4                      | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 21,5                      | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 21,6                      | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 21,7                      | 19,305 | 20        | 1 | 2330  |
| 21,8                      | 18,99  | 20        | 1 | 2330  |
| 21,9                      | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 21,10                     | 15,975 | 20        | 1 | 2330  |
| 21,11                     | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |
| 21,12                     | 16,2   | 20        | 1 | 2330  |

|                       |        |           |   |       |
|-----------------------|--------|-----------|---|-------|
| 21,13                 | 21,33  | 20        | 1 | 2330  |
| 21,14                 | 22,635 | 20        | 2 | 4660  |
| Pasillo               | 36,92  | 20        | 1 | 2330  |
| Secretaría            | 116,16 | 3*30+1*40 | 4 | 14140 |
| Sala reuniones 2 25.1 | 93,28  | 3*40      | 3 | 12990 |
| 25,2                  | 153,7  | 4*30      | 4 | 13080 |
| Pasillo               | 21,2   | 20        | 1 | 2330  |

Tabla 10: Selección fan-coils

En total el edificio tendrá instalado 132 fan-coils con una potencia total que asciende a 378.970 W.

La suma de todas las cargas en verano asciende a 305.247,76 W, por lo que se usara el 80,55 % de los equipos instalados.

### 3.3. Climatizadores

Se tiene que distinguir entre dos partes diferentes, verano o en invierno. Los dos cálculos se basan en el uso del diagrama psicrométrico que se explica a continuación y se encuentra en el [Anexo 2.1](#).

#### 3.3.1. Verano

El objetivo es calcular el aire de impulsión, en otras palabras, el aire inyectado en la habitación. Para ello es necesario conocer los valores de carga sensible y latente, el caudal de ventilación, el factor de by-pass y las condiciones externas e internas de confort.

Los puntos de partida son:

|                              | Exterior | Interior |
|------------------------------|----------|----------|
| <b>Temperatura seca (°C)</b> | 34       | 24       |
| <b>Humedad relativa (%)</b>  | 57       | 50       |

Tabla 11: Puntos de partida verano

Una parte del caudal de aire que entra a la batería (cuya temperatura de entrada es la temperatura de rocío) pasa a través de ella y sale con las mismas condiciones que tenía al entrar. Dicha parte está medida por el factor de by-pass (FB), en nuestro caso determinaremos un factor del 15%. La parte del caudal del aire que se enfría efectivamente por la batería y sale saturada a la temperatura de rocío tendrá, por tanto, un factor de 1-FB.

Primero colocaremos nuestros puntos con las condiciones internas (Pint) y externas (Pext) en el ábaco psicrométrico. Este paso es común para todos los módulos que necesitan climatizadores.

Utilizando las siguientes fórmulas podremos conseguir la temperatura seca y la humedad relativa del punto 1 (P1). Este punto corresponde a las condiciones del aire a la salida de la batería de frío del climatizador.

$$Q_{sensible\ efectivo} = Q_{sensible} + Q_v * FB * 0.3 * (T_{ext} - T_{int})$$

$$Q_{latente\ efectivo} = Q_{latente} + Q_v * FB * 0.3 * (H_{ext} - H_{int})$$

Posteriormente, obtendremos el Factor de Calor Sensible Efectivo (FCSE), es decir, la cantidad de Calor Sensible Efectivo que tenemos comparándolo con la carga efectiva total.

$$FCSE = \frac{Q_{sensible\ efectivo}}{Q_{sensible\ efectivo} + Q_{latente\ efectivo}}$$

Este factor es la pendiente de la recta FCSE que pasa por las condiciones de confort del interior del edificio (Pint). La intersección de dicha recta con la línea de saturación (HR=100%) nos dará el punto anteriormente denominado P1.

Al haber obtenido los datos del Punto 1 podremos continuar con el cálculo del caudal de impulsión utilizando las siguientes fórmulas:

$$Q_{sensible\ efectivo} = Q_{impulsión} * (1 - FB) * 0.3 * (T_{int} - T_1)$$

$$Q_{latente\ efectivo} = Q_{impulsión} * (1 - FB) * 0.7 * (H_{int} - H_1)$$

Existe el denominado caudal de retorno, procedente del local. El caudal de ventilación se mezcla con el caudal de retorno antes de la entrada del aire a la batería de frío del climatizador. Se logra el equilibrio de caudales de la siguiente forma:

$$Q_{retorno} = Q_{impulsión} - Q_v$$

A continuación, obtendremos el denominado punto m (Pm) que se encuentra en la recta que une los puntos de condiciones de confort tanto interiores como exteriores (Pint y Pext). La temperatura y la humedad relativa de dicho punto se calcula de la siguiente manera:

$$q_v = \frac{Q_v}{Q_{impulsión}}$$

$$q_r = \frac{Q_{retorno}}{Q_{impulsión}}$$

Estos dos valores se introducen en las siguientes fórmulas:

$$T_m = q_v * T_{ext} + q_r * T_{int}$$

$$H_m = q_v * H_{ext} + q_r * H_{int}$$

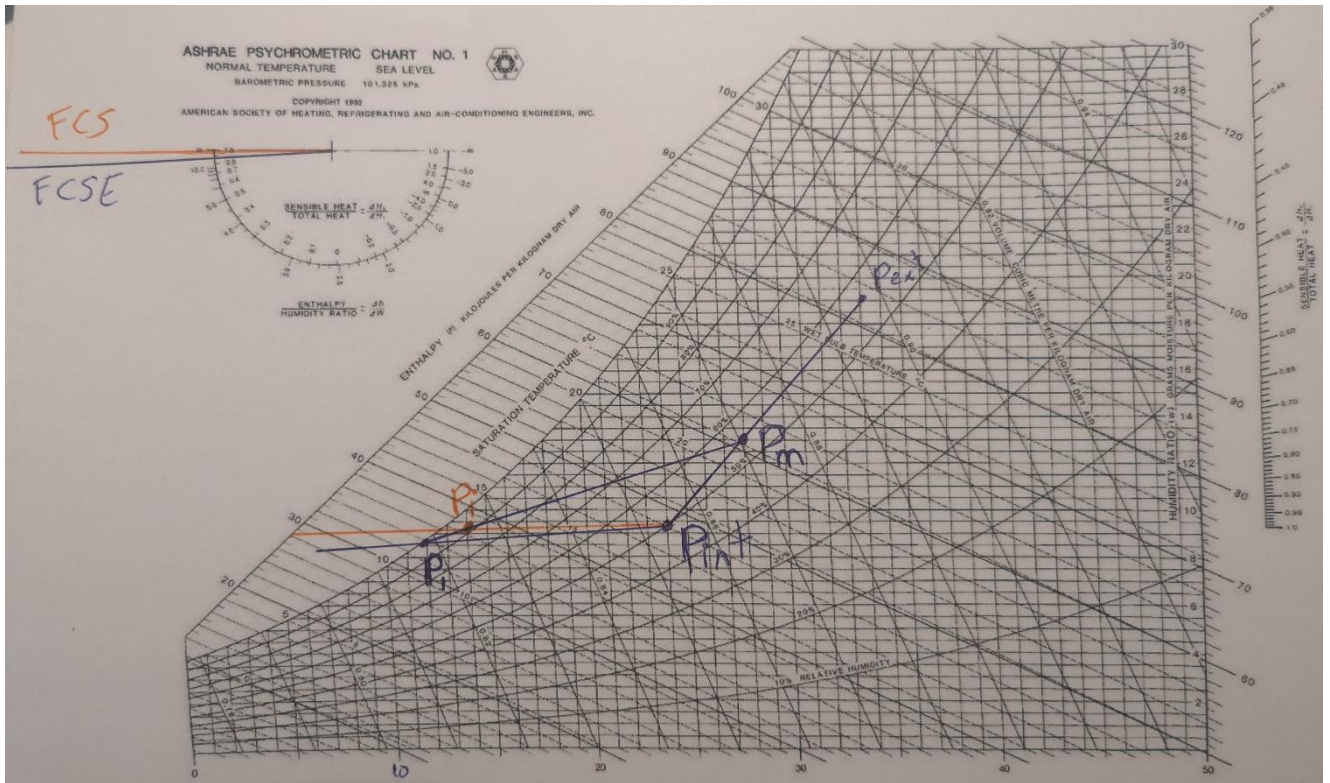


Figura 1: Diagrama psicrométrico del climatizador 2 en verano

Ahora seguimos el procedimiento anterior, pero partiendo del Factor de Calor Sensible (FCS), es decir, la cantidad de Calor Sensible que tenemos comparándolo con la carga total.

$$FCS = \frac{Q_{sensible}}{Q_{sensible} + Q_{latente}}$$

Trazamos una recta con dicha pendiente desde las condiciones de confort del interior (Pint). Donde dicha recta corte con la línea que une el Punto m con el Punto 1 se encontrará el punto de impulsión (Pi).

La siguiente imagen muestra el procedimiento gráfico con el ábaco psicométrico del módulo 8, mesas de empleados 1.

Tras haber obtenido todos los datos podremos continuar con el cálculo de la potencia necesaria para la selección de los climatizadores de la siguiente forma:

$$Pot_{frigs} = Q_{impulsión} * 0,3 * (T_m - T_i)$$

$$Pot_{frigl} = Q_{impulsión} * 0,7 * (H_m - H_i)$$

$$Pot_{frig total} = Pot_{frigs} + Pot_{frigl}$$

El último dato necesario es el caudal de agua fría que se tiene que bombear desde el grupo frigorífico. El agua le entra a 12°C y sale a 7°C. Se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{agua fría} = \frac{Pot_{frig total}}{C_e * (12 - 7)}$$

Donde  $C_e$  es el calor específico del agua y en estas condiciones de trabajo se considera  $C_e=1\text{Kcal/hL}$ .

### 3.3.2. Invierno

Las condiciones de confort durante el invierno se resumen en la siguiente tabla:

|                              | Exterior | Interior |
|------------------------------|----------|----------|
| <b>Temperatura seca (°C)</b> | -3       | 22       |
| <b>Humedad relativa (%)</b>  | -        | 45       |

Tabla 12: Puntos de partida invierno

Con estos datos podemos colocar en el ábaco psicométrico los puntos  $P_{int}$  y  $P_{ext}$ .

Las pérdidas de cargas en este caso sabemos que son las cargas sensible correspondientes a cada módulo en invierno. Los conductores no cambian durante las estaciones, por lo tanto, partimos de la base que el caudal de impulsión es el mismo que el calculado previamente en la climatización de verano.

Con la siguiente fórmula obtenemos la temperatura de impulsión ( $T_i$ ):

$$Q_s = Q_{impulsión} * 0,3 * (T_i - T_{int})$$

Puesto que  $H_{int}=H_i$  en invierno trazamos una horizontal desde  $P_{int}$  hasta  $T_i$  para obtener el punto  $P_i$ .

Para obtener el caudal de temperatura de mezcla se hace el balance de flujos de igual forma que se hizo en verano.



$$q_v = \frac{Q_v}{Q_{impulsión}}$$

$$q_r = \frac{Q_{retorno}}{Q_{impulsión}}$$

$$T_m = q_v * T_{ext} + q_r * T_{int}$$

$$H_m = q_v * H_{ext} + q_r * H_{int}$$

Con estos datos se localiza el punto Pm en el ábaco psicrométrico.

Al tratarse del invierno, la humedad relativa del aire será más baja de la deseada, el aire del interior de la sala será muy seco. Esto se soluciona utilizando un humectador isentálpico que humecta ese aire inyectando agua en el caudal de impulsión.

Hay que calentar el aire hasta que llegue a un punto denominado punto SB (Psb). Para localizar dicho punto en el diagrama psicrométrico se traza una horizontal desde Pm (Hm=Hsb). Donde dicha recta se corte con la línea de entalpía constante desde Pi se encontrará Psb. Con la siguiente ecuación se obtiene la cantidad de agua necesaria:

$$Q_{hum} \left( \frac{l}{h} \right) = Q_{impulsión} * 1,2 * (H_{int} - H_m) * \frac{1}{1000}$$

La siguiente imagen muestra el procedimiento gráfico con el diagrama psicrométrico del módulo 8, mesas de empleados 1.

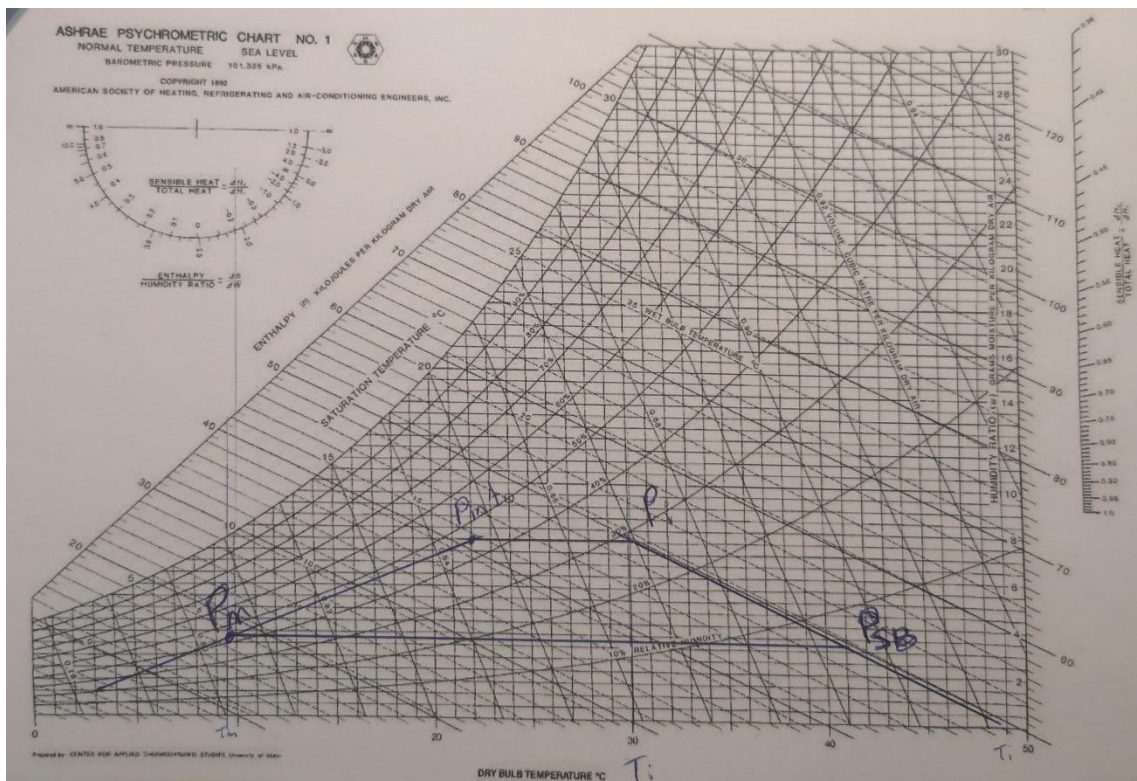


Figura 2: Diagrama psicrométrico Climatizador 1 en invierno

Tras haber obtenido todos los datos podremos continuar con el cálculo de la potencia de la batería:

$$Pot_{calorifica} = Q_{impulsión} * 0,3 * (T_{sb} - T_m)$$

El último dato necesario es el del agua caliente necesaria.

$$Q_{agua\ caliente} = \frac{Pot_{frig\ total}}{C_e * (60 - 50)}$$

### Selección climatizadores

A continuación, se muestran los resultados de los cálculos anteriores para cada módulo que necesita un climatizador. Estos valores son las condiciones mínimas que deben cumplir los climatizadores.

|                               | Climatizador 1 | Climatizador 2 | Climatizador 3 |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| <b>Q agua fría (l/h)</b>      | 30218,00699    | 23550,06359    | 35918,12297    |
| <b>Q agua caliente (l/h)</b>  | 15556,38931    | 14284,79164    | 19177,65574    |
| <b>Pot. Bat. Frio (W)</b>     | 175717,7107    | 136943,6198    | 208863,885     |
| <b>Pot. Bat. Caliente (W)</b> | 180920,8077    | 166132,1267    | 223036,1362    |
| <b>Q impulsión (m3/h)</b>     | 16456,385      | 16958,912      | 17892,173      |
| <b>Q retorno (m3/h)</b>       | 8221,385       | 9308,912       | 5562,173       |

Tabla 13: Condiciones mínimas de los climatizadores

## 4. Tuberías de agua

Las tuberías se encargan de transportar el agua fría y caliente entre la caldera, el grupo frigorífico, los climatizadores y los fan-coils. Todas las tuberías son de acero y de sección circular.

Las tuberías empiezan en la cubierta y bajan hasta las diferentes plantas y se distribuyen hasta llegar a los fan-coils de cada módulo por el falso techo. Esta distribución se encuentra más detallada en el documento Planos de este proyecto.

### 4.1. Tuberías de agua fría

Las tuberías de agua fría se utilizan para las cargas de verano. Para dimensionar las tuberías lo primero es conocer el caudal con la siguiente fórmula:

$$Q_{agua\ fría} = \frac{calor\ (\frac{kcal}{h})}{\Delta Temperatura\ (^{\circ}C)}$$

El calor se refiere a la carga térmica de verano en cada módulo y el incremento de temperatura es el debido a la temperatura existente en las tuberías de agua fría, de 5°C ya que el agua se envía a 7°C y retorna a 12°C.

Posteriormente, se selecciona el diámetro de la tubería utilizando el diagrama de Moody correspondiente a tuberías de acero para agua fría de 10°C. Primero se entra en el diagrama con el caudal y se selecciona un diámetro. Este diagrama se encuentra en [Anexo 2.2](#).

Hay que comprobar que las pérdidas no superan los 20 mm.c.a/ml y que la velocidad no alcance los 2 m/s.

Las siguientes tablas muestran el dimensionamiento de las tuberías para los diferentes circuitos.

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-4   | 541,96    | 3/4"   | 3,93   |
| 2-4   | 541,96    | 3/4"   | 1,33   |
| 3-4   | 541,96    | 3/4"   | 3,87   |
| 4-5   | 1625,88   | 1 1/4" | 9,33   |
| 6-8   | 760,6     | 1"     | 5,71   |
| 7-8   | 760,6     | 1"     | 1,57   |
| 8-10  | 1521,2    | 1 1/4" | 4,14   |
| 9-10  | 760,6     | 1"     | 1,57   |
| 10-12 | 2281,8    | 1 1/4" | 4,14   |

|       |         |        |      |
|-------|---------|--------|------|
| 11-12 | 760,6   | 1"     | 1,57 |
| 12-14 | 3042,4  | 1 1/2" | 4,14 |
| 13-14 | 760,6   | 1"     | 1,57 |
| 14-5  | 3803    | 2"     | 3,07 |
| 15-5  | 760,6   | 1"     | 2,64 |
| 5-16  | 6189,48 | 2"     | 2,62 |
| 17-16 | 541,96  | 3/4"   | 6,74 |
| 16-18 | 6731,44 | 2 1/2" | 1,91 |

Tabla 14: Circuito B.1

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-9   | 541,96    | 3/4"   | 9,04   |
| 2-10  | 760,6     | 1"     | 3,76   |
| 3-10  | 760,6     | 1"     | 0,7    |
| 5-7   | 760,6     | 1"     | 3,68   |
| 6-7   | 760,6     | 1"     | 0,62   |
| 7-8   | 1521,2    | 1 1/4" | 2,55   |
| 4-8   | 760,6     | 1"     | 1,064  |
| 8-9   | 2281,8    | 1 1/4" | 1,95   |
| 9-10  | 2823,76   | 1 1/2" | 2,77   |
| 10-13 | 4344,96   | 2"     | 8,05   |
| 11-13 | 596,62    | 1"     | 1,61   |
| 12-13 | 596,62    | 1"     | 1,26   |
| 13-14 | 5538,2    | 2"     | 4,53   |

Tabla 15: Circuito B.2

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-2   | 1060      | 1"     | 5,58   |
| 3-2   | 1060      | 1"     | 1,88   |
| 2-5   | 2120      | 1 1/4" | 3,7    |
| 4-5   | 1060      | 1"     | 1,88   |
| 5-7   | 3180      | 1 1/2" | 3,7    |
| 6-7   | 1060      | 1"     | 1,88   |
| 7-9   | 4240      | 2"     | 3,7    |
| 8-9   | 1060      | 1"     | 1,88   |
| 9-11  | 5300      | 2"     | 1,08   |
| 10-11 | 1060      | 1"     | 4,5    |
| 11-14 | 6360      | 2"     | 5,15   |
| 12-14 | 596,62    | 1"     | 1,21   |
| 13-14 | 596,62    | 1"     | 3      |
| 14-15 | 7553,24   | 2 1/2" | 2,45   |

Tabla 16: Circuito B.3

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-8   | 841,1     | 1"     | 5,88   |
| 4-8   | 841,1     | 1"     | 0,966  |
| 2-6   | 841,1     | 1"     | 5,51   |
| 5-6   | 841,1     | 1"     | 0,6    |
| 6-7   | 1682,2    | 1 1/4" | 0,93   |
| 3-7   | 841,8     | 1"     | 1,814  |
| 8-7   | 1682,2    | 1 1/4" | 1,275  |
| 7-35  | 4206,2    | 2"     | 12,6   |
| 9-11  | 542       | 1"     | 4,5    |
| 10-11 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 11-14 | 1084      | 1 1/4" | 3,85   |
| 12-14 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 13-14 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 14-17 | 2168      | 1 1/4" | 3,6    |
| 16-17 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 15-17 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 17-21 | 3252      | 1 1/2" | 3,6    |
| 18-21 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 19-21 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 21-22 | 4336      | 2"     | 1      |
| 20-22 | 542       | 1"     | 1,565  |
| 22-25 | 4878      | 2"     | 2,55   |
| 23-25 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 24-25 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 25-28 | 5962      | 2"     | 4,14   |
| 26-28 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 27-28 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 28-35 | 7046      | 2 1/2" | 1,5    |
| 30-33 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 32-33 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 33-34 | 1084      | 1 1/4" | 1,91   |
| 29-34 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 31-34 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 34-36 | 2168      | 1 1/4" | 1,05   |
| 35-36 | 11252,2   | 3"     | 1,36   |
| 37-38 | 542       | 1"     | 5      |
| 36-38 | 13420,2   | 3"     | 4,51   |

Tabla 17: Circuito 1.1

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-3   | 542       | 1"     | 4,5    |
| 2-3   | 542       | 1"     | 0,732  |
| 3-6   | 1084      | 1 1/4" | 3,85   |
| 4-6   | 542       | 1"     | 4,5    |
| 5-6   | 542       | 1"     | 0,732  |
| 6-9   | 2168      | 1 1/4" | 3,6    |

|       |          |        |       |
|-------|----------|--------|-------|
| 7-9   | 542      | 1"     | 4,5   |
| 8-9   | 542      | 1"     | 0,732 |
| 9-13  | 3252     | 1 1/2" | 3,6   |
| 10-13 | 542      | 1"     | 4,5   |
| 11-13 | 542      | 1"     | 0,732 |
| 13-14 | 4336     | 2"     | 1     |
| 12-14 | 542      | 1"     | 1,565 |
| 14-17 | 4878     | 2"     | 2,55  |
| 15-17 | 542      | 1"     | 4,5   |
| 16-17 | 542      | 1"     | 0,732 |
| 17-20 | 5962     | 2"     | 4,14  |
| 18-20 | 542      | 1"     | 4,5   |
| 19-20 | 542      | 1"     | 0,732 |
| 20-28 | 7046     | 2 1/2" | 1,4   |
| 22-25 | 542      | 1"     | 4,5   |
| 24-25 | 542      | 1"     | 0,732 |
| 25-26 | 1084     | 1 1/4" | 1,91  |
| 23-26 | 542      | 1"     | 4,5   |
| 21-26 | 542      | 1"     | 0,732 |
| 26-28 | 2168     | 1 1/4" | 2,52  |
| 27-28 | 542      | 1"     | 10,7  |
| 28-30 | 9756     | 2 1/2" | 7,42  |
| 29-30 | 705,94   | 1"     | 0,463 |
| 31-30 | 705,94   | 1"     | 1,11  |
| 30-32 | 10461,94 | 3"     | 1,3   |
| 32-33 | 11167,88 | 3"     | 4,97  |

Tabla 18: Circuito 1.2

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-3   | 1046,12   | 1"     | 1,28   |
| 2-3   | 1046,12   | 1"     | 1,86   |
| 3-6   | 2092,24   | 1 1/4" | 4,45   |
| 4-6   | 1046,12   | 1"     | 1,28   |
| 5-6   | 1046,12   | 1"     | 1,86   |
| 6-7   | 4184,48   | 2"     | 5,88   |
| 8-7   | 542       | 1"     | 0,25   |
| 7-12  | 4726,48   | 2"     | 4,14   |
| 9-10  | 1111,03   | 1 1/4" | 3,96   |
| 11-10 | 1111,03   | 1 1/4" | 1,167  |
| 10-12 | 2222,06   | 1 1/4" | 2,8    |
| 13-12 | 1111,03   | 1 1/4" | 1,167  |
| 12-16 | 8059,57   | 2 1/2" | 5,91   |
| 14-16 | 705,94    | 1"     | 1,08   |
| 16-17 | 8765,51   | 2 1/2" | 1,11   |
| 15-17 | 705,94    | 1"     | 2,59   |
| 17-18 | 9471,45   | 2 1/2" | 1,58   |

Tabla 19: Circuito 1.3

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-2   | 1007,16   | 1"     | 5,9    |
| 3-2   | 1007,16   | 1"     | 3,159  |
| 2-4   | 2014,32   | 1 1/4" | 1,57   |
| 5-4   | 541,96    | 3/4"   | 1,7    |
| 4-9   | 2556,28   | 1 1/2" | 6,75   |
| 5-8   | 883,88    | 1"     | 4,16   |
| 7-8   | 883,88    | 1"     | 1,425  |
| 8-9   | 1767,76   | 1 1/4" | 1,55   |
| 9-36  | 4324,04   | 2"     | 9      |
| 10-11 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 11-12 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 12-15 | 1084      | 1 1/4" | 3,85   |
| 13-15 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 14-15 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 15-18 | 2168      | 1 1/4" | 3,6    |
| 17-18 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 16-18 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 18-22 | 3252      | 1 1/2" | 3,6    |
| 19-22 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 20-22 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 22-23 | 4336      | 2"     | 1      |
| 21-23 | 542       | 1"     | 1,565  |
| 23-26 | 4878      | 2"     | 2,55   |
| 24-26 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 25-26 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 26-29 | 5962      | 2"     | 4,14   |
| 27-29 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 28-29 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 29-36 | 7046      | 2 1/2" | 1,5    |
| 31-34 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 33-34 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 34-35 | 1084      | 1 1/4" | 1,91   |
| 30-35 | 542       | 1"     | 4,5    |
| 32-35 | 542       | 1"     | 0,732  |
| 35-37 | 2168      | 1 1/4" | 1,05   |
| 36-37 | 11370,04  | 3"     | 1,36   |
| 38-39 | 542       | 1"     | 5      |
| 37-39 | 17862,08  | 3"     | 4,51   |

Tabla 20: Circuito 2.1

Circuito 2.2 y 2.3 igual que 1.2 y 1.3 respectivamente.

| TRAMO | Q (l / h) | DN | L (ml) |
|-------|-----------|----|--------|
| 1-2   | 17862,08  | 3" | 26,65  |

Tabla 21: Circuito C 1

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-2   | 11167,88  | 2 1/2" | 9,48   |

Tabla 22: Circuito C2

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-2   | 9471,45   | 2 1/2" | 16,19  |

Tabla 23: Circuito C3

- **Circuito B.1:** Red de tuberías agua fría planta baja-climatizador 1.
- **Circuito B.2:** Red de tuberías agua fría planta baja-climatizador 2.
- **Circuito B.3:** Red de tuberías agua fría planta baja-climatizador 3.
- **Circuito 1.1:** Red de tuberías agua fría primera planta-climatizador 1.
- **Circuito 1.2:** Red de tuberías agua fría primera planta-climatizador 2.
- **Circuito 1.3:** Red de tuberías agua fría primera planta-climatizador 3.
- **Circuito 2.1:** Red de tuberías agua fría segunda planta-climatizador 1.
- **Circuito 2.2:** Red de tuberías agua fría segunda planta-climatizador 2.
- **Circuito 2.3:** Red de tuberías agua fría segunda planta-climatizador 3.
- **Circuito C1:** Red de tuberías agua fría cubierta-climatizador 1.
- **Circuito C2:** Red de tuberías agua fría cubierta-climatizador 2.
- **Circuito C3:** Red de tuberías agua fría cubierta-climatizador 3.

#### 4.2. Tuberías de agua caliente

Las tuberías de agua caliente se utilizan para las cargas de invierno. Se calcula el caudal con la siguiente fórmula:

$$Q_{agua\ fría} = \frac{calor \left( \frac{kcal}{h} \right)}{\Delta Temperatura (^{\circ}C)}$$

El calor se refiere a la carga térmica de invierno en cada módulo y el incremento de temperatura es el debido a la temperatura existente en las tuberías de agua fría, de 10°C ya que el agua se envía a 60°C y retorna a 50°C.

Posteriormente, se selecciona el diámetro de la tubería utilizando el diagrama de Moddy correspondiente a tuberías de acero para agua caliente a 50°C. Este diagrama se encuentra en [Anexo 2.2](#). Hay que comprobar que las pérdidas no superan los 20 mm.c.a/ml y que la velocidad no alcance los 2 m/s.

Las siguientes tablas muestran el dimensionamiento de las tuberías para los diferentes circuitos.



| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-4   | 271       | 1/2"   | 3,93   |
| 2-4   | 271       | 1/2"   | 1,33   |
| 3-4   | 271       | 1/2"   | 3,87   |
| 4-5   | 813       | 1"     | 9,33   |
| 6-8   | 380,3     | 3/4"   | 5,71   |
| 7-8   | 380,3     | 3/4"   | 1,57   |
| 8-10  | 760,6     | 1"     | 4,14   |
| 9-10  | 380,3     | 3/4"   | 1,57   |
| 10-12 | 1140,9    | 1 1/4" | 4,14   |
| 11-12 | 380,3     | 3/4"   | 1,57   |
| 12-14 | 1521,2    | 1 1/4" | 4,14   |
| 13-14 | 380,3     | 3/4"   | 1,57   |
| 14-5  | 1901,5    | 1 1/4" | 3,07   |
| 15-5  | 380,3     | 3/4"   | 2,64   |
| 5-16  | 3094,8    | 1 1/2" | 2,62   |
| 17-16 | 271       | 1/2"   | 6,74   |
| 16-18 | 3365,8    | 1 1/2" | 1,91   |

Tabla 24: Circuito B.1

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-9   | 271       | 1/2"   | 9,04   |
| 2-10  | 380,25    | 3/4"   | 3,76   |
| 3-10  | 380,25    | 3/4"   | 0,7    |
| 5-7   | 380,25    | 3/4"   | 3,68   |
| 6-7   | 380,25    | 3/4"   | 0,62   |
| 7-8   | 760,5     | 1"     | 2,55   |
| 4-8   | 380,25    | 3/4"   | 1,064  |
| 8-9   | 1140,75   | 1"     | 1,95   |
| 9-10  | 1411,75   | 1 1/4" | 2,77   |
| 10-13 | 2172,25   | 1 1/4" | 8,05   |
| 11-13 | 298,31    | 3/4"   | 1,61   |
| 12-13 | 298,31    | 3/4"   | 1,26   |
| 13-14 | 2768,87   | 1 1/2" | 4,53   |

Tabla 25: Circuito B.2

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-2   | 529,75    | 3/4"   | 5,58   |
| 3-2   | 529,75    | 3/4"   | 1,88   |
| 2-5   | 1059,5    | 1 1/4" | 3,7    |
| 4-5   | 529,75    | 3/4"   | 1,88   |
| 5-7   | 1589,25   | 1 1/4" | 3,7    |
| 6-7   | 529,75    | 3/4"   | 1,88   |
| 7-9   | 2119      | 1 1/4" | 3,7    |
| 8-9   | 529,75    | 3/4"   | 1,88   |
| 9-11  | 2648,75   | 2"     | 1,08   |
| 10-11 | 529,75    | 3/4"   | 4,5    |

|       |         |      |      |
|-------|---------|------|------|
| 11-14 | 3178,5  | 2"   | 5,15 |
| 12-14 | 298,87  | 3/4" | 1,21 |
| 13-14 | 298,87  | 3/4" | 3    |
| 14-15 | 3776,24 | 2"   | 2,45 |

Tabla 26: Circuito B.3

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-8   | 420,5     | 3/4"   | 5,88   |
| 4-8   | 420,5     | 3/4"   | 0,966  |
| 2-6   | 420,5     | 3/4"   | 5,51   |
| 5-6   | 420,5     | 3/4"   | 0,6    |
| 6-7   | 841       | 1"     | 0,93   |
| 3-7   | 420,5     | 3/4"   | 1,814  |
| 8-7   | 841       | 1"     | 1,275  |
| 7-35  | 2102,5    | 1 1/4" | 12,6   |
| 9-11  | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 10-11 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 11-14 | 542       | 3/5"   | 3,85   |
| 12-14 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 13-14 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 14-17 | 1084      | 1"     | 3,6    |
| 16-17 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 15-17 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 17-21 | 1626      | 1 1/4" | 3,6    |
| 18-21 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 19-21 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 21-22 | 2168      | 1 1/4" | 1      |
| 20-22 | 271       | 1/2"   | 1,565  |
| 22-25 | 2439      | 1 1/4" | 2,55   |
| 23-25 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 24-25 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 25-28 | 2981      | 1 1/2" | 4,14   |
| 26-28 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 27-28 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 28-35 | 3523      | 2"     | 1,5    |
| 30-33 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 32-33 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 33-34 | 542       | 3/5"   | 1,91   |
| 29-34 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 31-34 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 34-36 | 1084      | 1"     | 1,05   |
| 35-36 | 5625,5    | 2"     | 1,36   |
| 37-38 | 271       | 1/2"   | 5      |
| 36-38 | 6709,5    | 2"     | 4,51   |

Tabla 27: Circuito 1.1

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-3   | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 2-3   | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 3-6   | 542       | 3/5"   | 3,85   |
| 4-6   | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 5-6   | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 6-9   | 1084      | 1"     | 3,6    |
| 7-9   | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 8-9   | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 9-13  | 1626      | 1 1/4" | 3,6    |
| 10-13 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 11-13 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 13-14 | 2168      | 1 1/4" | 1      |
| 12-14 | 271       | 1/2"   | 1,565  |
| 14-17 | 2439      | 1 1/4" | 2,55   |
| 15-17 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 16-17 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 17-20 | 2981      | 1 1/2" | 4,14   |
| 18-20 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 19-20 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 20-28 | 3523      | 2"     | 1,4    |
| 22-25 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 24-25 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 25-26 | 542       | 3/5"   | 1,91   |
| 23-26 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 21-26 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 26-28 | 1084      | 1"     | 2,52   |
| 27-28 | 271       | 1/2"   | 10,7   |
| 28-30 | 4878      | 2"     | 7,42   |
| 29-30 | 353       | 3/4"   | 0,463  |
| 31-30 | 353       | 3/4"   | 1,11   |
| 30-32 | 5231      | 2"     | 1,3    |
| 32-33 | 5584      | 2"     | 4,97   |

Tabla 28: Circuito 1.2

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-3   | 523       | 3/4"   | 1,28   |
| 2-3   | 523       | 3/4"   | 1,86   |
| 3-6   | 1046      | 1"     | 4,45   |
| 4-6   | 523       | 3/4"   | 1,28   |
| 5-6   | 523       | 3/4"   | 1,86   |
| 6-7   | 2092      | 1 1/2" | 5,88   |
| 8-7   | 271       | 1/2"   | 0,25   |
| 7-12  | 2363      | 1 1/2" | 4,14   |
| 9-10  | 555,5     | 3/4"   | 3,96   |
| 11-10 | 555,5     | 3/4"   | 1,167  |
| 10-12 | 1111      | 1"     | 2,8    |

|       |        |      |       |
|-------|--------|------|-------|
| 13-12 | 555,5  | 3/4" | 1,167 |
| 12-16 | 4029,5 | 2"   | 5,91  |
| 14-16 | 353    | 3/4" | 1,08  |
| 16-17 | 4382,5 | 2"   | 1,11  |
| 15-17 | 353    | 3/4" | 2,59  |
| 17-18 | 4735,5 | 2"   | 1,58  |

Tabla 29: Circuito 1.3

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-2   | 503,58    | 3/4"   | 5,9    |
| 3-2   | 503,58    | 3/4"   | 3,159  |
| 2-4   | 1007,16   | 1 1/4" | 1,57   |
| 5-4   | 270,98    | 3/4"   | 1,7    |
| 4-9   | 1278,14   | 1 1/4" | 6,75   |
| 5-8   | 441,94    | 3/4"   | 4,16   |
| 7-8   | 441,94    | 3/4"   | 1,425  |
| 8-9   | 883,88    | 1"     | 1,55   |
| 9-36  | 2162,02   | 1 1/2" | 9      |
| 10-11 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 11-12 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 12-15 | 542       | 3/5"   | 3,85   |
| 13-15 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 14-15 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 15-18 | 1084      | 1"     | 3,6    |
| 17-18 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 16-18 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 18-22 | 1626      | 1 1/4" | 3,6    |
| 19-22 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 20-22 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 22-23 | 2168      | 1 1/4" | 1      |
| 21-23 | 271       | 1/2"   | 1,565  |
| 23-26 | 2439      | 1 1/4" | 2,55   |
| 24-26 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 25-26 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 26-29 | 2981      | 1 1/2" | 4,14   |
| 27-29 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 28-29 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 29-36 | 3523      | 2"     | 1,5    |
| 31-34 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 33-34 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 34-35 | 542       | 3/5"   | 1,91   |
| 30-35 | 271       | 1/2"   | 4,5    |
| 32-35 | 271       | 1/2"   | 0,732  |
| 35-37 | 1084      | 1"     | 1,05   |
| 36-37 | 5685,02   | 2"     | 1,36   |
| 38-39 | 271       | 1/2"   | 5      |
| 37-39 | 8931,04   | 2 1/2" | 4,51   |

Tabla 30: Circuito 2.1

Circuito 2.2 y 2.3 igual que 1.2 y 1.3 respectivamente.

| TRAMO | Q (l / h) | DN     | L (ml) |
|-------|-----------|--------|--------|
| 1-2   | 8931,04   | 2 1/2" | 26,65  |

Tabla 31: Circuito C1

| TRAMO | Q (l / h) | DN | L (ml) |
|-------|-----------|----|--------|
| 1-2   | 5584      | 2" | 9,48   |

Tabla 32: Circuito C2

| TRAMO | Q (l / h) | DN | L (ml) |
|-------|-----------|----|--------|
| 1-2   | 4735,5    | 2" | 16,19  |

Tabla 33: Circuito C3

- **Circuito B.1:** Red de tuberías agua caliente planta baja-climatizador 1.
- **Circuito B.2:** Red de tuberías agua caliente planta baja-climatizador 2.
- **Circuito B.3:** Red de tuberías agua caliente planta baja-climatizador 3.
- **Circuito 1.1:** Red de tuberías agua caliente primera planta-climatizador 1.
- **Circuito 1.2:** Red de tuberías agua caliente primera planta-climatizador 2.
- **Circuito 1.3:** Red de tuberías agua caliente primera planta-climatizador 3.
- **Circuito 2.1:** Red de tuberías agua caliente segunda planta-climatizador 1.
- **Circuito 2.2:** Red de tuberías agua caliente segunda planta-climatizador 2.
- **Circuito 2.3:** Red de tuberías agua caliente segunda planta-climatizador 3.
- **Circuito C1:** Red de tuberías agua caliente cubierta-climatizador 1.
- **Circuito C2:** Red de tuberías agua caliente cubierta-climatizador 2.
- **Circuito C3:** Red de tuberías agua caliente cubierta-climatizador 3.

## 5. Bombas

Las bombas tienen como función impulsar el agua que se encuentra en las tuberías. En cada circuito se instalarán dos bombas simples de rotor húmedo autorregulables en paralelo para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación en caso de avería.

Los circuitos se dividen de la siguiente manera:

- **Circuito primario frío:** del grupo frigorífico a las bombas de frío.
- **Circuito primario calor:** de la caldera a las bombas de calor.
- **Circuito secundario frío 1:** de las bombas de frío al climatizador 1.
- **Circuito secundario frío 2:** de las bombas de frío al climatizador 2
- **Circuito secundario frío 3:** de las bombas de frío al climatizador 3.
- **Circuito secundario calor 1:** de las bombas de calor al climatizador 1.
- **Circuito secundario calor 2:** de las bombas de calor al climatizador 2.
- **Circuito secundario calor 3:** de las bombas de calor al climatizador 3.

Para poder elegir las bombas se tiene en cuenta el máximo caudal del circuito y la pérdida de carga más desfavorable, se trata del tramo más alejado de la bomba.

Las pérdidas de carga de los circuitos secundarios se calculan con las mismas tablas usadas para dimensionar las tuberías. Posteriormente se añaden las pérdidas debidas a accesorios, como pueden ser codos o uniones, que se consideran del 50% de las del circuito. Añadiremos también las pérdidas debidas a válvulas o filtros, 3 m.c.a. Una vez obtenidas las pérdidas de carga debidas al circuito más desfavorable se multiplica por 2 para incluir el circuito de retorno.

Las pérdidas de carga para los circuitos primarios también se calculan usando el diagrama de Moody, luego se añaden 3 m.c.a por valvulería y otros 7 m.c.a asociados al grupo frigorífico o caldera según corresponda.

Los cálculos de las pérdidas de carga se encuentran en el [Anexo 1.4](#).

Tras haber obtenido las pérdidas de carga de los diferentes circuitos se escogerán las bombas de 1450 rpm de la marca EBARA. El catálogo se puede encontrar en el [Anexo 3.2](#).

Las siguientes tablas muestran las bombas escogidas para cada circuito así como el caudal y la pérdida de carga que deberán hacer frente.

| Circuito primario frío   |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| Marca                    | EBARA                      |
| Modelo                   | Etherma Flex A (/D) 80-120 |
| Caudal (l/h)             | 17862,08                   |
| Pérdida de carga (m.c.a) | 10,426                     |

Tabla 34: Bomba circuito primario frío

| Circuito primario calor  |                            |
|--------------------------|----------------------------|
| Marca                    | EBARA                      |
| Modelo                   | Etherma Flex A (/D) 65-120 |
| Caudal (l/h)             | 8931,04                    |
| Pérdida de carga (m.c.a) | 10,239                     |

Tabla 35: Bomba circuito primario calor

| Circuito secundario frío 1 |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| Marca                      | EBARA                      |
| Modelo                     | Etherma Flex A (/D) 40-140 |
| Caudal (l/h)               | 13420,2                    |
| Pérdida de carga (m.c.a)   | 9,098                      |

Tabla 36: Bomba circuito secundario frío 1

| Circuito secundario frío 2 |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| Marca                      | EBARA                      |
| Modelo                     | Etherma Flex A (/D) 40-140 |
| Caudal (l/h)               | 11167,88                   |
| Pérdida de carga (m.c.a)   | 9,246                      |

Tabla 37: Bomba circuito secundario frío 2

| Circuito secundario frío 3 |                            |
|----------------------------|----------------------------|
| Marca                      | EBARA                      |
| Modelo                     | Etherma Flex A (/D) 40-120 |
| Caudal (l/h)               | 7553,24                    |
| Pérdida de carga (m.c.a)   | 8,999                      |

Tabla 38: Bomba circuito secundario frío 3

| Circuito secundario calor 1 |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| Marca                       | EBARA                      |
| Modelo                      | Etherma Flex A (/D) 40-120 |
| Caudal (l/h)                | 6709,5                     |
| Pérdida de carga (m.c.a)    | 9,435                      |

Tabla 39: Bomba circuito secundario calor 1

| Circuito secundario calor 2 |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| Marca                       | EBARA                      |
| Modelo                      | Etherma Flex A (/D) 40-140 |
| Caudal (l/h)                | 5584                       |
| Pérdida de carga (m.c.a)    | 9,620                      |

*Tabla 40: Bomba circuito secundario calor 2*

| Circuito secundario calor 3 |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| Marca                       | EBARA                      |
| Modelo                      | Etherma Flex A (/D) 40-100 |
| Caudal (l/h)                | 4735,5                     |
| Pérdida de carga (m.c.a)    | 8,712                      |

*Tabla 41: Bomba circuito secundario calor 3*



## 6. Conductos de aire

Los conductos transportan el aire desde el climatizador hasta los diferentes módulos y de vuelta al climatizador. Donde no se encuentre un climatizador el propio fan-coil se encarga del retorno.

Los conductos son de sección rectangular, de acero galvanizado y se colocan en el falso techo de cada planta.

En los módulos que se climatizan mediante fan-coils los conductos transportan el aire exterior tratados por ellos mismos. Dicho aire se mezcla con el caudal de retorno que es introducido al fan-coil mediante una rejilla. La suma de los dos caudal se conoce como el caudal de impulsión, que después de intercambiar calor con la tubería de agua será expulsado a la habitación.

Los módulos climatizados mediante climatizadores funcionan diferentemente. El aire se envía por los conductos de impulsión y se distribuye por la habitación mediante difusores. Para la extracción y retorno se usa el mismo circuito, entrando el aire a los conductos mediante las rejillas.

### 6.1. Cálculo de caudales

Es necesario conocer los caudales de impulsión y retorno para los circuitos de impulsión y retorno respectivamente.

El caudal de impulsión se obtiene con la siguiente fórmula:

$$Q_{imp} = \frac{Q_{sensible\ efectivo}}{0,3 * (1 - FB) * (T_{int} - T_{sb})}$$

Donde:

- $Q_{imp}$ : caudal que se introduce en el espacio en m<sup>3</sup>/h.
- $Q_{sensible\ efectivo}$ : calor sensible efectivo en kcal/h
- FB: factor de by-pass.
- $T_{int}$ : temperatura interior
- $T_{sb}$ : temperatura de salida del agua de la batería.

Las condiciones de este proyecto son que el factor by-pass es del 15%, la temperatura del interior de 24°C y la temperatura de salida del agua es de 12°C.

Posteriormente, se calcula el caudal de retorno con la siguiente ecuación:

$$Q_{retorno} = Q_{impulsión} - Q_{ventilación}$$

Todos ellos en m<sup>3</sup>/h.

La calidad del aire en un edificio de oficinas según RITE corresponde a una clasificación IDA 2, buena calidad. Al tratarse de un recinto sin fumadores trabajamos con 45 m<sup>3</sup>/h por persona.

Con estos datos se obtiene el caudal de ventilación como:

$$Q_{\text{ventilación}} = 45 * A(m^2) * Ocupación \left( \frac{\text{personas}}{m^2} \right)$$

Por último, faltaría determinar el cálculo del calor sensible efectivo:

$$Q_{\text{sensible efectivo}} = Q_{\text{sensible}} + Q_{\text{ventilación}} * FB * 0,3 * (T_{\text{ext}} - T_{\text{int}})$$

Donde  $Q_{\text{sensible}}$  es el calor sensible obtenido anteriormente como carga sensible de verano,  $T_{\text{ext}}$  es la temperatura exterior del edificio en verano, 34°C y  $T_{\text{int}}$  la temperatura interior del edificio, 24 °C.

Aplicando todas las ecuaciones anteriores obtenemos el caudal de impulsión y retorno de cada módulo que se muestra en la siguiente tabla:

| Módulo              | Calor sensible (kcal/h) | Calor sensible efectivo (kcal/h) | Q ventilación (m3/h) | Q impulsión (m3/h) | Q retorno (m3/h) |
|---------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| Oficina             | 5100,80128              | 5283,05128                       | 405                  | 1726,48735         | 1321,48735       |
| Recepción           | 14559,6275              | 15268,3775                       | 1575                 | 4989,66585         | 3414,66585       |
| Pasillo             | 1674,04675              | 1937,29675                       | 585                  | 633,103513         | 48,1035131       |
| Vestíbulo 1         | 10484,5485              | 10930,0485                       | 990                  | 3571,91127         | 2581,91127       |
| Vestíbulo 2         | 7695,6736               | 7999,4236                        | 675                  | 2614,19072         | 1939,19072       |
| Salón de actos      | 20309,6919              | 22942,1919                       | 5850                 | 7497,44833         | 1647,44833       |
| Sala de reuniones 1 | 13581,20598             | 14026,70598                      | 990                  | 4583,89084         | 3593,89084       |
| Mesas empleados 8.1 | 2546,50671              | 2647,75671                       | 225                  | 865,279971         | 640,279971       |
| 8,2                 | 1058,93018              | 1160,18018                       | 225                  | 379,14385          | 154,14385        |
| 8,3                 | 905,6852                | 1006,9352                        | 225                  | 329,063791         | 104,063791       |
| 8,4                 | 905,6852                | 1006,9352                        | 225                  | 329,063791         | 104,063791       |
| 8,5                 | 929,3585991             | 1030,608599                      | 225                  | 336,800196         | 111,800196       |
| 8,6                 | 966,3804465             | 1067,630447                      | 225                  | 348,898839         | 123,898839       |
| 8,7                 | 1157,390253             | 1258,640253                      | 225                  | 411,320344         | 186,320344       |
| 8,8                 | 1195,677935             | 1296,927935                      | 225                  | 423,832658         | 198,832658       |
| 8,9                 | 1002,897559             | 1104,147559                      | 225                  | 360,832536         | 135,832536       |
| 8,10                | 897,34235               | 998,59235                        | 225                  | 326,337369         | 101,337369       |
| 8,11                | 905,6852                | 1006,9352                        | 225                  | 329,063791         | 104,063791       |
| 8,12                | 905,6852                | 1006,9352                        | 225                  | 329,063791         | 104,063791       |
| 8,13                | 1058,93018              | 1160,18018                       | 225                  | 379,14385          | 154,14385        |
| 8,14                | 2886,51671              | 2987,76671                       | 225                  | 976,39435          | 751,39435        |

|                           |             |             |      |            |            |
|---------------------------|-------------|-------------|------|------------|------------|
| Pasillo                   | 1437,465    | 1518,465    | 180  | 496,230392 | 316,230392 |
| Sala de descanso          | 1658,00875  | 1921,25875  | 585  | 627,862337 | 42,8623366 |
| Mesas empleados 2 11.1    | 2878,69071  | 2979,94071  | 225  | 973,836833 | 748,836833 |
| 11,2                      | 1058,93018  | 1160,18018  | 225  | 379,14385  | 154,14385  |
| 11,3                      | 905,6852    | 1006,9352   | 225  | 329,063791 | 104,063791 |
| 11,4                      | 905,6852    | 1006,9352   | 225  | 329,063791 | 104,063791 |
| 11,5                      | 905,6852    | 1006,9352   | 225  | 329,063791 | 104,063791 |
| 11,6                      | 956,5165302 | 1057,76653  | 225  | 345,675337 | 120,675337 |
| 11,7                      | 919,4792191 | 1020,729219 | 225  | 333,57164  | 108,57164  |
| 11,8                      | 951,0259471 | 1052,275947 | 225  | 343,881028 | 118,881028 |
| 11,9                      | 988,9761861 | 1090,226186 | 225  | 356,283067 | 131,283067 |
| 11,10                     | 897,34235   | 998,59235   | 225  | 326,337369 | 101,337369 |
| 11,11                     | 905,6852    | 1006,9352   | 225  | 329,063791 | 104,063791 |
| 11,12                     | 905,6852    | 1006,9352   | 225  | 329,063791 | 104,063791 |
| 11,13                     | 1058,93018  | 1160,18018  | 225  | 379,14385  | 154,14385  |
| 11,14                     | 2839,45671  | 2940,70671  | 225  | 961,015265 | 736,015265 |
| Pasillo                   | 1437,465    | 1518,465    | 180  | 496,230392 | 316,230392 |
| Sala control              | 5830,60932  | 6134,35932  | 675  | 2004,69259 | 1329,69259 |
| Comedor 14.1              | 10086,71958 | 10734,71958 | 1440 | 3508,07829 | 2068,07829 |
| 14.2                      | 10025,4702  | 11139,2202  | 2475 | 3640,26804 | 1165,26804 |
| Pasillo                   | 1318,495359 | 1520,995359 | 450  | 497,057307 | 47,057307  |
| Despacho presidente       | 6271,58378  | 6453,83378  | 405  | 2109,09601 | 1704,09601 |
| Despacho vicepresidente   | 5485,674175 | 5647,674175 | 360  | 1845,64516 | 1485,64516 |
| Pasillo                   | 1657,383885 | 1778,883885 | 270  | 581,334603 | 311,334603 |
| Despachos directores 19,1 | 2883,756651 | 2985,006651 | 225  | 975,49237  | 750,49237  |
| 19,2                      | 1100,676049 | 1201,926049 | 225  | 392,786291 | 167,786291 |
| 19,3                      | 937,3909235 | 1038,640923 | 225  | 339,425138 | 114,425138 |
| 19,4                      | 937,3909235 | 1038,640923 | 225  | 339,425138 | 114,425138 |
| 19,5                      | 961,0643225 | 1062,314323 | 225  | 347,161543 | 122,161543 |
| 19,6                      | 998,08617   | 1099,33617  | 225  | 359,260186 | 134,260186 |
| 19,7                      | 1195,172907 | 1296,422907 | 225  | 423,667617 | 198,667617 |
| 19,8                      | 1232,844088 | 1334,094088 | 225  | 435,97846  | 210,97846  |
| 19,9                      | 1034,603283 | 1135,853283 | 225  | 371,193883 | 146,193883 |
| 19,10                     | 928,6077162 | 1029,857716 | 225  | 336,554809 | 111,554809 |
| 19,11                     | 937,3909235 | 1038,640923 | 225  | 339,425138 | 114,425138 |
| 19,12                     | 937,3909235 | 1038,640923 | 225  | 339,425138 | 114,425138 |
| 19,13                     | 1100,676049 | 1201,926049 | 225  | 392,786291 | 167,786291 |
| 19,14                     | 2930,816651 | 3032,066651 | 225  | 990,871455 | 765,871455 |
| Pasillo                   | 1509,722735 | 1590,722735 | 180  | 519,844031 | 339,844031 |
| Sala de espera            | 1821,82549  | 2085,07549  | 585  | 681,397219 | 96,3972188 |
| Mesas empleados 3 21,1    | 2922,990651 | 3024,240651 | 225  | 988,313938 | 763,313938 |
| 21,2                      | 1100,676049 | 1201,926049 | 225  | 392,786291 | 167,786291 |
| 21,3                      | 937,3909235 | 1038,640923 | 225  | 339,425138 | 114,425138 |
| 21,4                      | 937,3909235 | 1038,640923 | 225  | 339,425138 | 114,425138 |
| 21,5                      | 937,3909235 | 1038,640923 | 225  | 339,425138 | 114,425138 |
| 21,6                      | 988,222537  | 1089,472254 | 225  | 356,036684 | 131,036684 |
| 21,7                      | 1144,949133 | 1246,199133 | 225  | 407,254619 | 182,254619 |
| 21,8                      | 1164,745371 | 1265,995371 | 225  | 413,723977 | 188,723977 |
| 21,9                      | 1020,68191  | 1121,93191  | 225  | 366,644415 | 141,644415 |

|                       |             |             |      |            |            |
|-----------------------|-------------|-------------|------|------------|------------|
| 21,10                 | 928,6077162 | 1029,857716 | 225  | 336,554809 | 111,554809 |
| 21,11                 | 937,3909235 | 1038,640923 | 225  | 339,425138 | 114,425138 |
| 21,12                 | 937,3909235 | 1038,640923 | 225  | 339,425138 | 114,425138 |
| 21,13                 | 1100,676049 | 1201,926049 | 225  | 392,786291 | 167,786291 |
| 21,14                 | 2883,756651 | 2985,006651 | 225  | 975,49237  | 750,49237  |
| Pasillo               | 1509,722735 | 1590,722735 | 180  | 519,844031 | 339,844031 |
| Secretaría            | 9972,83778  | 10782,83778 | 1800 | 3523,8032  | 1723,8032  |
| Sala reuniones 2 25.1 | 8681,935039 | 8965,435039 | 630  | 2929,88073 | 2299,88073 |
| 25,2                  | 7567,972944 | 8033,722944 | 1035 | 2625,39965 | 1590,39965 |
| Pasillo               | 1248,7716   | 1451,2716   | 450  | 474,271765 | 24,2717647 |

Tabla 42: caudal impulsión y retorno

La siguiente tabla muestra un resumen dividiendo por plantas y diferenciando los módulos climatizados por fan-coils de los solo climatizadores.

|                | Q ventilación |           |
|----------------|---------------|-----------|
| Planta baja    | 1665          |           |
| Primera planta | 2250          |           |
| Segunda planta | 3420          |           |
|                | Q impulsión   | Q retorno |
| Climatizador 1 | 16456,4       | 8221,4    |
| Climatizador 2 | 16959         | 9309      |
| Climatizador 3 | 17892,2       | 5562,2    |

Tabla 43: Cálculo caudales

## 6.2. Conductos

Tras obtener los caudales se calculan los conductos necesarios de la instalación.

Los circuitos se dividen de la siguiente forma:

- Planta baja
  - Impulsión b.1
  - Retorno b.1
  - Impulsión b.2
  - Retorno b.2
  - Impulsión b.3
  - Retorno b.3
- Primera planta
  - Impulsión 1.1
  - Retorno 1.1
  - Impulsión 1.2
  - Retorno 1.2
  - Impulsión 1.3
  - Retorno 1.3

- Segunda planta
  - Impulsión 2.1
  - Retorno 2.1
  - Impulsión 2.2
  - Retorno 2.2
  - Impulsión 2.3
  - Retorno 2.3

Los circuito impulsión y retorno 1.2 y 1.3 coinciden con los circuitos impulsión y retorno 2.2 y 2.3 respectivamente.

El primer paso es obtener el diámetro equivalente. Entrando en vertical con el caudal previamente obtenido en el diagrama que se encuentra en el [Anexo 2.3](#) se obtiene dicho diámetro. Hay que tener en cuenta las siguientes restricciones:

- La velocidad del aire tiene que ser menor que 10m/s en el interior del conductos.
- La pérdida de carga será inferior a 0,1 mm.c.a/ml.

Posteriormente la sección circular se transforma en sección rectangular a igual pérdida de carga usando el diagrama que se encuentra en el [Anexo 2.4](#).

Teniendo en cuenta todo lo anterior se obtienen las siguientes tablas de dimensionamiento de los conductos de aire.

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (mm) | a x b (mm) | Long. (m) |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| 1-4   | 575,5                 | 230        | 200x200    | 3,93      |
| 2-4   | 575,5                 | 230        | 200x200    | 1,33      |
| 3-4   | 575,5                 | 230        | 200x200    | 3,87      |
| 4-5   | 1726,5                | 360        | 310x220    | 9,33      |
| 6-8   | 831,61                | 300        | 270x210    | 5,71      |
| 7-8   | 831,61                | 300        | 270x210    | 1,57      |
| 8-10  | 1663,22               | 340        | 310x220    | 4,14      |
| 9-10  | 831,61                | 300        | 270x210    | 1,57      |
| 10-12 | 2494,83               | 400        | 380x300    | 4,14      |
| 11-12 | 831,61                | 300        | 270x210    | 1,57      |
| 12-14 | 3326,44               | 450        | 410x300    | 4,14      |
| 13-14 | 831,61                | 300        | 270x210    | 1,57      |
| 14-5  | 4158,05               | 500        | 450x300    | 3,07      |
| 15-5  | 831,61                | 300        | 270x210    | 2,64      |
| 16-17 | 316,55                | 180        | 160x160    | 2,62      |
| 5-16  | 4989,66               | 500        | 450x300    | 6,74      |
| 16-18 | 5306,21               | 550        | 500x300    | 1,91      |

Tabla 44: Circuito impulsión b.1

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (mm) | a x b (mm) | Long. (m) |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| 6-8   | 569,11                | 230        | 200x200    | 5,71      |
| 7-8   | 569,11                | 230        | 200x200    | 1,57      |
| 8-10  | 1138,22               | 300        | 270x210    | 4,14      |
| 9-10  | 569,11                | 230        | 200x200    | 1,57      |
| 10-12 | 1707,33               | 340        | 310x220    | 4,14      |
| 11-12 | 569,11                | 230        | 200x200    | 1,57      |
| 12-14 | 2276,44               | 400        | 380x300    | 4,14      |
| 13-14 | 569,11                | 230        | 200x200    | 1,57      |
| 14-5  | 2845,55               | 400        | 380x300    | 3,07      |
| 15-5  | 569,11                | 230        | 200x200    | 2,64      |
| 5-18  | 3414,66               | 500        | 450x300    | 8,65      |

Tabla 45: Circuito retorno b.1

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (mm) | a x b (mm) | Long. (m) |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| 1-9   | 316,55                | 180        | 160x160    | 9,04      |
| 2-10  | 714,38                | 240        | 220x200    | 3,76      |
| 3-10  | 714,38                | 240        | 220x200    | 0,7       |
| 5-7   | 714,38                | 240        | 220x200    | 3,68      |
| 6-7   | 714,38                | 240        | 220x200    | 0,62      |
| 4-8   | 714,38                | 240        | 220x200    | 1,064     |
| 7-8   | 1428,76               | 320        | 280x300    | 2,55      |
| 8-9   | 2143,14               | 380        | 340x300    | 1,95      |
| 10-9  | 2459,69               | 400        | 380x300    | 2,77      |
| 10-13 | 3888,45               | 450        | 410x300    | 8,05      |
| 11-13 | 653,55                | 240        | 220x200    | 1,61      |
| 12-13 | 653,55                | 240        | 220x200    | 1,26      |
| 13-14 | 5195,55               | 550        | 500x300    | 4,53      |

Tabla 46: Circuito impulsión b.2

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (mm) | a x b (mm) | Long. (m) |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| 2-10  | 516,38                | 220        | 200x200    | 3,76      |
| 3-10  | 516,38                | 220        | 200x200    | 0,7       |
| 5-7   | 516,38                | 220        | 200x200    | 3,68      |
| 6-7   | 516,38                | 220        | 200x200    | 0,62      |
| 4-8   | 516,38                | 220        | 200x200    | 1,064     |
| 7-8   | 1032,76               | 280        | 250x200    | 2,55      |
| 8-10  | 1549,14               | 340        | 310x220    | 4,77      |
| 10-14 | 2581,9                | 400        | 380x300    | 15,45     |

Tabla 47: Circuito retorno b.2

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (mm) | a x b (mm) | Long. (m) |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| 1-2   | 1249,6                | 300        | 270x210    | 5,58      |
| 3-2   | 1249,6                | 300        | 270x210    | 1,88      |
| 4-5   | 1249,6                | 300        | 270x210    | 1,88      |
| 6-7   | 1249,6                | 300        | 270x210    | 1,88      |
| 8-9   | 1249,6                | 300        | 270x210    | 1,88      |
| 10-11 | 1249,6                | 300        | 270x210    | 4,5       |
| 2-5   | 2499,2                | 400        | 380x300    | 3,7       |
| 5-7   | 3748,8                | 450        | 410x300    | 3,7       |
| 7-9   | 4998,4                | 500        | 450x300    | 3,7       |
| 9-11  | 6248                  | 550        | 500x300    | 1,08      |
| 11-13 | 653,55                | 240        | 220x200    | 5,15      |
| 12-13 | 653,55                | 240        | 220x200    | 1,21      |
| 13-14 | 1307,1                | 320        | 280x300    | 3         |
| 14-15 | 7555,1                | 600        | 560x300    | 2,45      |

Tabla 48: Circuito impulsión b.3

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (mm) | a x b (mm) | Long. (m) |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| 1-2   | 274,5                 | 180        | 160x160    | 5,58      |
| 3-2   | 274,5                 | 180        | 160x160    | 1,88      |
| 4-5   | 274,5                 | 180        | 160x160    | 1,88      |
| 6-7   | 274,5                 | 180        | 160x160    | 1,88      |
| 8-9   | 274,5                 | 180        | 160x160    | 1,88      |
| 10-11 | 274,5                 | 180        | 160x160    | 4,5       |
| 2-5   | 549                   | 220        | 200x200    | 3,7       |
| 5-7   | 823,5                 | 260        | 240x200    | 3,7       |
| 7-9   | 1098                  | 280        | 250x200    | 3,7       |
| 9-15  | 1372,5                | 320        | 280x300    | 12,89     |

Tabla 49: Circuito retorno b.3

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (cm) | a x b (cm) | Long. (m) |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| 1-5   | 1145,9                | 300        | 270x210    | 5,88      |
| 4-5   | 1145,9                | 300        | 270x210    | 0,966     |
| 2-6   | 1145,9                | 300        | 270x210    | 5,51      |
| 3-6   | 1145,9                | 300        | 270x210    | 1,814     |
| 5-6   | 2291,8                | 380        | 340x300    | 0,6       |
| 6-27  | 4583,6                | 500        | 450x300    | 17,65     |
| 7-9   | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 8-9   | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 10-12 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 11-12 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 13-15 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 14-15 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 16-18 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 17-18 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |

|       |          |     |         |       |
|-------|----------|-----|---------|-------|
| 21-23 | 340      | 200 | 180x180 | 4,5   |
| 22-23 | 340      | 200 | 180x180 | 0,732 |
| 24-26 | 340      | 200 | 180x180 | 4,5   |
| 25-26 | 340      | 200 | 180x180 | 0,732 |
| 28-30 | 978,3    | 280 | 250x200 | 4,5   |
| 29-30 | 978,3    | 280 | 250x200 | 0,732 |
| 9-12  | 680      | 240 | 220x200 | 5,18  |
| 12-15 | 1360     | 320 | 280x300 | 5,18  |
| 15-18 | 2040     | 360 | 310x220 | 5,18  |
| 18-19 | 2720     | 400 | 380x300 | 1,46  |
| 20-19 | 497      | 220 | 200x200 | 2,2   |
| 19-23 | 3217     | 450 | 410x300 | 3,35  |
| 23-26 | 3897     | 400 | 380x300 | 5,18  |
| 26-27 | 4577     | 500 | 450x300 | 2,1   |
| 30-31 | 1956,6   | 360 | 310x220 | 5,18  |
| 27-31 | 9160,6   | 650 | 580x520 | 1,9   |
| 31-33 | 11431,13 | 700 | 600x520 | 6,3   |

Tabla 50: Circuito impulsión 1.1

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (cm) | a x b (cm) | Long. (m) |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| 7-9   | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 8-9   | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 10-12 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 11-12 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 13-15 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 14-15 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 16-18 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 17-18 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 21-23 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 22-23 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 24-26 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 25-26 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 28-30 | 748,8                 | 260        | 240x200    | 4,5       |
| 29-30 | 748,8                 | 260        | 240x200    | 0,732     |
| 9-12  | 220                   | 160        | 170x120    | 5,18      |
| 12-15 | 440                   | 200        | 180x180    | 5,18      |
| 15-18 | 660                   | 240        | 220x200    | 5,18      |
| 18-23 | 880                   | 280        | 250x200    | 5,18      |
| 23-26 | 1100                  | 300        | 270x210    | 5,18      |
| 26-31 | 1320                  | 320        | 280x300    | 4,02      |
| 30-31 | 1497,6                | 340        | 310x220    | 5,18      |
| 31-33 | 2817,6                | 450        | 410x300    | 6,3       |

Tabla 51: Circuito retorno 1.1



| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (cm) | a x b (cm) | Long. (m) |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| 1-3   | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 2-3   | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 4-6   | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 5-6   | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 7-9   | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 8-9   | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 1-9   | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 11-13 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 15-17 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 16-17 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 18-20 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 19-20 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 21-23 | 978,3                 | 280        | 250x200    | 4,5       |
| 22-23 | 978,3                 | 280        | 250x200    | 0,732     |
| 3-6   | 680                   | 240        | 220x200    | 5,18      |
| 6-9   | 1360                  | 320        | 280x300    | 5,18      |
| 9-13  | 2040                  | 380        | 340x300    | 5,18      |
| 13-14 | 2720                  | 400        | 380x300    | 1,46      |
| 12-14 | 497                   | 220        | 200x200    | 2,2       |
| 14-17 | 3217                  | 450        | 410x300    | 3,35      |
| 17-20 | 3897                  | 450        | 410x300    | 5,18      |
| 20-25 | 4577                  | 500        | 450x300    | 2,1       |
| 23-25 | 1956,6                | 360        | 310x220    | 5,18      |
| 24-25 | 313,93                | 180        | 160x160    | 14,86     |
| 25-28 | 6847,53               | 550        | 500x300    | 10,1      |
| 26-28 | 501                   | 220        | 200x200    | 0,648     |
| 27-29 | 501                   | 220        | 200x200    | 1,55      |
| 28-29 | 7348,53               | 600        | 560x300    | 1,811     |
| 29-30 | 7849,53               | 600        | 560x300    | 6,95      |

Tabla 52: Circuito impulsión 1.2

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (cm) | a x b (cm) | Long. (m) |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| 1-3   | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 2-3   | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 4-6   | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 5-6   | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 7-9   | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 8-9   | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 1-9   | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 11-13 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 15-17 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 16-17 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 18-20 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 19-20 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 21-23 | 748,8                 | 260        | 240x200    | 4,5       |
| 22-23 | 748,8                 | 260        | 240x200    | 0,732     |
| 3-6   | 220                   | 160        | 170x120    | 5,18      |

|       |        |     |         |       |
|-------|--------|-----|---------|-------|
| 6-9   | 440    | 200 | 180x180 | 5,18  |
| 9-13  | 660    | 240 | 220x200 | 5,18  |
| 13-17 | 880    | 260 | 240x200 | 5,18  |
| 17-20 | 1100   | 280 | 250x200 | 5,18  |
| 20-25 | 1320   | 300 | 270x210 | 2,1   |
| 23-25 | 1497,6 | 320 | 280x300 | 5,18  |
| 25-30 | 2817,6 | 400 | 380x300 | 18,86 |

Tabla 53: Circuito retorno 1.2

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (cm) | a x b (cm) | Long. (m) |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| 1-3   | 910                   | 280        | 250x200    | 1,28      |
| 2-3   | 910                   | 280        | 250x200    | 1,86      |
| 4-6   | 910                   | 280        | 250x200    | 1,28      |
| 5-6   | 910                   | 280        | 250x200    | 1,86      |
| 3-6   | 1820                  | 360        | 310x220    | 4,45      |
| 6-7   | 3640                  | 450        | 410x300    | 5,88      |
| 8-7   | 497                   | 220        | 200x200    | 0,25      |
| 9-10  | 1169,3                | 280        | 250x200    | 3,96      |
| 11-10 | 1169,3                | 280        | 250x200    | 1,167     |
| 13-12 | 1169,3                | 280        | 250x200    | 1,167     |
| 7-12  | 4137                  | 550        | 500x300    | 4,14      |
| 10-12 | 2338,6                | 380        | 340x300    | 2,8       |
| 12-16 | 7644,9                | 600        | 560x300    | 5,91      |
| 14-16 | 501                   | 220        | 200x200    | 1,08      |
| 15-17 | 501                   | 220        | 200x200    | 2,59      |
| 16-17 | 8145,9                | 600        | 560x300    | 1,11      |
| 17-18 | 8646,9                | 650        | 580x520    | 1,58      |

Tabla 54: Circuito impulsión 1.3

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (cm) | a x b (cm) | Long. (m) |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| 1-3   | 291,3                 | 180        | 160x160    | 1,28      |
| 2-3   | 291,3                 | 180        | 160x160    | 1,86      |
| 4-6   | 291,3                 | 180        | 160x160    | 1,28      |
| 5-6   | 291,3                 | 180        | 160x160    | 1,86      |
| 3-6   | 582,6                 | 220        | 200x200    | 4,45      |
| 6-7   | 1165,2                | 300        | 270x210    | 5,88      |
| 8-7   | 47                    | 100        | 100x100    | 0,25      |
| 9-10  | 689,36                | 240        | 220x200    | 3,96      |
| 11-10 | 689,36                | 240        | 220x200    | 1,167     |
| 13-12 | 689,36                | 240        | 220x200    | 1,167     |
| 7-12  | 1212,2                | 300        | 270x210    | 4,14      |
| 10-12 | 1378,72               | 320        | 270x270    | 2,8       |
| 12-18 | 2590,92               | 400        | 380x300    | 12,27     |

Tabla 55: Circuito retorno 1.3

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (cm) | a x b (cm) | Long. (m) |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| 1-2   | 1054,5                | 280        | 250x200    | 5,9       |
| 3-2   | 1054,5                | 280        | 250x200    | 3,159     |
| 2-4   | 2109                  | 360        | 310x220    | 1,57      |
| 5-4   | 581                   | 220        | 200x200    | 1,7       |
| 4-9   | 2690                  | 400        | 380x300    | 6,75      |
| 6-8   | 922,8                 | 280        | 250x200    | 5,9       |
| 7-8   | 922,8                 | 280        | 250x200    | 1,425     |
| 8-9   | 1845,6                | 360        | 310x220    | 1,55      |
| 9-34  | 4535,6                | 500        | 450x300    | 11,64     |
| 10-12 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 11-12 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 13-15 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 14-15 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 16-18 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 17-18 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 19-22 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 20-22 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 24-26 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 25-26 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 27-29 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       |
| 28-29 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     |
| 30-31 | 978,3                 | 280        | 250x200    | 4,5       |
| 32-31 | 978,3                 | 280        | 250x200    | 0,732     |
| 12-15 | 680                   | 240        | 220x200    | 5,18      |
| 15-18 | 1360                  | 320        | 280x300    | 5,18      |
| 18-22 | 2040                  | 380        | 340x300    | 5,18      |
| 22-23 | 2720                  | 400        | 380x300    | 1,46      |
| 21-23 | 497                   | 220        | 200x200    | 2,2       |
| 23-26 | 3217                  | 450        | 410x300    | 3,35      |
| 26-29 | 3897                  | 450        | 410x300    | 5,18      |
| 29-34 | 4577                  | 500        | 450x300    | 2,1       |
| 31-33 | 1956,6                | 360        | 310x220    | 5,18      |
| 34-33 | 9112,6                | 600        | 560x300    | 1,9       |
| 33-35 | 9426,53               | 650        | 580x520    | 6,3       |

Tabla 56: Circuito impulsión 2.1

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (cm) | a x b (cm) | Long. (m) |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|
| 10-12 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 11-12 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 13-15 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 14-15 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 16-18 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 17-18 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 19-22 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |
| 20-22 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     |
| 24-26 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       |

|       |        |     |         |       |
|-------|--------|-----|---------|-------|
| 25-26 | 110    | 120 | 120x120 | 0,732 |
| 27-29 | 110    | 120 | 120x120 | 4,5   |
| 28-29 | 110    | 120 | 120x120 | 0,732 |
| 30-31 | 748,8  | 260 | 240x200 | 4,5   |
| 32-31 | 748,8  | 260 | 240x200 | 0,732 |
| 12-15 | 220    | 160 | 170x120 | 5,18  |
| 15-18 | 440    | 200 | 180x180 | 5,18  |
| 18-22 | 660    | 240 | 220x200 | 5,18  |
| 22-23 | 880    | 260 | 240x200 | 1,46  |
| 23-26 | 1100   | 280 | 250x200 | 2,2   |
| 26-29 | 1320   | 300 | 270x210 | 3,35  |
| 29-33 | 1540   | 340 | 310x220 | 5,18  |
| 31-33 | 1497,6 | 340 | 310x220 | 2,1   |
| 33-35 | 3037,6 | 450 | 410x300 | 6,3   |

*Tabla 57: Circuito retorno 2.1*

## 7. Ventiladores

Los ventiladores son los encargados de impulsar el aire por los conductos. Son de tipo centrífugo y al formar parte de los climatizadores no es necesario seleccionar ningún modelo.

Son necesarios seis ventiladores, dos por cada climatizador, uno de impulsión y otro de retorno.

Para su selección se tiene en cuenta el caudal máximo del circuito y la pérdida de carga más desfavorable, que suele coincidir con el tramo más alejado de los ventiladores.

En el [Anexo 1.5](#) se adjuntan las tablas de las pérdidas de carga por cada tramo.

Las siguientes tablas muestran el caudal y la pérdida de carga que tiene que combatir cada ventilador:

| Climatizador 1                         |        |
|----------------------------------------|--------|
| Q máximo impulsión (m <sup>3</sup> /h) | 9426.5 |
| Pérdida de carga (mm.c.a)              | 10.28  |
| Q máximo retorno (m <sup>3</sup> /h)   | 2817.6 |
| Pérdida de carga (mm.c.a)              | 7.015  |

Tabla 58: Ventiladores del climatizador 1

| Climatizador 2                         |         |
|----------------------------------------|---------|
| Q máximo impulsión (m <sup>3</sup> /h) | 7849.53 |
| Pérdida de carga (mm.c.a)              | 9.3     |
| Q máximo retorno (m <sup>3</sup> /h)   | 2817.6  |
| Pérdida de carga (mm.c.a)              | 8.66    |

Tabla 59: Ventiladores del climatizador 2

| Climatizador 3                         |         |
|----------------------------------------|---------|
| Q máximo impulsión (m <sup>3</sup> /h) | 7555.1  |
| Pérdida de carga (mm.c.a)              | 3.95    |
| Q máximo retorno (m <sup>3</sup> /h)   | 2590.92 |
| Pérdida de carga (mm.c.a)              | 3.91    |

Tabla 60: Ventiladores climatizador 3

## 8. Difusores

Los difusores se encargan de la distribución del aire por los módulos que se acondicionan mediante climatizadores. Los fan-coils ya tienen incorporados un sistema de difusión por lo que no es necesario seleccionar difusores para estos módulos.

La distribución del aire mediante los difusores se realiza de la forma más simétrica posible así se asegura que la superficie de acción de estos elementos abarque el área total de cada módulo a climatizar. Hay que asegurarse que los caudales de impulsión no se superpongan para no generar ningún efecto de turbulencia que pueda resultar molesto para las personas que se encuentren en el módulo.

Los difusores se localizan en el falso techo de la instalación. Hay que instalar 3 difusores por cada módulo donde se utilicen climatizadores.

La selección de los difusores se realiza con el catálogo de Trox Technik (se encuentra en [Anexo 3.3](#)) teniendo en cuenta las siguientes restricciones:

- La velocidad máxima del aire es de 7 m/s.
- El nivel máximo de ruido es de 35 dB.

Considerando el caudal de impulsión y las restricciones anteriores obtenemos las siguientes tablas donde se muestran los difusores escogidos.

|                | <b>Q imp<br/>(m<sup>3</sup>/h)</b> | <b>Tipo</b> | <b>Modelo</b> | <b>Diámetro<br/>(mm)</b> | <b>Q<br/>(m<sup>3</sup>/h)</b> | <b>V<br/>(m/s)</b> | <b>dB</b> | <b>Número</b> |
|----------------|------------------------------------|-------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------|-----------|---------------|
| Climatizador 1 | 16456,385                          | Lineal      | ALS15-2       | 123                      | 125                            | 0.65               | 31        | 153           |
| Climatizador 2 | 16958,912                          | Lineal      | ALS15-2       | 123                      | 125                            | 0.65               | 31        | 153           |
| Climatizador 3 | 17892,173                          | Lineal      | ALS20-3       | 198                      | 280                            | 0.61               | 31        | 66            |

Tabla 61: Difusores

Se necesitan un total de 372 difusores.

## 9. Rejillas

Las rejillas se encargan de extraer el aire retorno del local. Se necesita una rejilla por cada fan-coil instalado.

El cálculo se realiza con la siguiente ecuación:

$$V = v * A * f * 3600$$

Donde:

- V: caudal de retorno en m<sup>3</sup>/h
- v: velocidad efectiva del aire en m/s
- A: sección efectiva de salida del aire en m<sup>2</sup>
- f: factor de corrección

La velocidad del aire por la rejilla no puede ser mayor de 2 m/s, por lo que v=2m/s.

Al tratarse de la serie AE el factor de corrección es de 1,6.

Sustituyendo estos datos y despejando de la anterior ecuación obtenemos:

$$A (m^2) = \frac{Q_{retorno}}{3600 * 2 * 1,6}$$

La siguiente tabla muestra la sección necesaria para cada módulo así como las rejillas utilizadas obtenidas del catálogo de Trox Technik que se encuentra en el [Anexo 3.4](#).

| Módulo              | Q retorno (m3/h) | Área rejilla | Modelo  | A catálogo | Número de rejillas |
|---------------------|------------------|--------------|---------|------------|--------------------|
| Oficina             | 1321,487346      | 0,11471244   | 525x125 | 0,043      | 3                  |
| Recepción           | 3414,66585       | 0,29641197   | 625x125 | 0,052      | 6                  |
| Pasillo             | 48,10351307      | 0,00417565   | 225x125 | 0,017      | 2                  |
| Vestíbulo 1         | 2581,911275      | 0,22412424   | 625x125 | 0,052      | 5                  |
| Vestíbulo 2         | 1939,190719      | 0,16833253   | 525x125 | 0,043      | 4                  |
| Salón de actos      | 1647,448333      | 0,14300767   | 325x125 | 0.026      | 6                  |
| Sala de reuniones 1 | 3593,890843      | 0,31196969   | 825x125 | 0,07       | 5                  |
| Mesas empleados 8.1 | 640,2799706      | 0,05557986   | 425x125 | 0,035      | 2                  |
| 8,2                 | 154,1438497      | 0,01338054   | 225x125 | 0,017      | 1                  |
| 8,3                 | 104,0637908      | 0,00903332   | 225x125 | 0,017      | 1                  |
| 8,4                 | 104,0637908      | 0,00903332   | 225x125 | 0,017      | 1                  |
| 8,5                 | 111,8001958      | 0,00970488   | 225x125 | 0,017      | 1                  |
| 8,6                 | 123,8988387      | 0,01075511   | 225x125 | 0,017      | 1                  |
| 8,7                 | 186,320344       | 0,01617364   | 225x125 | 0,017      | 1                  |
| 8,8                 | 198,8326584      | 0,01725978   | 325x125 | 0,026      | 1                  |
| 8,9                 | 135,8325357      | 0,01179102   | 225x125 | 0,017      | 1                  |
| 8,10                | 101,3373693      | 0,00879665   | 225x125 | 0,017      | 1                  |
| 8,11                | 104,0637908      | 0,00903332   | 225x125 | 0,017      | 1                  |

|                           |             |            |         |       |   |
|---------------------------|-------------|------------|---------|-------|---|
| 8,12                      | 104,0637908 | 0,00903332 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 8,13                      | 154,1438497 | 0,01338054 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 8,14                      | 751,3943497 | 0,0652252  | 425x125 | 0,035 | 2 |
| Pasillo                   | 316,2303922 | 0,02745055 | 425x125 | 0,035 | 1 |
| Sala de descanso          | 42,8623366  | 0,00372069 | 225x125 | 0,017 | 2 |
| Mesas empleados 2 11.1    | 748,8368333 | 0,0650032  | 425x125 | 0,035 | 2 |
| 11,2                      | 154,1438497 | 0,01338054 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 11,3                      | 104,0637908 | 0,00903332 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 11,4                      | 104,0637908 | 0,00903332 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 11,5                      | 104,0637908 | 0,00903332 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 11,6                      | 120,6753367 | 0,01047529 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 11,7                      | 108,5716402 | 0,00942462 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 11,8                      | 118,8810285 | 0,01031953 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 11,9                      | 131,2830674 | 0,0113961  | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 11,10                     | 101,3373693 | 0,00879665 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 11,11                     | 104,0637908 | 0,00903332 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 11,12                     | 104,0637908 | 0,00903332 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 11,13                     | 154,1438497 | 0,01338054 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 11,14                     | 736,0152647 | 0,06389021 | 425x125 | 0,035 | 2 |
| Pasillo                   | 316,2303922 | 0,02745055 | 425x125 | 0,035 | 1 |
| Sala control              | 1329,692588 | 0,1154247  | 425x125 | 0,035 | 4 |
| Comedor 14.1              | 2068,078294 | 0,17952069 | 825x125 | 0,07  | 3 |
| 14.2                      | 1165,268039 | 0,10115174 | 325x125 | 0,026 | 4 |
| Pasillo                   | 47,05730696 | 0,00408484 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| Despacho presidente       | 1704,096007 | 0,147925   | 625x225 | 0,106 | 2 |
| Despacho vicepresidente   | 1485,645155 | 0,12896225 | 625x225 | 0,106 | 2 |
| Pasillo                   | 311,3346029 | 0,02702557 | 425x125 | 0,035 | 1 |
| Despachos directores 19,1 | 750,4923697 | 0,06514691 | 425x125 | 0,035 | 2 |
| 19,2                      | 167,7862906 | 0,01456478 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 19,3                      | 114,4251384 | 0,00993274 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 19,4                      | 114,4251384 | 0,00993274 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 19,5                      | 122,1615433 | 0,0106043  | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 19,6                      | 134,2601863 | 0,01165453 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 19,7                      | 198,6676165 | 0,01724545 | 325x125 | 0,026 | 1 |
| 19,8                      | 210,9784602 | 0,0183141  | 325x125 | 0,026 | 1 |
| 19,9                      | 146,1938833 | 0,01269044 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 19,10                     | 111,5548092 | 0,00968358 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 19,11                     | 114,4251384 | 0,00993274 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 19,12                     | 114,4251384 | 0,00993274 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 19,13                     | 167,7862906 | 0,01456478 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 19,14                     | 765,8714547 | 0,0664819  | 425x125 | 0,035 | 2 |
| Pasillo                   | 339,8440311 | 0,02950035 | 425x125 | 0,035 | 1 |
| Sala de espera            | 96,39721879 | 0,00836781 | 225x125 | 0,017 | 2 |
| Mesas empleados 3 21,1    | 763,3139384 | 0,06625989 | 425x125 | 0,035 | 2 |
| 21,2                      | 167,7862906 | 0,01456478 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 21,3                      | 114,4251384 | 0,00993274 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 21,4                      | 114,4251384 | 0,00993274 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 21,5                      | 114,4251384 | 0,00993274 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 21,6                      | 131,0366842 | 0,01137471 | 225x125 | 0,017 | 1 |



|                       |             |            |         |       |   |
|-----------------------|-------------|------------|---------|-------|---|
| 21,7                  | 182,2546186 | 0,01582071 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 21,8                  | 188,7239774 | 0,01638229 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 21,9                  | 141,6444149 | 0,01229552 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 21,10                 | 111,5548092 | 0,00968358 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 21,11                 | 114,4251384 | 0,00993274 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 21,12                 | 114,4251384 | 0,00993274 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 21,13                 | 167,7862906 | 0,01456478 | 225x125 | 0,017 | 1 |
| 21,14                 | 750,4923697 | 0,06514691 | 425x125 | 0,035 | 2 |
| Pasillo               | 339,8440311 | 0,02950035 | 425x125 | 0,035 | 1 |
| Secretaría            | 1723,803196 | 0,14963569 | 625x225 | 0,106 | 2 |
| Sala reuniones 2 25.1 | 2299,880732 | 0,19964242 | 825x125 | 0,07  | 3 |
| 25,2                  | 1590,399655 | 0,13805553 | 325x125 | 0,026 | 4 |
| Pasillo               | 24,27176466 | 0,00210692 | 225x125 | 0,017 | 1 |

Tabla 62: Rejillas

En total se necesitan:

| Modelo       | Cantidad   |
|--------------|------------|
| 225x125      | 51         |
| 325x125      | 17         |
| 425x125      | 25         |
| 525x125      | 7          |
| 625x125      | 17         |
| 825x125      | 11         |
| <b>Total</b> | <b>128</b> |

Tabla 63: Resumen rejillas

## 10. Equipo frigorífico

|                           | Pot.<br>Frigorífica<br>(W) | Q agua fría<br>(l/h) |                       | Pot.<br>Frigorífica<br>(W) | Q agua<br>fría (l/h) |
|---------------------------|----------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------------|----------------------|
| <b>Planta Baja</b>        | 6476,52                    | 1113,76              | <b>Segunda planta</b> | 7838,14                    | 1347,92              |
|                           | 19049,51                   | 3275,93              |                       | 6863,65                    | 1180,33              |
|                           | 2733,10                    | 470,01               |                       | 2290,39                    | 393,88               |
|                           | 13524,00                   | 2325,71              |                       | 3656,19                    | 628,75               |
|                           | 9857,21                    | 1695,13              |                       | 1582,47                    | 272,14               |
|                           | 31482,05                   | 5413,94              |                       | 1392,57                    | 239,48               |
| <b>Primera<br/>planta</b> | 17125,41                   | 2945,04              |                       | 1392,57                    | 239,48               |
|                           | 3263,97                    | 561,30               |                       | 1420,10                    | 244,21               |
|                           | 1533,92                    | 263,79               |                       | 1463,15                    | 251,62               |
|                           | 1355,69                    | 233,14               |                       | 1692,37                    | 291,03               |
|                           | 1355,69                    | 233,14               |                       | 1736,18                    | 298,57               |
|                           | 1383,22                    | 237,87               |                       | 1505,62                    | 258,92               |
|                           | 1426,28                    | 245,28               |                       | 1382,35                    | 237,72               |
|                           | 1648,42                    | 283,48               |                       | 1392,57                    | 239,48               |
|                           | 1692,95                    | 291,14               |                       | 1392,57                    | 239,48               |
|                           | 1468,75                    | 252,58               |                       | 1582,47                    | 272,14               |
|                           | 1345,99                    | 231,47               |                       | 3710,92                    | 638,16               |
|                           | 1355,69                    | 233,14               |                       | 1997,71                    | 343,54               |
|                           | 1355,69                    | 233,14               |                       | 2904,97                    | 499,57               |
|                           | 1533,92                    | 263,79               |                       | 3701,82                    | 636,60               |
|                           | 3659,40                    | 629,30               |                       | 1582,47                    | 272,14               |
|                           | 1913,68                    | 329,09               |                       | 1392,57                    | 239,48               |
|                           | 2714,45                    | 466,80               |                       | 1392,57                    | 239,48               |
|                           | 3650,30                    | 627,74               |                       | 1392,57                    | 239,48               |
|                           | 1533,92                    | 263,79               |                       | 1451,68                    | 249,64               |
|                           | 1355,69                    | 233,14               |                       | 1633,96                    | 280,99               |
|                           | 1355,69                    | 233,14               |                       | 1656,98                    | 284,95               |
|                           | 1355,69                    | 233,14               |                       | 1489,43                    | 256,14               |
|                           | 1414,81                    | 243,30               |                       | 1382,35                    | 237,72               |
|                           | 1371,73                    | 235,90               |                       | 1392,57                    | 239,48               |
|                           | 1408,42                    | 242,21               |                       | 1392,57                    | 239,48               |
|                           | 1452,56                    | 249,80               |                       | 1582,47                    | 272,14               |
|                           | 1345,99                    | 231,47               |                       | 3656,19                    | 628,75               |
|                           | 1355,69                    | 233,14               |                       | 1997,71                    | 343,54               |
|                           | 1355,69                    | 233,14               |                       | 14017,45                   | 2410,57              |
|                           | 1533,92                    | 263,79               |                       | 10943,75                   | 1881,99              |
|                           | 3604,67                    | 619,89               |                       | 10192,50                   | 1752,79              |
|                           | 1913,68                    | 329,09               |                       | 2057,08                    | 353,75               |
|                           | 7688,14                    | 1322,12              |                       |                            |                      |
|                           | 13666,09                   | 2350,14              |                       |                            |                      |
|                           | 14985,80                   | 2577,09              |                       |                            |                      |
|                           | 2138,17                    | 367,70               |                       |                            |                      |

Tabla 64: Potencia frigorífica por módulo

Para elegir el equipo frigorífico de este proyecto tenemos en cuenta tanto la potencia frigorífica de los fan-coils como de los climatizadores.

La tabla anterior muestra esa potencia para cada módulo. La suma asciende a un total de potencia frigorífica de 305247,76 W y caudal de agua fría de 52493,17 l/h.

El equipo seleccionado es:

| Equipo frigorífico |           |
|--------------------|-----------|
| Marca              | Carrier   |
| Modelo             | 30xAS 342 |
| Cantidad           | 1         |
| Potencia nominal   | 334 KW    |

*Tabla 65: Selección equipo frigorífico*

En el [Anexo 3.5](#) se puede observar con más detalle las características del equipo.

## 11. Caldera

|                           | Pot.<br>Calorífica<br>(W) | Q agua<br>caliente<br>(l/h) |                           | Pot.<br>Calorífica<br>(W) | Q agua<br>caliente<br>(l/h) |
|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <b>Planta Baja</b>        | 4267,05                   | 426,70                      | <b>Segunda<br/>planta</b> | 7509,41                   | 750,94                      |
|                           | 27051,48                  | 2705,15                     |                           | 6075,01                   | 607,50                      |
|                           | 3582,74                   | 358,27                      |                           | 6117,39                   | 611,74                      |
|                           | 16894,95                  | 1689,50                     |                           | 3167,40                   | 316,74                      |
|                           | 11139,42                  | 1113,94                     |                           | 909,62                    | 90,96                       |
|                           | 17162,27                  | 1716,23                     |                           | 977,73                    | 97,77                       |
| <b>Primera<br/>planta</b> | 20190,81                  | 2019,08                     |                           | 977,73                    | 97,77                       |
|                           | 2202,13                   | 220,21                      |                           | 980,99                    | 98,10                       |
|                           | 0,00                      | 0,00                        |                           | 989,14                    | 98,91                       |
|                           | 286,88                    | 28,69                       |                           | 3372,58                   | 337,26                      |
|                           | 286,88                    | 28,69                       |                           | 3282,54                   | 328,25                      |
|                           | 290,14                    | 29,01                       |                           | 928,83                    | 92,88                       |
|                           | 298,29                    | 29,83                       |                           | 963,24                    | 96,32                       |
|                           | 2549,32                   | 254,93                      |                           | 977,73                    | 97,77                       |
|                           | 2472,71                   | 247,27                      |                           | 977,73                    | 97,77                       |
|                           | 237,98                    | 23,80                       |                           | 909,62                    | 90,96                       |
|                           | 281,99                    | 28,20                       |                           | 3566,75                   | 356,67                      |
|                           | 286,88                    | 28,69                       |                           | 2844,22                   | 284,42                      |
|                           | 286,88                    | 28,69                       |                           | 3582,74                   | 358,27                      |
|                           | 0,00                      | 0,00                        |                           | 3566,75                   | 356,67                      |
|                           | 2601,48                   | 260,15                      |                           | 909,62                    | 90,96                       |
|                           | 1269,77                   | 126,98                      |                           | 977,73                    | 97,77                       |
|                           | 3582,74                   | 358,27                      |                           | 977,73                    | 97,77                       |
|                           | 2601,48                   | 260,15                      |                           | 980,99                    | 98,10                       |
|                           | 0,00                      | 0,00                        |                           | 954,91                    | 95,49                       |
|                           | 286,88                    | 28,69                       |                           | 3274,78                   | 327,48                      |
|                           | 286,88                    | 28,69                       |                           | 3209,19                   | 320,92                      |
|                           | 290,14                    | 29,01                       |                           | 901,12                    | 90,11                       |
|                           | 264,06                    | 26,41                       |                           | 963,24                    | 96,32                       |
|                           | 2451,52                   | 245,15                      |                           | 977,73                    | 97,77                       |
|                           | 2399,36                   | 239,94                      |                           | 977,73                    | 97,77                       |
|                           | 210,27                    | 21,03                       |                           | 909,62                    | 90,96                       |
|                           | 281,99                    | 28,20                       |                           | 3167,40                   | 316,74                      |
|                           | 286,88                    | 28,69                       |                           | 2844,22                   | 284,42                      |
|                           | 286,88                    | 28,69                       |                           | 16093,05                  | 1609,30                     |
|                           | 0,00                      | 0,00                        |                           | 10664,17                  | 1066,42                     |
|                           | 2202,13                   | 220,21                      |                           | 14350,81                  | 1435,08                     |
|                           | 1269,77                   | 126,98                      |                           | 1049,14                   | 104,91                      |
|                           | 11139,42                  | 1113,94                     |                           |                           |                             |
|                           | 6686,26                   | 668,63                      |                           |                           |                             |
|                           | 7796,29                   | 779,63                      |                           |                           |                             |
|                           | 145,07                    | 14,51                       |                           |                           |                             |

Tabla 66: Potencia calorífica por módulo

Las calderas suministras el agua caliente y la potencia calorífica necesaria en invierno demandada por los fan-coils y los climatizadores.

La suma asciende a un total de potencia calorífica de 272968,32 W y caudal de agua caliente de 27296,83 l/h.

El equipo seleccionado es:

| Caldera          |               |
|------------------|---------------|
| Marca            | Ygnis         |
| Modelo           | Varblok Eco   |
| Cantidad         | 1-dos módulos |
| Potencia nominal | 250-500KW     |

*Tabla 67: Selección caldera*

En el [Anexo 3.6](#) se puede observar con más detalle las características del equipo.

# ANEXOS

## Índice Anexos

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Cálculos.....                                                | 78  |
| 1.1. Cargas térmicas en invierno.....                           | 78  |
| 1.2. Cargas térmicas verano.....                                | 79  |
| 1.3. Cálculo climatizadores .....                               | 85  |
| 1.4. Cálculo pérdidas de carga en tuberías de agua .....        | 87  |
| 1.4.1 Verano .....                                              | 87  |
| 1.4.2 Invierno.....                                             | 89  |
| 1.5. Cálculo pérdidas de carga en conductos de aire .....       | 91  |
| 2. Diagramas.....                                               | 95  |
| 2.1. Diagrama psicométrico .....                                | 95  |
| 2.2. Diagramas de Moody .....                                   | 96  |
| 2.3. Pérdida de carga en conductos circulares .....             | 98  |
| 2.4. Transformación conductos circulares en rectangulares ..... | 99  |
| 3. Catálogos .....                                              | 100 |
| 3.1. Fan-coils.....                                             | 100 |
| 3.2. Bombas.....                                                | 103 |
| 3.3. Difusores.....                                             | 105 |
| 3.4. Rejillas .....                                             | 107 |
| 3.5. Grupo frigorífico .....                                    | 110 |
| 3.6. Caldera .....                                              | 113 |

## 1. Cálculos

### 1.1. Cargas térmicas en invierno

Ejemplo módulo pasillo en la segunda planta.

| MODULO    | ORIENT. | ancho<br>(m) | alto<br>(m) | Sup.bruta<br>(m2) | Descuento<br>(m2) | Sup.Neta<br>(m2) | K<br>(Kcal/hm2°C) | T <sup>aint</sup><br>-<br>T <sup>aext</sup><br>(°C) | fv   | C.p.regimen |
|-----------|---------|--------------|-------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------------------------------------------|------|-------------|
| CRISTAL   | N       | 8,3          | 3,00        | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 25,0                                                | 1,35 | 1,15        |
| CRISTAL   | NE      |              | 3,00        | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 25,0                                                | 1,35 | 1,15        |
| CRISTAL   | E       |              | 3,00        | 24,8              |                   | 24,8             | 2,90              | 25,0                                                | 1,25 | 1,10        |
| CRISTAL   | SE      |              | 3,00        | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 25,0                                                | 1,15 | 1,10        |
| CRISTAL   | S       |              | 3,00        | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 25,0                                                | 1,00 | 1,10        |
| CRISTAL   | SO      |              | 3,00        | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 25,0                                                | 1,10 | 1,10        |
| CRISTAL   | O       |              | 3,00        | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 25,0                                                | 1,20 | 1,15        |
| CRISTAL   | NO      |              | 3,00        | 0,0               |                   | 0,0              | 2,90              | 25,0                                                | 1,25 | 1,15        |
| MURO EXT. | N       | 2,0          | 3,00        | 6,0               |                   | 6,0              | 0,49              | 25,0                                                | 1,20 | 1,15        |
| MURO EXT. | NE      |              | 3,00        | 0,0               |                   | 0,0              | 0,49              | 25,0                                                | 1,20 | 1,15        |
| MURO EXT. | E       |              | 3,00        | 0,0               |                   | 0,0              | 0,49              | 25,0                                                | 1,25 | 1,10        |
| MURO EXT. | SE      |              | 3,00        | 0,0               |                   | 0,0              | 0,49              | 25,0                                                | 1,10 | 1,10        |
| MURO EXT. | S       |              | 3,00        | 0,0               |                   | 0,0              | 0,49              | 25,0                                                | 1,00 | 1,10        |
| MURO EXT. | SO      |              | 3,00        | 0,0               |                   | 0,0              | 0,49              | 25,0                                                | 1,05 | 1,10        |
| MURO EXT. | O       |              | 3,00        | 0,0               |                   | 0,0              | 0,49              | 25,0                                                | 1,10 | 1,15        |
| MURO EXT. | NO      |              | 3,00        | 0,0               |                   | 0,0              | 0,49              | 25,0                                                | 1,15 | 1,15        |
| CUBIERTA  | H       |              |             | 0,0               |                   | 31,4             | 0,91              | 25,0                                                | 1,00 | 1,15        |
| SUELO     |         |              |             | 0,0               |                   | 0                | 1,00              | 25,0                                                | 1,00 | 1,15        |
| LNC       |         | 7,5          | 3,00        | 22,4              |                   | 22,4             | 1,30              | 12,5                                                | 1,00 | 1,00        |
| VOLUMEN   | 0       |              |             |                   |                   |                  |                   |                                                     |      |             |



## 1.2. Cargas térmicas verano

En esta primera tabla se muestra el cálculo para las cargas de ocupación, iluminación y de equipos.

|                       | Módulo              | Área (m2) | Ocupación | Equipos (W) | Iluminación (W) | Carga latente ocupación (kcal/h) | Carga sensible ocupación (kcal/h) | Carga equipos (kcal/h) | Carga iluminación (kcal/h) |
|-----------------------|---------------------|-----------|-----------|-------------|-----------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------|
| <b>Planta Baja</b>    | Oficina             | 58,38     | 9         | 939,918     | 1167,6          | 468                              | 549                               | 808,32948              | 1255,1                     |
|                       | Recepción           | 291,9     | 35        | 2919        | 4378,5          | 1820                             | 2135                              | 2510,34                | 4706,88                    |
|                       | Pasillo             | 44,55     | 13        | 0           | 668,25          | 676                              | 793                               | 0                      | 718,368                    |
|                       | Vestíbulo 1         | 195,7     | 22        | 1957        | 2935,5          | 1144                             | 1342                              | 1683,02                | 3155,66                    |
|                       | Vestíbulo 2         | 116,16    | 15        | 1161,6      | 1742,4          | 780                              | 915                               | 998,976                | 1873,0                     |
|                       | Salón de actos      | 268,18    | 130       | 536,36      | 6704,5          | 6760                             | 7930                              | 461,2696               | 7207,33                    |
| <b>Primera planta</b> | Sala de reuniones 1 | 151,5     | 22        | 2439,15     | 3030            | 1144                             | 1342                              | 2097,669               | 3257,2                     |
|                       | Mesas empleados     | 22,635    | 5         | 364,4235    | 452,7           | 260                              | 305                               | 313,40421              | 486,65                     |
|                       | 8,2                 | 21,33     | 5         | 343,413     | 426,6           | 260                              | 305                               | 295,33518              | 458,55                     |
|                       | 8,3                 | 16,2      | 5         | 260,82      | 324             | 260                              | 305                               | 224,3052               | 348,3                      |
|                       | 8,4                 | 16,2      | 5         | 260,82      | 324             | 260                              | 305                               | 224,3052               | 348,3                      |
|                       | 8,5                 | 16,2      | 5         | 260,82      | 324             | 260                              | 305                               | 224,3052               | 348,3                      |
|                       | 8,6                 | 16,2      | 5         | 260,82      | 324             | 260                              | 305                               | 224,3052               | 348,3                      |
|                       | 8,7                 | 19,305    | 5         | 310,8105    | 386,1           | 260                              | 305                               | 267,29703              | 415,05                     |
|                       | 8,8                 | 18,99     | 5         | 305,739     | 379,8           | 260                              | 305                               | 262,93554              | 408,28                     |
|                       | 8,9                 | 16,2      | 5         | 260,82      | 324             | 260                              | 305                               | 224,3052               | 348,3                      |
|                       | 8,10                | 15,975    | 5         | 257,1975    | 319,5           | 260                              | 305                               | 221,18985              | 343,46                     |
|                       | 8,11                | 16,2      | 5         | 260,82      | 324             | 260                              | 305                               | 224,3052               | 348,3                      |
|                       | 8,12                | 16,2      | 5         | 260,82      | 324             | 260                              | 305                               | 224,3052               | 348,3                      |
|                       | 8,13                | 21,33     | 5         | 343,413     | 426,6           | 260                              | 305                               | 295,33518              | 458,55                     |
|                       | 8,14                | 22,635    | 5         | 364,4235    | 452,7           | 260                              | 305                               | 313,40421              | 486,65                     |
|                       | Pasillo             | 36,92     | 4         | 0           | 553,8           | 208                              | 244                               | 0                      | 595,33                     |
|                       | Sala de descanso    | 44,55     | 13        | 0           | 668,25          | 676                              | 793                               | 0                      | 718,368                    |
|                       | Mesas empleados 2   | 22,635    | 5         | 364,4235    | 452,7           | 260                              | 305                               | 313,40421              | 486,65                     |
|                       | 11,2                | 21,33     | 5         | 343,413     | 426,6           | 260                              | 305                               | 295,33518              | 458,55                     |
|                       | 11,3                | 16,2      | 5         | 260,82      | 324             | 260                              | 305                               | 224,3052               | 348,3                      |
|                       | 11,4                | 16,2      | 5         | 260,82      | 324             | 260                              | 305                               | 224,3052               | 348,3                      |
|                       | 11,5                | 16,2      | 5         | 260,82      | 324             | 260                              | 305                               | 224,3052               | 348,3                      |
|                       | 11,6                | 16,2      | 5         | 260,82      | 324             | 260                              | 305                               | 224,3052               | 348,3                      |
|                       | 11,7                | 13,995    | 5         | 225,3195    | 279,9           | 260                              | 305                               | 193,77477              | 300,89                     |
|                       | 11,8                | 13,995    | 5         | 225,3195    | 279,9           | 260                              | 305                               | 193,77477              | 300,89                     |
|                       | 11,9                | 16,2      | 5         | 260,82      | 324             | 260                              | 305                               | 224,3052               | 348,3                      |
|                       | 11,10               | 15,975    | 5         | 257,1975    | 319,5           | 260                              | 305                               | 221,18985              | 343,46                     |
|                       | 11,11               | 16,2      | 5         | 260,82      | 324             | 260                              | 305                               | 224,3052               | 348,3                      |
|                       | 11,12               | 16,2      | 5         | 260,82      | 324             | 260                              | 305                               | 224,3052               | 348,3                      |
|                       | 11,13               | 21,33     | 5         | 343,413     | 426,6           | 260                              | 305                               | 295,33518              | 458,55                     |
|                       | 11,14               | 22,635    | 5         | 364,4235    | 452,7           | 260                              | 305                               | 313,40421              | 486,65                     |
|                       | Pasillo             | 36,92     | 4         | 0           | 553,8           | 208                              | 244                               | 0                      | 595,33                     |

|                       |                   |        |    |          |               |              |              |                    |                |
|-----------------------|-------------------|--------|----|----------|---------------|--------------|--------------|--------------------|----------------|
|                       | Sala control      | 36,92  | 15 | 594,412  | 553,8         | 780          | 915          | 511,19432          | 595,33         |
|                       | Comedor 14.1      | 93,28  | 32 | 1501,808 | 1865,6        | 1664         | 1952         | 1291,55488         | 2005,5         |
|                       | 14.2              | 153,7  | 55 | 2474,57  | 3074          | 2860         | 3355         | 2128,1302          | 3304,5         |
|                       | Pasillo           | 21,2   | 10 | 341,32   | 318           | 520          | 610          | 293,5352           | 341,8          |
| <b>Segunda planta</b> | Despacho          | 63,11  | 9  | 1016,071 | 1262,2        | 468          | 549          | 873,82106          | 1356,8         |
|                       | Despacho          | 57     | 8  | 917,7    | 1140          | 416          | 488          | 789,222            | 1225,7         |
|                       | Pasillo           | 31,4   | 6  | 0        | 471           | 312          | 366          | 0                  | 506,32         |
|                       | Despachos         | 22,635 | 5  | 364,4235 | 452,7         | 260          | 305          | 313,40421          | 486,65         |
|                       | 19,2              | 21,33  | 5  | 343,413  | 426,6         | 260          | 305          | 295,33518          | 458,55         |
|                       | 19,3              | 16,2   | 5  | 260,82   | 324           | 260          | 305          | 224,3052           | 348,3          |
|                       | 19,4              | 16,2   | 5  | 260,82   | 324           | 260          | 305          | 224,3052           | 348,3          |
|                       | 19,5              | 16,2   | 5  | 260,82   | 324           | 260          | 305          | 224,3052           | 348,3          |
|                       | 19,6              | 16,2   | 5  | 260,82   | 324           | 260          | 305          | 224,3052           | 348,3          |
|                       | 19,7              | 19,305 | 5  | 310,8105 | 386,1         | 260          | 305          | 267,29703          | 415,05         |
|                       | 19,8              | 18,99  | 5  | 305,739  | 379,8         | 260          | 305          | 262,93554          | 408,28         |
|                       | 19,9              | 16,2   | 5  | 260,82   | 324           | 260          | 305          | 224,3052           | 348,3          |
|                       | 19,10             | 15,975 | 5  | 257,1975 | 319,5         | 260          | 305          | 221,18985          | 343,46         |
|                       | 19,11             | 16,2   | 5  | 260,82   | 324           | 260          | 305          | 224,3052           | 348,3          |
|                       | 19,12             | 16,2   | 5  | 260,82   | 324           | 260          | 305          | 224,3052           | 348,3          |
|                       | 19,13             | 21,33  | 5  | 343,413  | 426,6         | 260          | 305          | 295,33518          | 458,55         |
|                       | 19,14             | 22,635 | 5  | 364,4235 | 452,7         | 260          | 305          | 313,40421          | 486,65         |
|                       | Pasillo           | 36,92  | 4  | 0        | 553,8         | 208          | 244          | 0                  | 595,33         |
|                       | Sala de espera    | 44,55  | 13 | 89,1     | 668,25        | 676          | 793          | 76,626             | 718,368        |
|                       | Mesas empleados 3 | 22,635 | 5  | 364,4235 | 452,7         | 260          | 305          | 313,40421          | 486,65         |
|                       | 21,2              | 21,33  | 5  | 343,413  | 426,6         | 260          | 305          | 295,33518          | 458,55         |
|                       | 21,3              | 16,2   | 5  | 260,82   | 324           | 260          | 305          | 224,3052           | 348,3          |
|                       | 21,4              | 16,2   | 5  | 260,82   | 324           | 260          | 305          | 224,3052           | 348,3          |
|                       | 21,5              | 16,2   | 5  | 260,82   | 324           | 260          | 305          | 224,3052           | 348,3          |
|                       | 21,6              | 16,2   | 5  | 260,82   | 324           | 260          | 305          | 224,3052           | 348,3          |
|                       | 21,7              | 19,305 | 5  | 310,8105 | 386,1         | 260          | 305          | 267,29703          | 415,05         |
|                       | 21,8              | 18,99  | 5  | 305,739  | 379,8         | 260          | 305          | 262,93554          | 408,28         |
|                       | 21,9              | 16,2   | 5  | 260,82   | 324           | 260          | 305          | 224,3052           | 348,3          |
|                       | 21,10             | 15,975 | 5  | 257,1975 | 319,5         | 260          | 305          | 221,18985          | 343,46         |
|                       | 21,11             | 16,2   | 5  | 260,82   | 324           | 260          | 305          | 224,3052           | 348,3          |
|                       | 21,12             | 16,2   | 5  | 260,82   | 324           | 260          | 305          | 224,3052           | 348,3          |
|                       | 21,13             | 21,33  | 5  | 343,413  | 426,6         | 260          | 305          | 295,33518          | 458,55         |
|                       | 21,14             | 22,635 | 5  | 364,4235 | 452,7         | 260          | 305          | 313,40421          | 486,65         |
|                       | Pasillo           | 36,92  | 4  | 0        | 553,8         | 208          | 244          | 0                  | 595,33         |
|                       | Secretaría        | 116,16 | 40 | 1161,6   | 2323,2        | 2080         | 2440         | 998,976            | 2497,4         |
|                       | Sala reuniones 2  | 93,28  | 14 | 932,8    | 1865,6        | 728          | 854          | 802,208            | 2005,5         |
|                       | 25,2              | 153,7  | 23 | 1537     | 3074          | 1196         | 1403         | 1321,82            | 3304,5         |
|                       | Pasillo           | 21,2   | 10 | 212      | 318           | 520          | 610          | 182,32             | 341,8          |
|                       |                   |        |    |          | <b>Total:</b> | <b>24440</b> | <b>28670</b> | <b>19743,83743</b> | <b>36972,7</b> |

Carga insolación. Ejemplo módulo 8.1

| Orientación | Ma  | Mu  | L | Alt | fa   | fv   | ancho | alto | S            | carga          |
|-------------|-----|-----|---|-----|------|------|-------|------|--------------|----------------|
| N           | 35  | 1,3 | 1 | 1   | 0,87 | 0,39 |       | 3    |              |                |
| NE          | 35  | 1,3 | 1 | 1   | 0,17 | 0,39 |       | 3    |              |                |
| E           | 35  | 1,3 | 1 | 1   | 0,18 | 0,39 |       | 3    |              |                |
| SE          | 35  | 1,3 | 1 | 1   | 0,24 | 0,39 |       | 3    |              |                |
| S           | 70  | 1,3 | 1 | 1   | 0,59 | 0,39 |       | 3    |              |                |
| SO          | 339 | 1,3 | 1 | 1   | 0,7  | 0,39 |       | 3    |              |                |
| O           | 390 | 1,3 | 1 | 1   | 0,54 | 0,39 | 4.5   | 3    | 13.5         | 1441.45        |
| NO          | 179 | 1,3 | 1 | 1   | 0,34 | 0,39 |       | 3    |              |                |
| horizontal  | 463 | 1,3 | 1 | 1   |      | 0,39 |       | 3    |              |                |
| sombra      | -   | 1,3 | 1 | 1   | 0,87 | 0,39 |       | 3    |              |                |
|             |     |     |   |     |      |      |       |      | <b>Total</b> | <b>1441.45</b> |

|                       | Módulo                 | Carga    |
|-----------------------|------------------------|----------|
| <b>Planta Baja</b>    | Oficina                | 1937,95  |
|                       | Recepción              | 3398,02  |
|                       | Pasillo                | 0        |
|                       | Vestíbulo 1            | 3299,322 |
|                       | Vestíbulo 2            | 3011,032 |
|                       | Salón de actos         | 3921,82  |
| <b>Primera planta</b> | Sala de reuniones 1    | 5029,065 |
|                       | Mesas empleados 8.1    | 1441,45  |
|                       | 8,2                    |          |
|                       | 8,3                    |          |
|                       | 8,4                    |          |
|                       | 8,5                    |          |
|                       | 8,6                    |          |
|                       | 8,7                    | 43,12    |
|                       | 8,8                    | 43,12    |
|                       | 8,9                    |          |
|                       | 8,10                   |          |
|                       | 8,11                   |          |
|                       | 8,12                   |          |
|                       | 8,13                   |          |
|                       | 8,14                   | 1441,45  |
|                       | Pasillo                | 428,87   |
|                       | Sala de descanso       | 0        |
|                       | Mesas empleados 2 11.1 | 1441,45  |
|                       | 11,2                   | 0        |
|                       | 11,3                   | 0        |
|                       | 11,4                   | 0        |
|                       | 11,5                   | 0        |
|                       | 11,6                   | 0        |
|                       | 11,7                   | 43,12    |
|                       | 11,8                   | 43,12    |
|                       | 11,9                   | 0        |
|                       | 11,10                  | 0        |

|                           |                           |                  |
|---------------------------|---------------------------|------------------|
|                           | 11,11                     | 0                |
|                           | 11,12                     | 0                |
|                           | 11,13                     | 0                |
|                           | 11,14                     | 1441,45          |
|                           | Pasillo                   | 428,87           |
|                           | Sala control              | 3011,032         |
|                           | Comedor 14.1              | 3825,9           |
|                           | 14.2                      | 95,93            |
|                           | Pasillo                   |                  |
| <b>Segunda<br/>planta</b> | Despacho presidente       | 2642,66          |
|                           | Despacho vicepresidente   | 2386,4           |
|                           | Pasillo                   | 79,1             |
|                           | Despachos directores 19,1 | 1441,45          |
|                           | 19,2                      | 0                |
|                           | 19,3                      | 0                |
|                           | 19,4                      | 0                |
|                           | 19,5                      | 0                |
|                           | 19,6                      | 0                |
|                           | 19,7                      | 43,12            |
|                           | 19,8                      | 43,12            |
|                           | 19,9                      | 0                |
|                           | 19,10                     | 0                |
|                           | 19,11                     | 0                |
|                           | 19,12                     | 0                |
|                           | 19,13                     | 0                |
|                           | 19,14                     | 1441,45          |
|                           | Pasillo                   | 428,87           |
|                           | Sala de espera            | 0                |
|                           | Mesas empleados 3 21,1    | 1441,45          |
|                           | 21,2                      | 0                |
|                           | 21,3                      | 0                |
|                           | 21,4                      | 0                |
|                           | 21,5                      | 0                |
|                           | 21,6                      | 0                |
|                           | 21,7                      | 43,12            |
|                           | 21,8                      | 43,12            |
|                           | 21,9                      | 0                |
|                           | 21,10                     | 0                |
|                           | 21,11                     | 0                |
|                           | 21,12                     | 0                |
|                           | 21,13                     | 0                |
|                           | 21,14                     | 1441,45          |
|                           | Pasillo                   | 428,87           |
|                           | Secretaría                | 3011,032         |
|                           | Sala reuniones 2 25.1     | 3825,9           |
|                           | 25,2                      | 95,93            |
|                           | Pasillo                   | 0                |
|                           |                           | <b>53163,133</b> |

Por último, se muestra por partes la carga de transmisión de todos los módulos.

|                       | Módulo                 | Carga ventana | Carga LNC | Carga muro | Carga techo | Carga suelo | Carga transmisión (kcal/h) |
|-----------------------|------------------------|---------------|-----------|------------|-------------|-------------|----------------------------|
| <b>Planta Baja</b>    | Oficina                | 406,875       | 122,46    | -          | -           | 21,0168     | 550,3518                   |
|                       | Recepción              | 1341,06       | 199,836   | 163,4      | -           | 105,084     | 1809,38                    |
|                       | Pasillo                | -             | 146,64    | -          | -           | 16,038      | 162,678                    |
|                       | Vestíbulo 1            | 670,53        | 263,562   | -          | -           | 70,452      | 1004,544                   |
|                       | Vestíbulo 2            | 611,94        | 243,828   | -          | -           | 41,8176     | 897,5856                   |
|                       | Salón de actos         | -             | 29,12     | 663,6      | -           | 96,5448     | 789,2648                   |
| <b>Primera planta</b> | Sala de reuniones 1    | 1559,145      | 58,11     | 237,96698  | -           | -           | 1855,22198                 |
|                       | Mesas empleados 8.1    | -             | -         | -          | -           | -           | -                          |
|                       | 8,2                    | -             | -         | -          | -           | -           | -                          |
|                       | 8,3                    | -             | 28,08     | -          | -           | -           | 28,08                      |
|                       | 8,4                    | -             | 28,08     | -          | -           | -           | 28,08                      |
|                       | 8,5                    | -             | 28,08     | 23,6733991 | -           | -           | 51,75339907                |
|                       | 8,6                    | -             | -         | 88,7752465 | -           | -           | 88,77524651                |
|                       | 8,7                    | -             | -         | 126,915723 | -           | -           | 126,9157228                |
|                       | 8,8                    | -             | -         | 176,337395 | -           | -           | 176,3373947                |
|                       | 8,9                    | -             | -         | 125,292359 | -           | -           | 125,2923594                |
|                       | 8,10                   | -             | 27,69     | -          | -           | -           | 27,69                      |
|                       | 8,11                   | -             | 28,08     | -          | -           | -           | 28,08                      |
|                       | 8,12                   | -             | 28,08     | -          | -           | -           | 28,08                      |
|                       | 8,13                   | -             | -         | -          | -           | -           | -                          |
|                       | 8,14                   | 292,95        | 47,06     | -          | -           | -           | 340,01                     |
|                       | Pasillo                | 169,26        | -         | -          | -           | -           | 169,26                     |
|                       | Sala de descanso       | -             | 146,64    | -          | -           | -           | 146,64                     |
|                       | Mesas empleados 2 11.1 | 292,95        | 39,234    | -          | -           | -           | 332,184                    |
|                       | 11,2                   | -             | -         | -          | -           | -           | -                          |
|                       | 11,3                   | -             | 28,08     | -          | -           | -           | 28,08                      |
|                       | 11,4                   | -             | 28,08     | -          | -           | -           | 28,08                      |
|                       | 11,5                   | -             | 28,08     | -          | -           | -           | 28,08                      |
|                       | 11,6                   | -             | -         | 78,9113302 | -           | -           | 78,91133023                |
|                       | 11,7                   | -             | -         | 76,6919491 | -           | -           | 76,69194907                |
|                       | 11,8                   | -             | -         | 108,238677 | -           | -           | 108,2386771                |
|                       | 11,9                   | -             | -         | 111,370986 | -           | -           | 111,3709861                |
|                       | 11,10                  | -             | 27,69     | -          | -           | -           | 27,69                      |
|                       | 11,11                  | -             | 28,08     | -          | -           | -           | 28,08                      |
|                       | 11,12                  | -             | 28,08     | -          | -           | -           | 28,08                      |
|                       | 11,13                  | -             | -         | -          | -           | -           | -                          |
|                       | 11,14                  | 292,95        | -         | -          | -           | -           | 292,95                     |
|                       | Pasillo                | 169,26        | -         | -          | -           | -           | 169,26                     |

|                       |                         |         |         |            |            |   |             |
|-----------------------|-------------------------|---------|---------|------------|------------|---|-------------|
|                       | Sala control            | 611,94  | 186,108 | -          | -          | - | 798,048     |
|                       | Comedor 14.1            | 690,06  | -       | 321,684701 | -          | - | 1011,744701 |
|                       | 14.2                    | 690,06  | -       | 451,8      | -          | - | 1141,86     |
|                       | Pasillo                 | -       | -       | 73,1101593 | -          | - | 73,11015929 |
| <b>Segunda planta</b> | Despacho presidente     | 537,075 | -       | 188,647399 | 123,515321 | - | 849,2377203 |
|                       | Despacho vicepresidente | 484,995 | -       | -          | 111,557175 | - | 596,5521751 |
|                       | Pasillo                 | 537,075 | 58,11   | 49,3195814 | 61,4543035 | - | 705,9588849 |
|                       | Despachos directores    | 292,95  | -       | -          | 44,2999414 | - | 337,2499414 |
|                       | 19,1                    | -       | -       | -          | 41,7458692 | - | 41,74586922 |
|                       | 19,2                    | -       | 28,08   | -          | 31,7057235 | - | 59,78572345 |
|                       | 19,3                    | -       | 28,08   | -          | 31,7057235 | - | 59,78572345 |
|                       | 19,4                    | -       | 28,08   | 23,6733991 | 31,7057235 | - | 83,45912252 |
|                       | 19,5                    | -       | -       | 88,7752465 | 31,7057235 | - | 120,48097   |
|                       | 19,6                    | -       | -       | 126,915723 | 37,7826538 | - | 164,6983766 |
|                       | 19,7                    | -       | -       | 176,337395 | 37,1661536 | - | 213,5035483 |
|                       | 19,8                    | -       | -       | 125,292359 | 31,7057235 | - | 156,9980828 |
|                       | 19,9                    | -       | 27,69   | -          | 31,2653662 | - | 58,95536618 |
|                       | 19,10                   | -       | 28,08   | -          | 31,7057235 | - | 59,78572345 |
|                       | 19,11                   | -       | 28,08   | -          | 31,7057235 | - | 59,78572345 |
|                       | 19,12                   | -       | -       | -          | 41,7458692 | - | 41,74586922 |
|                       | 19,13                   | 292,95  | 47,06   | -          | 44,2999414 | - | 384,3099414 |
|                       | 19,14                   | 169,26  | -       | -          | 72,2577352 | - | 241,5177352 |
|                       | Pasillo                 | -       | 146,64  | -          | 87,1907395 | - | 233,8307395 |
|                       | Sala de espera          | 292,95  | 39,234  | -          | 44,2999414 | - | 376,4839414 |
|                       | Mesas empleados 3 21,1  | -       | -       | -          | 41,7458692 | - | 41,74586922 |
|                       | 21,2                    | -       | 28,08   | -          | 31,7057235 | - | 59,78572345 |
|                       | 21,3                    | -       | 28,08   | -          | 31,7057235 | - | 59,78572345 |
|                       | 21,4                    | -       | 28,08   | -          | 31,7057235 | - | 59,78572345 |
|                       | 21,5                    | -       | -       | 78,9113302 | 31,7057235 | - | 110,6170537 |
|                       | 21,6                    | -       | -       | 76,6919491 | 37,7826538 | - | 114,4746029 |
|                       | 21,7                    | -       | -       | 108,238677 | 37,1661536 | - | 145,4048307 |
|                       | 21,8                    | -       | -       | 111,370986 | 31,7057235 | - | 143,0767096 |
|                       | 21,9                    | -       | 27,69   | -          | 31,2653662 | - | 58,95536618 |
|                       | 21,10                   | -       | 28,08   | -          | 31,7057235 | - | 59,78572345 |
|                       | 21,11                   | -       | 28,08   | -          | 31,7057235 | - | 59,78572345 |
|                       | 21,12                   | -       | -       | -          | 41,7458692 | - | 41,74586922 |
|                       | 21,13                   | 292,95  | -       | -          | 44,2999414 | - | 337,2499414 |
|                       | 21,14                   | 169,26  | -       | -          | 72,2577352 | - | 241,5177352 |
|                       | Pasillo                 | 611,94  | 186,108 | -          | 227,34178  | - | 1025,38978  |
|                       | Secretaría              | 690,06  | -       | 321,684701 | 182,562339 | - | 1194,307039 |
|                       | Sala reuniones 2 25.1   | 690,06  | -       | 451,8      | 300,812944 | - | 1442,672944 |
|                       | 25,2                    | -       | -       | 73,1101593 | 41,4914406 | - | 114,6015999 |
|                       | Pasillo                 | -       | -       | -          | -          | - | -           |

### 1.3. Cálculo climatizadores

| verano | Ext | Int |
|--------|-----|-----|
| Ts     | 34  | 24  |
| HR     | 57  | 50  |

| Climatizador | Qsensible<br>(Kcal/h) | Qlatente<br>(Kcal/h) | Qventilación<br>(m3/h) | FCS         | Qsensible<br>efectivo<br>(Kcal/h) | Qlatente<br>efectivo<br>(Kcal/h) | FSCE        |
|--------------|-----------------------|----------------------|------------------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------|
| 1            | 52945,3545            | 9516                 | 8235                   | 0,847649798 | 56651,1045                        | 12110,025                        | 0,823882692 |
| 2            | 48451,7706            | 770,435              | 7650                   | 0,984347816 | 51894,2706                        | 3180,185                         | 0,942256624 |
| 3            | 59239,0566            | 14248                | 12330                  | 0,806115517 | 64787,5566                        | 18131,95                         | 0,781330706 |

| Climatizador | T1 (°C) | H1<br>(g/kg) | Qimpulsión<br>(m3/h) | Qretorno<br>(m3/h) | qv    | qr    | Tm (°C)     | Hm (%)      | Hm(g/Kg) | Ti<br>(°C) | Hi<br>(g/kg) |
|--------------|---------|--------------|----------------------|--------------------|-------|-------|-------------|-------------|----------|------------|--------------|
| 1            | 10,5    | 9,4          | 16456,385            | 8221,385           | 0,500 | 0,500 | 29,00413676 | 53,50289574 | 14,2     | 11,7       | 8,5          |
| 2            | 12      | 8,7          | 16958,912            | 9308,912           | 0,451 | 0,549 | 28,51090259 | 53,15763181 | 13       | 14         | 9,3          |
| 3            | 9,8     | 7,5          | 17892,173            | 5562,173           | 0,689 | 0,311 | 30,89128165 | 54,82389715 | 15       | 12,6       | 8,5          |

| Climatizador | Pot frig s<br>(Kcal/h) | Pot frig l<br>(Kcal/h) | Pot frig total<br>(Kcal/h) | Pot frig total<br>(W) | Qagua fria<br>(l/h) |
|--------------|------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|
| 1            | 85429,0598             | 65660,9752             | 151090,035                 | 175717,7107           | 30218,007           |
| 2            | 73826,7359             | 43923,58202            | 117750,318                 | 136943,6198           | 23550,0636          |
| 3            | 98181,23               | 81409,38488            | 179590,6148                | 208863,885            | 35918,123           |

| invierno | ext | int |
|----------|-----|-----|
| Ts       | -3  | 22  |
| HR       | -   | 45  |

| Climatizador | Qsenible<br>(Kcal/h) | Ti (°C)     | Tm (°C)     | Hm (g/kg) | Tsb (°C) | Hsb (g/kg) |
|--------------|----------------------|-------------|-------------|-----------|----------|------------|
| 1            | 40631,0545           | 30,23004872 | 9,489658088 | 3,2       | 41       | 3,2        |
| 2            | 34114,0545           | 28,70523647 | 10,72274352 | 3,6       | 38,8     | 3,6        |
| 3            | 35493,2593           | 28,61243704 | 4,771795879 | 2,3       | 40,5     | 2,3        |

| Climatizador | Qhum (l/h) | Pot calorifica<br>(Kcal/h) | Pot calorifica (W) | Qagua<br>caliente<br>(l/h) |
|--------------|------------|----------------------------|--------------------|----------------------------|
| 1            | 825,45226  | 155563,8931                | 180920,8077        | 15556,38931                |
| 2            | 842,518747 | 142847,9164                | 166132,1267        | 14284,79164                |
| 3            | 916,794919 | 191776,5574                | 223036,1362        | 19177,65574                |



## 1.4. Cálculo pérdidas de carga en tuberías de agua

### 1.4.1 Verano

#### Circuito primario frío

| TRAMO | Q (l / h) | DN | Perd. mm.c.a. / ml | V (m/s) | L (ml) | Perd. en el tramo (mm.c.a.) |
|-------|-----------|----|--------------------|---------|--------|-----------------------------|
| 1-2   | 17862,08  | 3" | 16                 | 0,99    | 26,65  | <b>426,40</b>               |

#### Circuito secundario frío 1

| TRAMO               | Q (l / h) | DN     | Perd. mm.c.a. / ml | V (m/s) | L (ml) | Perd. en el tramo (mm.c.a.) | Perd. acumulada (mm.c.a. ) |
|---------------------|-----------|--------|--------------------|---------|--------|-----------------------------|----------------------------|
| 9-11                | 542       | 1"     | 6                  | 0,28    | 4,5    | 27,00                       | 27,00                      |
| 11-14               | 1084      | 1 1/4" | 5                  | 0,31    | 3,85   | 19,25                       | 46,25                      |
| 14-17               | 2168      | 1 1/4" | 18                 | 0,61    | 3,6    | 64,80                       | 111,05                     |
| 17-21               | 3252      | 1 1/2" | 17                 | 0,66    | 3,6    | 61,20                       | 172,25                     |
| 21-22               | 4336      | 2"     | 9                  | 0,55    | 1      | 9,00                        | 181,25                     |
| 22-25               | 4878      | 2"     | 11                 | 0,62    | 2,55   | 28,05                       | 209,30                     |
| 25-28               | 5962      | 2"     | 16                 | 0,76    | 4,14   | 66,24                       | 275,54                     |
| 26-28               | 542       | 1"     | 6                  | 0,28    | 4,5    | 27,00                       | 302,54                     |
| 27-28               | 542       | 1"     | 6                  | 0,28    | 0,732  | 4,39                        | 306,93                     |
| 28-35               | 7046      | 2 1/2" | 6                  | 0,53    | 1,5    | 9,00                        | 315,93                     |
| 35-36               | 11252,2   | 3"     | 7                  | 0,64    | 1,36   | 9,52                        | 325,45                     |
| 36-38               | 13420,2   | 3"     | 9                  | 0,74    | 4,51   | 40,59                       | 366,04                     |
| ACCESORIOS          |           |        |                    |         |        | 183,02                      | 549,06                     |
| VALVULERÍA          |           |        |                    |         |        | 3.000,00                    | 3.549,06                   |
| IMPULSIÓN + RETORNO |           |        |                    |         |        |                             | 7.098,13                   |
|                     |           |        |                    |         |        | 1.000,00                    | 8.098,13                   |
|                     |           |        |                    |         |        | 1.000,00                    | 9.098,13                   |
|                     |           |        |                    |         |        | <b>TOTAL</b>                | <b>9.098,13</b>            |

### Circuito secundario frío 2

| TRAMO               | Q (l/h)  | DN     | Perd. mm.c.a. / ml | V (m/s) | L (ml) | Perd. en el tramo (mm.c.a.) | Perd. acumulada (mm.c.a.) |
|---------------------|----------|--------|--------------------|---------|--------|-----------------------------|---------------------------|
| 1-3                 | 542      | 1"     | 6                  | 0,28    | 4,5    | 27,00                       | 27,00                     |
| 3-6                 | 1084     | 1 1/4" | 5                  | 0,31    | 3,85   | 19,25                       | 46,25                     |
| 6-9                 | 2168     | 1 1/4" | 18                 | 0,61    | 3,6    | 64,80                       | 111,05                    |
| 9-13                | 3252     | 1 1/2" | 17                 | 0,66    | 3,6    | 61,20                       | 172,25                    |
| 13-14               | 4336     | 2"     | 9                  | 0,55    | 1      | 9,00                        | 181,25                    |
| 14-17               | 4878     | 2"     | 11                 | 0,62    | 2,55   | 28,05                       | 209,30                    |
| 17-20               | 5962     | 2"     | 16                 | 0,76    | 4,14   | 66,24                       | 275,54                    |
| 20-28               | 7046     | 2 1/2" | 6                  | 0,53    | 1,4    | 8,40                        | 283,94                    |
| 28-30               | 9756     | 2 1/2" | 12                 | 0,77    | 7,42   | 89,04                       | 372,98                    |
| 30-32               | 10461,94 | 3"     | 6                  | 0,59    | 1,3    | 7,80                        | 380,78                    |
| 32-33               | 11167,88 | 3"     | 7                  | 0,64    | 4,97   | 34,79                       | 415,57                    |
| ACCESORIOS          |          |        |                    |         |        | 207,79                      | 623,36                    |
| VALVULERÍA          |          |        |                    |         |        | 3.000,00                    | 3.623,36                  |
| IMPULSIÓN + RETORNO |          |        |                    |         |        |                             | 7.246,71                  |
|                     |          |        |                    |         |        | 1.000,00                    | 8.246,71                  |
|                     |          |        |                    |         |        | 1.000,00                    | 9.246,71                  |
|                     |          |        |                    |         |        | <b>TOTAL</b>                | <b>9.246,71</b>           |

### Circuito secundario frío 3

| TRAMO               | Q (l/h) | DN     | Perd. mm.c.a. / ml | V (m/s) | L (ml) | Perd. en el tramo (mm.c.a.) | Perd. acumulada (mm.c.a.) |
|---------------------|---------|--------|--------------------|---------|--------|-----------------------------|---------------------------|
| 1-2                 | 1060    | 1"     | 9                  | 0,52    | 5,58   | 50,22                       | 50,22                     |
| 2-5                 | 2120    | 1 1/4" | 17                 | 0,59    | 3,7    | 62,90                       | 113,12                    |
| 5-7                 | 3180    | 1 1/2" | 17                 | 0,66    | 3,7    | 62,90                       | 176,02                    |
| 7-9                 | 4240    | 2"     | 9                  | 0,55    | 3,7    | 33,30                       | 209,32                    |
| 9-11                | 5300    | 2"     | 13                 | 0,67    | 1,08   | 14,04                       | 223,36                    |
| 11-14               | 6360    | 2"     | 18                 | 0,8     | 5,15   | 92,70                       | 316,06                    |
| 14-15               | 7553,24 | 2 1/2" | 7                  | 0,58    | 2,45   | 17,15                       | 333,21                    |
| ACCESORIOS          |         |        |                    |         |        | 166,61                      | 499,82                    |
| VALVULERÍA          |         |        |                    |         |        | 3.000,00                    | 3.499,82                  |
| IMPULSIÓN + RETORNO |         |        |                    |         |        |                             | 6.999,63                  |
|                     |         |        |                    |         |        | 1.000,00                    | 7.999,63                  |
|                     |         |        |                    |         |        | 1.000,00                    | 8.999,63                  |
|                     |         |        |                    |         |        | <b>TOTAL</b>                | <b>8.999,63</b>           |

## 1.4.2 Invierno

### Circuito primario calor

| TRAMO  | Q (l / h) | DN     | Perd. mm.c.a. / ml | V (m/s) | L (ml) | Perd. en el tramo (mm.c.a.) |
|--------|-----------|--------|--------------------|---------|--------|-----------------------------|
| 01-feb | 8931,04   | 2 1/2" | 9                  | 0,68    | 26,65  | <b>239,85</b>               |

### Circuito secundario calor 1

| TRAMO               | Q (l / h) | DN     | Perd. mm.c.a. / ml | V (m/s) | L (ml) | Perd. en el tramo (mm.c.a.) | Perd. acumulada (mm.c.a. ) |
|---------------------|-----------|--------|--------------------|---------|--------|-----------------------------|----------------------------|
| 9-11                | 271       | 1/2"   | 19                 | 0,38    | 4,5    | 85,50                       | 85,50                      |
| 11-14               | 542       | 3/5"   | 15                 | 0,41    | 3,85   | 57,75                       | 143,25                     |
| 14-17               | 1084      | 1"     | 18                 | 0,53    | 3,6    | 64,80                       | 208,05                     |
| 17-21               | 1626      | 1 1/4" | 10                 | 0,47    | 3,6    | 36,00                       | 244,05                     |
| 21-22               | 2168      | 1 1/4" | 16                 | 0,6     | 1      | 16,00                       | 260,05                     |
| 22-25               | 2439      | 1 1/4" | 20                 | 0,67    | 2,55   | 51,00                       | 311,05                     |
| 25-28               | 2981      | 1 1/2" | 13                 | 0,6     | 4,14   | 53,82                       | 364,87                     |
| 28-35               | 3523      | 2"     | 6                  | 0,47    | 1,5    | 9,00                        | 373,87                     |
| 35-36               | 5625,5    | 2"     | 14                 | 0,72    | 1,36   | 19,04                       | 392,91                     |
| 36-38               | 6709,5    | 2"     | 19                 | 0,85    | 4,51   | 85,69                       | 478,60                     |
| ACCESORIOS          |           |        |                    |         |        | 239,30                      | 717,90                     |
| VALVULERÍA          |           |        |                    |         |        | 3.000,00                    | 3.717,90                   |
| IMPULSIÓN + RETORNO |           |        |                    |         |        |                             | 7.435,80                   |
|                     |           |        |                    |         |        | 1.000,00                    | 8.435,80                   |
|                     |           |        |                    |         |        | 1.000,00                    | 9.435,80                   |
|                     |           |        |                    |         |        | <b>TOTAL</b>                | <b>9.435,80</b>            |

### Circuito secundario calor 2

| TRAMO               | Q (l / h) | DN     | Perd. mm.c.a. / ml | V (m/s) | L (ml) | Perd. en el tramo (mm.c.a.) | Perd. acumulada (mm.c.a. ) |
|---------------------|-----------|--------|--------------------|---------|--------|-----------------------------|----------------------------|
| 1-3                 | 271       | 1/2"   | 19                 | 0,38    | 4,5    | 85,50                       | 85,50                      |
| 3-6                 | 542       | 3/5"   | 15                 | 0,41    | 3,85   | 57,75                       | 143,25                     |
| 6-9                 | 1084      | 1"     | 18                 | 0,53    | 3,6    | 64,80                       | 208,05                     |
| 9-13                | 1626      | 1 1/4" | 10                 | 0,47    | 3,6    | 36,00                       | 244,05                     |
| 13-14               | 2168      | 1 1/4" | 16                 | 0,6     | 1      | 16,00                       | 260,05                     |
| 14-17               | 2439      | 1 1/4" | 20                 | 0,67    | 2,55   | 51,00                       | 311,05                     |
| 17-20               | 2981      | 1 1/2" | 13                 | 0,6     | 4,14   | 53,82                       | 364,87                     |
| 20-28               | 3523      | 2"     | 6                  | 0,47    | 1,4    | 8,40                        | 373,27                     |
| 28-30               | 4878      | 2"     | 11                 | 0,64    | 7,42   | 81,62                       | 454,89                     |
| 30-32               | 5231      | 2"     | 12                 | 0,67    | 1,3    | 15,60                       | 470,49                     |
| 32-33               | 5584      | 2"     | 14                 | 0,72    | 4,97   | 69,58                       | 540,07                     |
| ACCESORIOS          |           |        |                    |         |        | 270,04                      | 810,11                     |
| VALVULERÍA          |           |        |                    |         |        | 3.000,00                    | 3.810,11                   |
| IMPULSIÓN + RETORNO |           |        |                    |         |        |                             | 7.620,21                   |
|                     |           |        |                    |         |        | 1.000,00                    | 8.620,21                   |
|                     |           |        |                    |         |        | 1.000,00                    | 9.620,21                   |
|                     |           |        |                    |         |        | <b>TOTAL</b>                | <b>9.620,21</b>            |

### Circuito secundario calor 3

| TRAMO               | Q (l / h) | DN     | Perd. mm.c.a. / ml | V (m/s) | L (ml) | Perd. en el tramo (mm.c.a.) | Perd. acumulada (mm.c.a. ) |
|---------------------|-----------|--------|--------------------|---------|--------|-----------------------------|----------------------------|
| 1-3                 | 523       | 3/4"   | 15                 | 0,41    | 1,28   | 19,20                       | 19,20                      |
| 3-6                 | 1046      | 1"     | 16                 | 0,5     | 4,45   | 71,20                       | 90,40                      |
| 6-7                 | 2092      | 1 1/2" | 7                  | 0,43    | 5,88   | 41,16                       | 131,56                     |
| 7-12                | 2363      | 1 1/2" | 9                  | 0,5     | 4,14   | 37,26                       | 168,82                     |
| 12-16               | 4029,5    | 2"     | 7                  | 0,51    | 5,91   | 41,37                       | 210,19                     |
| 16-17               | 4382,5    | 2"     | 9                  | 0,58    | 1,11   | 9,99                        | 220,18                     |
| 17-18               | 4735,5    | 2"     | 11                 | 0,61    | 1,58   | 17,38                       | 237,56                     |
| ACCESORIOS          |           |        |                    |         |        | 118,78                      | 356,34                     |
| VALVULERÍA          |           |        |                    |         |        | 3.000,00                    | 3.356,34                   |
| IMPULSIÓN + RETORNO |           |        |                    |         |        |                             | 6.712,68                   |
|                     |           |        |                    |         |        | 1.000,00                    | 7.712,68                   |
|                     |           |        |                    |         |        | 1.000,00                    | 8.712,68                   |
|                     |           |        |                    |         |        | <b>TOTAL</b>                | <b>8.712,68</b>            |

## 1.5. Cálculo pérdidas de carga en conductos de aire

### Climatizador 1

- Impulsión: Circuito 1.1

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (cm) | a x b (cm) | Long. (m) | mm.c.a/ml        | Total          |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|------------------|----------------|
| 1-2   | 1054,5                | 280        | 250x200    | 5,9       | 0,1              | 0,59           |
| 3-2   | 1054,5                | 280        | 250x200    | 3,159     | 0,1              | 0,3159         |
| 2-4   | 2109                  | 360        | 310x220    | 1,57      | 0,1              | 0,157          |
| 5-4   | 581                   | 220        | 200x200    | 1,7       | 0,1              | 0,17           |
| 4-9   | 2690                  | 400        | 380x300    | 6,75      | 0,1              | 0,675          |
| 6-8   | 922,8                 | 280        | 250x200    | 5,9       | 0,08             | 0,472          |
| 7-8   | 922,8                 | 280        | 250x200    | 1,425     | 0,08             | 0,114          |
| 8-9   | 1845,6                | 360        | 310x220    | 1,55      | 0,08             | 0,124          |
| 9-34  | 4535,6                | 500        | 450x300    | 11,64     | 0,09             | 1,0476         |
| 10-12 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       | 0,07             | 0,315          |
| 11-12 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     | 0,07             | 0,05124        |
| 13-15 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       | 0,07             | 0,315          |
| 14-15 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     | 0,07             | 0,05124        |
| 16-18 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       | 0,07             | 0,315          |
| 17-18 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     | 0,07             | 0,05124        |
| 19-22 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       | 0,07             | 0,315          |
| 20-22 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     | 0,07             | 0,05124        |
| 24-26 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       | 0,07             | 0,315          |
| 25-26 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     | 0,07             | 0,05124        |
| 27-29 | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       | 0,07             | 0,315          |
| 28-29 | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     | 0,07             | 0,05124        |
| 30-31 | 978,3                 | 280        | 250x200    | 4,5       | 0,08             | 0,36           |
| 32-31 | 978,3                 | 280        | 250x200    | 0,732     | 0,08             | 0,05856        |
| 12-15 | 680                   | 240        | 220x200    | 5,18      | 0,1              | 0,518          |
| 15-18 | 1360                  | 320        | 280x300    | 5,18      | 0,08             | 0,4144         |
| 18-22 | 2040                  | 380        | 340x300    | 5,18      | 0,08             | 0,4144         |
| 22-23 | 2720                  | 400        | 380x300    | 1,46      | 0,1              | 0,146          |
| 21-23 | 497                   | 220        | 200x200    | 2,2       | 0,09             | 0,198          |
| 23-26 | 3217                  | 450        | 410x300    | 3,35      | 0,08             | 0,268          |
| 26-29 | 3897                  | 450        | 410x300    | 5,18      | 0,1              | 0,518          |
| 29-34 | 4577                  | 500        | 450x300    | 2,1       | 0,09             | 0,189          |
| 31-33 | 1956,6                | 360        | 310x220    | 5,18      | 0,1              | 0,518          |
| 34-33 | 9112,6                | 600        | 560x300    | 1,9       | 0,1              | 0,19           |
| 33-35 | 9426,53               | 650        | 580x520    | 6,3       | 0,1              | 0,63           |
|       |                       |            |            |           | <b>Acumulada</b> | <b>10,2853</b> |

- **Retorno: Circuito 1.1**

| Tramo | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (cm) | a x b (cm) | Long. (m) | mm.c.a/ml        | Total          |
|-------|-----------------------|------------|------------|-----------|------------------|----------------|
| 7-9   | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       | 0,1              | 0,45           |
| 8-9   | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     | 0,1              | 0,0732         |
| 10-12 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       | 0,1              | 0,45           |
| 11-12 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     | 0,1              | 0,0732         |
| 13-15 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       | 0,1              | 0,45           |
| 14-15 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     | 0,1              | 0,0732         |
| 16-18 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       | 0,1              | 0,45           |
| 17-18 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     | 0,1              | 0,0732         |
| 21-23 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       | 0,1              | 0,45           |
| 22-23 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     | 0,1              | 0,0732         |
| 24-26 | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       | 0,1              | 0,45           |
| 25-26 | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     | 0,1              | 0,0732         |
| 28-30 | 748,8                 | 260        | 240x200    | 4,5       | 0,09             | 0,405          |
| 29-30 | 748,8                 | 260        | 240x200    | 0,732     | 0,09             | 0,06588        |
| 9-12  | 220                   | 160        | 170x120    | 5,18      | 0,09             | 0,4662         |
| 12-15 | 440                   | 200        | 180x180    | 5,18      | 0,09             | 0,4662         |
| 15-18 | 660                   | 240        | 220x200    | 5,18      | 0,09             | 0,4662         |
| 18-23 | 880                   | 280        | 250x200    | 5,18      | 0,08             | 0,4144         |
| 23-26 | 1100                  | 300        | 270x210    | 5,18      | 0,08             | 0,4144         |
| 26-31 | 1320                  | 320        | 280x300    | 4,02      | 0,08             | 0,3216         |
| 30-31 | 1497,6                | 340        | 310x220    | 5,18      | 0,08             | 0,4144         |
| 31-33 | 2817,6                | 450        | 410x300    | 6,3       | 0,07             | 0,441          |
|       |                       |            |            |           | <b>Acumulada</b> | <b>7,01448</b> |

## Climatizador 2

- **Impulsión: Circuito 1.2**

| Tramo  | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (cm) | a x b (cm) | Long. (m) | mm.c.a/ml | Total   |
|--------|-----------------------|------------|------------|-----------|-----------|---------|
| 1-3    | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       | 0,07      | 0,315   |
| 2-3    | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     | 0,07      | 0,05124 |
| 4-6    | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       | 0,07      | 0,315   |
| 5-6    | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     | 0,07      | 0,05124 |
| 7-9    | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       | 0,07      | 0,315   |
| 8-9    | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     | 0,07      | 0,05124 |
| 01-oct | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       | 0,07      | 0,315   |
| 11-13  | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     | 0,07      | 0,05124 |
| 15-17  | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       | 0,07      | 0,315   |
| 16-17  | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     | 0,07      | 0,05124 |
| 18-20  | 340                   | 200        | 180x180    | 4,5       | 0,07      | 0,315   |
| 19-20  | 340                   | 200        | 180x180    | 0,732     | 0,07      | 0,05124 |
| 21-23  | 978,3                 | 280        | 250x200    | 4,5       | 0,08      | 0,36    |
| 22-23  | 978,3                 | 280        | 250x200    | 0,732     | 0,08      | 0,05856 |
| 3-6    | 680                   | 240        | 220x200    | 5,18      | 0,09      | 0,4662  |
| 6-9    | 1360                  | 320        | 280x300    | 5,18      | 0,08      | 0,4144  |
| 9-13   | 2040                  | 380        | 340x300    | 5,18      | 0,08      | 0,4144  |

|       |         |     |         |       |                  |                |
|-------|---------|-----|---------|-------|------------------|----------------|
| 13-14 | 2720    | 400 | 380x300 | 1,46  | 0,1              | 0,146          |
| 12-14 | 497     | 220 | 200x200 | 2,2   | 0,09             | 0,198          |
| 14-17 | 3217    | 450 | 410x300 | 3,35  | 0,08             | 0,268          |
| 17-20 | 3897    | 450 | 410x300 | 5,18  | 0,1              | 0,518          |
| 20-25 | 4577    | 500 | 450x300 | 2,1   | 0,09             | 0,189          |
| 23-25 | 1956,6  | 360 | 310x220 | 5,18  | 0,1              | 0,518          |
| 24-25 | 313,93  | 180 | 160x160 | 14,86 | 0,1              | 1,486          |
| 25-28 | 6847,53 | 550 | 500x300 | 10,1  | 0,1              | 1,01           |
| 26-28 | 501     | 220 | 200x200 | 0,648 | 0,09             | 0,05832        |
| 27-29 | 501     | 220 | 200x200 | 1,55  | 0,09             | 0,1395         |
| 28-29 | 7348,53 | 600 | 560x300 | 1,811 | 0,09             | 0,16299        |
| 29-30 | 7849,53 | 600 | 560x300 | 6,95  | 0,1              | 0,695          |
|       |         |     |         |       | <b>Acumulada</b> | <b>9,29981</b> |

- **Retorno: Circuito 1.2**

| Tramo  | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (cm) | a x b (cm) | Long. (m) | mm.c.a/ml        | Total          |
|--------|-----------------------|------------|------------|-----------|------------------|----------------|
| 1-3    | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       | 0,1              | 0,45           |
| 2-3    | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     | 0,1              | 0,0732         |
| 4-6    | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       | 0,1              | 0,45           |
| 5-6    | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     | 0,1              | 0,0732         |
| 7-9    | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       | 0,1              | 0,45           |
| 8-9    | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     | 0,1              | 0,0732         |
| 01-oct | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       | 0,1              | 0,45           |
| 11-13  | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     | 0,1              | 0,0732         |
| 15-17  | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       | 0,1              | 0,45           |
| 16-17  | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     | 0,1              | 0,0732         |
| 18-20  | 110                   | 120        | 120x120    | 4,5       | 0,1              | 0,45           |
| 19-20  | 110                   | 120        | 120x120    | 0,732     | 0,1              | 0,0732         |
| 21-23  | 748,8                 | 260        | 240x200    | 4,5       | 0,09             | 0,405          |
| 22-23  | 748,8                 | 260        | 240x200    | 0,732     | 0,09             | 0,06588        |
| 3-6    | 220                   | 160        | 170x120    | 5,18      | 0,09             | 0,4662         |
| 6-9    | 440                   | 200        | 180x180    | 5,18      | 0,1              | 0,518          |
| 9-13   | 660                   | 240        | 220x200    | 5,18      | 0,09             | 0,4662         |
| 13-17  | 880                   | 260        | 240x200    | 5,18      | 0,1              | 0,518          |
| 17-20  | 1100                  | 280        | 250x200    | 5,18      | 0,1              | 0,518          |
| 20-25  | 1320                  | 300        | 270x210    | 2,1       | 0,1              | 0,21           |
| 23-25  | 1497,6                | 320        | 280x300    | 5,18      | 0,09             | 0,4662         |
| 25-30  | 2817,6                | 400        | 380x300    | 18,86     | 0,1              | 1,886          |
|        |                       |            |            |           | <b>Acumulada</b> | <b>8,65868</b> |

### Climatizador 3

- Impulsión: Circuito b.1

| Tramo  | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (mm) | a x b (mm) | Long. (m) | mm.c.a/ml        | Total         |
|--------|-----------------------|------------|------------|-----------|------------------|---------------|
| 1-2    | 1249,6                | 300        | 270x210    | 5,58      | 0,1              | 0,558         |
| 3-2    | 1249,6                | 300        | 270x210    | 1,88      | 0,1              | 0,188         |
| 4-5    | 1249,6                | 300        | 270x210    | 1,88      | 0,1              | 0,188         |
| 06-jul | 1249,6                | 300        | 270x210    | 1,88      | 0,1              | 0,188         |
| 8-9    | 1249,6                | 300        | 270x210    | 1,88      | 0,1              | 0,188         |
| 10-11  | 1249,6                | 300        | 270x210    | 4,5       | 0,1              | 0,45          |
| 2-5    | 2499,2                | 400        | 380x300    | 3,7       | 0,09             | 0,333         |
| 5-7    | 3748,8                | 450        | 410x300    | 3,7       | 0,1              | 0,37          |
| 7-9    | 4998,4                | 500        | 450x300    | 3,7       | 0,1              | 0,37          |
| 9-11   | 6248                  | 550        | 500x300    | 1,08      | 0,1              | 0,108         |
| 11-13  | 653,55                | 240        | 220x200    | 5,15      | 0,09             | 0,4635        |
| 12-13  | 653,55                | 240        | 220x200    | 1,21      | 0,09             | 0,1089        |
| 13-14  | 1307,1                | 320        | 280x300    | 3         | 0,08             | 0,24          |
| 14-15  | 7555,1                | 600        | 560x300    | 2,45      | 0,08             | 0,196         |
|        |                       |            |            |           | <b>Acumulada</b> | <b>3,9494</b> |

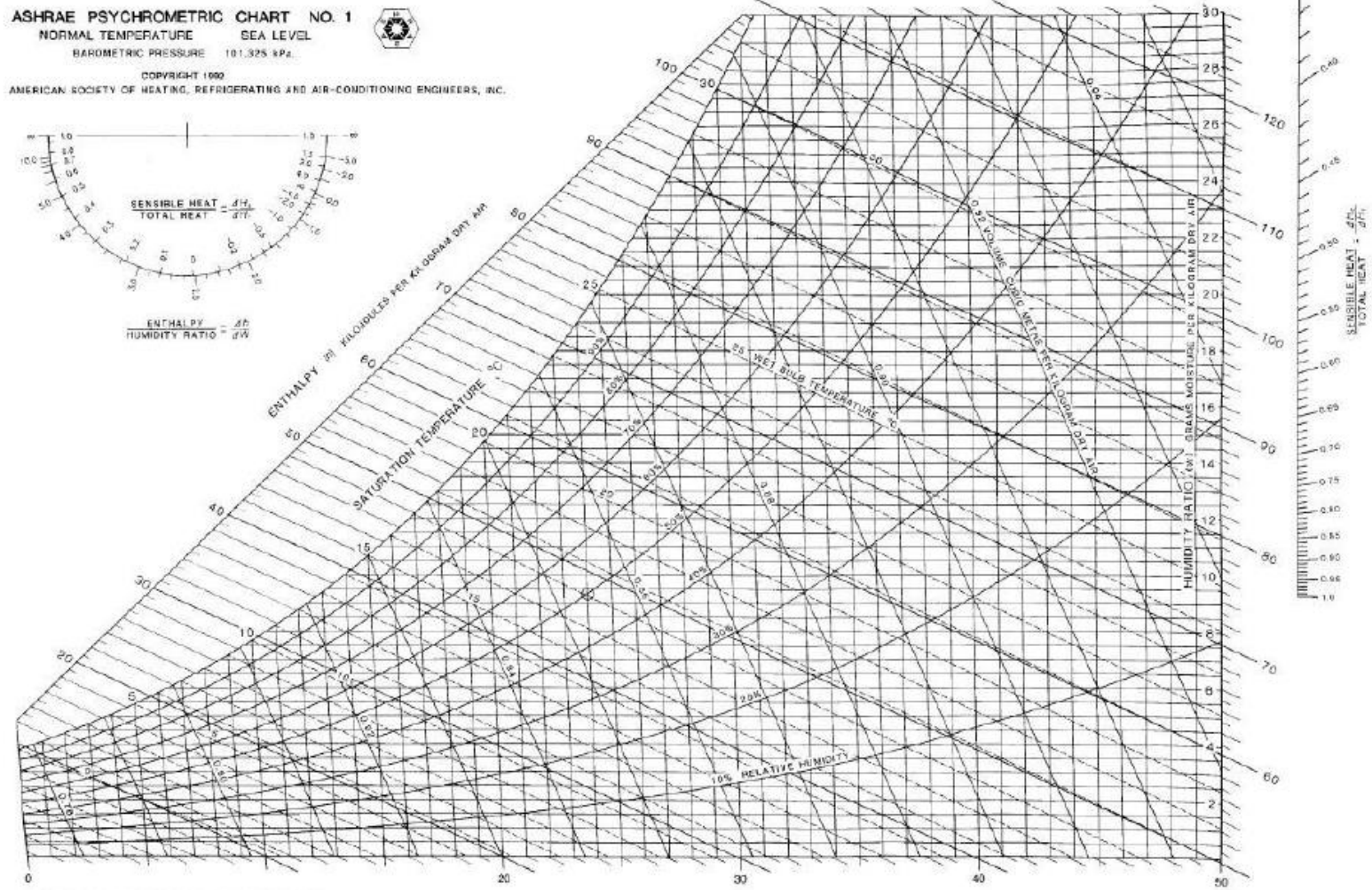
- Retorno: Circuito 1.3

| Tramo  | Q (m <sup>3</sup> /h) | Ø eq. (cm) | a x b (cm) | Long. (m) | mm.c.a/ml        | Total         |
|--------|-----------------------|------------|------------|-----------|------------------|---------------|
| 01-mar | 291,3                 | 180        | 160x160    | 1,28      | 0,09             | 0,1152        |
| 2-3    | 291,3                 | 180        | 160x160    | 1,86      | 0,09             | 0,1674        |
| 4-6    | 291,3                 | 180        | 160x160    | 1,28      | 0,09             | 0,1152        |
| 5-6    | 291,3                 | 180        | 160x160    | 1,86      | 0,09             | 0,1674        |
| 3-6    | 582,6                 | 220        | 200x200    | 4,45      | 0,1              | 0,445         |
| 6-7    | 1165,2                | 300        | 270x210    | 5,88      | 0,09             | 0,5292        |
| 8-7    | 47                    | 100        | 100x100    | 0,25      | 0,06             | 0,015         |
| 9-10   | 689,36                | 240        | 220x200    | 3,96      | 0,1              | 0,396         |
| 11-10  | 689,36                | 240        | 220x200    | 1,167     | 0,1              | 0,1167        |
| 13-12  | 689,36                | 240        | 220x200    | 1,167     | 0,1              | 0,1167        |
| 7-12   | 1212,2                | 300        | 270x210    | 4,14      | 0,09             | 0,3726        |
| 10-12  | 1378,72               | 320        | 270x270    | 2,8       | 0,09             | 0,252         |
| 12-18  | 2590,92               | 400        | 380x300    | 12,27     | 0,09             | 1,1043        |
|        |                       |            |            |           | <b>Acumulada</b> | <b>3,9127</b> |



## 2. Diagramas

### 2.1. Diagrama psicométrico



## 2.2. Diagramas de Moody

### Tuberías agua fría de acero a 10°C

| DIN 2440         |      |      |       |        |        |       |       |       |        |        |        |        | DIN 2448 |         |         |         |           |           |           |           |                    |                    |                                 |      |  | DIN 2458 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|------------------|------|------|-------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|----------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|--------------------|---------------------------------|------|--|----------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 38"              | 12"  | 34"  | 1"    | 1 1/4" | 1 1/2" | 2"    | 3"    | 4"    | 5"     | 6"     | 8"     | 10"    | 12"      | 16"     | 18"     | 20"     | 24"       | 28"       | 36"       | 32"       | Ø pulgadas nominal | Ø interior nominal | Pérdida de carga en mm c.a. / m |      |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12.5             | 18   | 21.8 | 27.2  | 36.9   | 47.8   | 63    | 88.9  | 80.9  | 106.3  | 125    | 160    | 200    | 260      | 300     | 360     | 430     | 488       | 648.4     | 897.4     | 846.3     | 898.9              | 748                | 797                             |      |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| VELOCIDAD EN M/S |      |      |       |        |        |       |       |       |        |        |        |        |          |         |         |         |           |           |           |           |                    |                    |                                 |      |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 45               | 130  | 210  | 354   | 848    | 1.273  | 2.441 | 4.915 | 7.472 | 11.299 | 26.967 | 43.037 | 52.707 | 167.762  | 265.485 | 343.480 | 481.882 | 664.595   | 1.194.183 | 1.495.148 | 1.816.629 | 2.288.850          | 2.690.507          | 3.174.543                       | 3    |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.11             | 0.18 | 0.16 | 0.25  | 0.34   | 0.23   | 0.337 | 0.401 | 0.460 | 0.525  | 0.585  | 0.650  | 0.706  | 0.807    | 0.908   | 1.008   | 1.103   | 1.203     | 1.402     | 1.601     | 1.800     | 2.000              | 2.200              | 2.400                           | 1.71 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 65               | 190  | 320  | 530   | 1.310  | 2.110  | 3.410 | 5.310 | 7.810 | 11.810 | 26.810 | 42.810 | 52.510 | 167.510  | 265.010 | 343.010 | 481.010 | 664.010   | 1.194.010 | 1.495.010 | 1.816.010 | 2.288.010          | 2.690.010          | 3.174.010                       | 4    |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.15             | 0.25 | 0.22 | 0.35  | 0.45   | 0.30   | 0.437 | 0.501 | 0.560 | 0.625  | 0.685  | 0.750  | 0.806  | 0.907    | 1.008   | 1.103   | 1.203   | 1.402     | 1.601     | 1.800     | 2.000     | 2.200              | 2.400              | 2.600                           | 1.91 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 81               | 136  | 280  | 527   | 1.124  | 1.950  | 3.200 | 5.030 | 7.470 | 11.240 | 26.140 | 42.440 | 52.140 | 167.140  | 264.640 | 342.640 | 480.640 | 663.640   | 1.193.640 | 1.494.640 | 1.816.140 | 2.288.140          | 2.689.840          | 3.173.840                       | 6    |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.18             | 0.31 | 0.27 | 0.38  | 0.51   | 0.34   | 0.483 | 0.547 | 0.606 | 0.671  | 0.730  | 0.789  | 0.848  | 0.949    | 1.050   | 1.151   | 1.252   | 1.451     | 1.650     | 1.849     | 2.048     | 2.247              | 2.446              | 2.645                           | 2.01 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 97               | 136  | 310  | 584   | 1.231  | 1.851  | 3.005 | 4.709 | 7.069 | 10.951 | 22.045 | 38.957 | 62.232 | 134.145  | 204.401 | 265.766 | 348.712 | 468.712   | 700.460   | 939.879   | 1.169.169 | 1.398.468          | 1.627.767          | 1.857.066                       | 8    |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.22             | 0.39 | 0.25 | 0.36  | 0.54   | 0.37   | 0.544 | 0.608 | 0.667 | 0.732  | 0.791  | 0.850  | 0.909  | 1.010    | 1.111   | 1.212   | 1.411   | 1.610     | 1.809     | 2.008     | 2.207     | 2.406              | 2.605              | 2.804                           | 2.10 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 101              | 149  | 339  | 631   | 1.348  | 2.029  | 3.347 | 5.129 | 7.771 | 11.838 | 23.833 | 42.078 | 67.218 | 144.855  | 232.503 | 304.629 | 415.654 | 534.629   | 757.113   | 1.045.429 | 1.393.327 | 1.681.225          | 1.969.123          | 2.257.021                       | 7    |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.34             | 0.21 | 0.26 | 0.30  | 0.37   | 0.41   | 0.48  | 0.56  | 0.64  | 0.72   | 0.80   | 0.88   | 0.96   | 1.09     | 1.17    | 1.24    | 1.31    | 1.38      | 1.45      | 1.52      | 1.59      | 1.66               | 1.73               | 1.80                            | 2.19 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 104              | 159  | 362  | 683   | 1.441  | 2.169  | 3.412 | 5.189 | 7.842 | 11.845 | 26.003 | 44.984 | 71.889 | 154.899  | 237.055 | 311.055 | 415.055 | 539.055   | 757.055   | 1.045.055 | 1.393.055 | 1.681.055          | 1.969.055          | 2.257.055                       | 8    |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.38             | 0.22 | 0.28 | 0.32  | 0.38   | 0.42   | 0.50  | 0.58  | 0.66  | 0.74   | 0.82   | 0.90   | 0.98   | 1.11     | 1.19    | 1.26    | 1.33    | 1.40      | 1.47      | 1.54      | 1.61      | 1.68               | 1.75               | 1.82                            | 2.21 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 110              | 169  | 380  | 716   | 1.550  | 2.325  | 3.611 | 5.445 | 8.157 | 12.191 | 26.413 | 45.394 | 72.399 | 155.409  | 237.615 | 311.615 | 415.615 | 539.615   | 757.615   | 1.045.615 | 1.393.615 | 1.681.615          | 1.969.615          | 2.257.615                       | 9    |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.42             | 0.24 | 0.29 | 0.34  | 0.40   | 0.44   | 0.52  | 0.60  | 0.68  | 0.76   | 0.84   | 0.92   | 1.00   | 1.13     | 1.21    | 1.28    | 1.35    | 1.42      | 1.49      | 1.56      | 1.63      | 1.70               | 1.77               | 1.84                            | 2.23 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 116              | 181  | 409  | 737   | 1.634  | 2.462  | 3.784 | 5.658 | 8.407 | 12.407 | 26.673 | 45.754 | 72.754 | 155.754  | 237.960 | 311.960 | 415.960 | 539.960   | 757.960   | 1.045.960 | 1.393.960 | 1.681.960          | 1.970.206          | 2.258.206                       | 10   |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.46             | 0.26 | 0.31 | 0.36  | 0.42   | 0.46   | 0.54  | 0.62  | 0.70  | 0.78   | 0.86   | 0.94   | 1.02   | 1.15     | 1.23    | 1.30    | 1.37    | 1.44      | 1.51      | 1.58      | 1.65      | 1.72               | 1.79               | 1.86                            | 2.25 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 121              | 196  | 434  | 811   | 1.714  | 2.582  | 3.952 | 5.841 | 8.611 | 12.641 | 26.916 | 46.000 | 73.000 | 156.000  | 238.206 | 312.206 | 416.206 | 540.206   | 758.206   | 1.046.206 | 1.394.206 | 1.682.206          | 1.970.206          | 2.258.206                       | 11   |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.52             | 0.28 | 0.33 | 0.38  | 0.44   | 0.48   | 0.56  | 0.64  | 0.72  | 0.80   | 0.88   | 0.96   | 1.04   | 1.17     | 1.25    | 1.32    | 1.39    | 1.46      | 1.53      | 1.60      | 1.67      | 1.74               | 1.81               | 1.88                            | 2.27 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 127              | 209  | 443  | 847   | 1.790  | 2.696  | 4.100 | 6.015 | 8.815 | 12.845 | 27.115 | 46.200 | 73.200 | 156.200  | 238.406 | 312.406 | 416.406 | 540.406   | 758.406   | 1.046.406 | 1.394.406 | 1.682.406          | 1.970.406          | 2.258.406                       | 12   |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.58             | 0.30 | 0.34 | 0.40  | 0.46   | 0.50   | 0.58  | 0.66  | 0.74  | 0.82   | 0.90   | 0.98   | 1.06   | 1.19     | 1.27    | 1.34    | 1.41    | 1.48      | 1.55      | 1.62      | 1.69      | 1.76               | 1.83               | 1.90                            | 2.29 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 133              | 225  | 472  | 882   | 1.900  | 2.850  | 4.280 | 6.230 | 9.030 | 13.060 | 27.330 | 46.415 | 73.515 | 156.515  | 238.721 | 312.721 | 416.721 | 540.721   | 758.721   | 1.046.721 | 1.394.721 | 1.682.721          | 1.970.721          | 2.258.721                       | 13   |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.64             | 0.32 | 0.36 | 0.42  | 0.48   | 0.52   | 0.60  | 0.68  | 0.76  | 0.84   | 0.92   | 1.00   | 1.08   | 1.21     | 1.29    | 1.36    | 1.43    | 1.50      | 1.57      | 1.64      | 1.71      | 1.78               | 1.85               | 1.92                            | 2.31 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 140              | 238  | 486  | 927   | 1.969  | 2.969  | 4.419 | 6.389 | 9.189 | 13.219 | 27.489 | 46.574 | 73.674 | 156.674  | 238.880 | 312.880 | 416.880 | 540.880   | 758.880   | 1.046.880 | 1.394.880 | 1.682.880          | 1.970.880          | 2.258.880                       | 14   |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.70             | 0.34 | 0.38 | 0.44  | 0.50   | 0.54   | 0.62  | 0.70  | 0.78  | 0.86   | 0.94   | 1.02   | 1.10   | 1.23     | 1.31    | 1.38    | 1.45    | 1.52      | 1.59      | 1.66      | 1.73      | 1.80               | 1.87               | 1.94                            | 2.33 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 146              | 253  | 518  | 960   | 2.030  | 3.051  | 4.501 | 6.471 | 9.271 | 13.301 | 27.591 | 46.684 | 73.784 | 156.784  | 238.990 | 312.990 | 416.990 | 540.990   | 758.990   | 1.046.990 | 1.394.990 | 1.682.990          | 1.970.990          | 2.258.990                       | 15   |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.76             | 0.36 | 0.40 | 0.46  | 0.52   | 0.56   | 0.64  | 0.72  | 0.80  | 0.88   | 0.96   | 1.04   | 1.12   | 1.25     | 1.33    | 1.40    | 1.47    | 1.54      | 1.61      | 1.68      | 1.75      | 1.82               | 1.89               | 1.96                            | 2.35 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 152              | 269  | 539  | 1.020 | 2.100  | 3.121  | 4.571 | 6.541 | 9.341 | 13.371 | 27.691 | 46.794 | 73.894 | 156.894  | 239.100 | 313.100 | 417.100 | 541.100   | 759.100   | 1.047.100 | 1.395.100 | 1.683.100          | 1.971.100          | 2.259.100                       | 16   |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.82             | 0.38 | 0.42 | 0.48  | 0.54   | 0.58   | 0.66  | 0.74  | 0.82  | 0.90   | 0.98   | 1.06   | 1.14   | 1.27     | 1.35    | 1.42    | 1.49    | 1.56      | 1.63      | 1.70      | 1.77      | 1.84               | 1.91               | 1.98                            | 2.37 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 158              | 284  | 564  | 1.059 | 2.139  | 3.160  | 4.610 | 6.580 | 9.380 | 13.400 | 27.791 | 46.900 | 74.000 | 157.000  | 239.210 | 313.210 | 417.210 | 541.210   | 759.210   | 1.047.210 | 1.395.210 | 1.683.210          | 1.971.210          | 2.259.210                       | 17   |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.88             | 0.40 | 0.44 | 0.50  | 0.56   | 0.60   | 0.68  | 0.76  | 0.84  | 0.92   | 1.00   | 1.08   | 1.16   | 1.29     | 1.37    | 1.44    | 1.51    | 1.58      | 1.65      | 1.72      | 1.79      | 1.86               | 1.93               | 1.99                            | 2.38 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 164              | 300  | 589  | 1.123 | 2.200  | 3.221  | 4.671 | 6.641 | 9.441 | 13.471 | 27.891 | 47.000 | 74.100 | 157.100  | 239.320 | 313.320 | 417.320 | 541.320   | 759.320   | 1.047.320 | 1.395.320 | 1.683.320          | 1.971.320          | 2.259.320                       | 18   |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 0.94             | 0.42 | 0.46 | 0.52  | 0.58   | 0.62   | 0.70  | 0.78  | 0.86  | 0.94   | 1.02   | 1.10   | 1.18   | 1.31     | 1.39    | 1.46    | 1.53    | 1.60      | 1.67      | 1.74      | 1.81      | 1.88               | 1.95               | 2.01                            | 2.39 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 170              | 316  | 614  | 1.151 | 2.238  | 3.259  | 4.709 | 6.679 | 9.479 | 13.509 | 27.991 | 47.100 | 74.200 | 157.200  | 239.430 | 313.430 | 417.430 | 541.430   | 759.430   | 1.047.430 | 1.395.430 | 1.683.430          | 1.971.430          | 2.259.430                       | 19   |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.00             | 0.44 | 0.48 | 0.54  | 0.60   | 0.64   | 0.72  | 0.80  | 0.88  | 0.96   | 1.04   | 1.12   | 1.20   | 1.33     | 1.41    | 1.48    | 1.55    | 1.62      | 1.69      | 1.76      | 1.83      | 1.90               | 1.97               | 2.03                            | 2.41 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 176              | 332  | 639  | 1.179 | 2.276  | 3.297  | 4.747 | 6.717 | 9.517 | 13.537 | 28.091 | 47.200 | 74.300 | 157.300  | 239.540 | 313.540 | 417.540 | 541.540   | 759.540   | 1.047.540 | 1.395.540 | 1.683.540          | 1.971.540          | 2.259.540                       | 20   |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.06             | 0.46 | 0.50 | 0.56  | 0.62   | 0.66   | 0.74  | 0.82  | 0.90  | 0.98   | 1.06   | 1.14   | 1.22   | 1.35     | 1.43    | 1.50    | 1.57    | 1.64      | 1.71      | 1.78      | 1.85      | 1.92               | 1.99               | 2.05                            | 2.43 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 182              | 348  | 664  | 1.207 | 2.314  | 3.336  | 4.785 | 6.755 | 9.555 | 13.565 | 28.191 | 47.300 | 74.400 | 157.400  | 239.650 | 313.650 | 417.650 | 541.650   | 759.650   | 1.047.650 | 1.395.650 | 1.683.650          | 1.971.650          | 2.259.650                       | 21   |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1.12             | 0.48 | 0.52 | 0.58  | 0.64   | 0.68   | 0.76  | 0.84  | 0.92  | 1.00   | 1.08   | 1.16   | 1.24   | 1.37     | 1.45    | 1.52    | 1.59    | 1.66      | 1.73      | 1.80      | 1.87      | 1.94               | 2.01               | 2.07                            | 2.45 |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 188              | 364  | 689  | 1.235 | 2.352  | 3.375  | 4.823 | 6.793 | 9.593 | 13.593 | 28.291 | 47.400 | 74.500 | 157.500  | 239.760 | 313.760 | 417.760 | 541.760</ |           |           |           |                    |                    |                                 |      |  |          |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |



# Tuberías agua fría de acero a 50°C

H = Pérdida de carga por metro de tubería (mm.c.a.)  
 d = Diámetro interior real del tubo (mm)  
 v = Velocidad (m/s)

TABLA CALCULO TUBERIAS AGUA CALIENTE A 60 °C SEGUN EL DIAGRAMA DE MOODY Y ECUACIONES ANEXAS PARA TUBERIAS DE ACERO DIN 2440 Y 2448

ecuación de Poiseuille  
 ecuación de Blasius  
 2ª ecuac de Kármán-Prandtl  
 ecuación de Colebrook-White

flujo laminar R < 2.300  
 tub. lisas 2300 < R < 100.000  
 tub. rugosas regímen turbulento  
 zona de transición

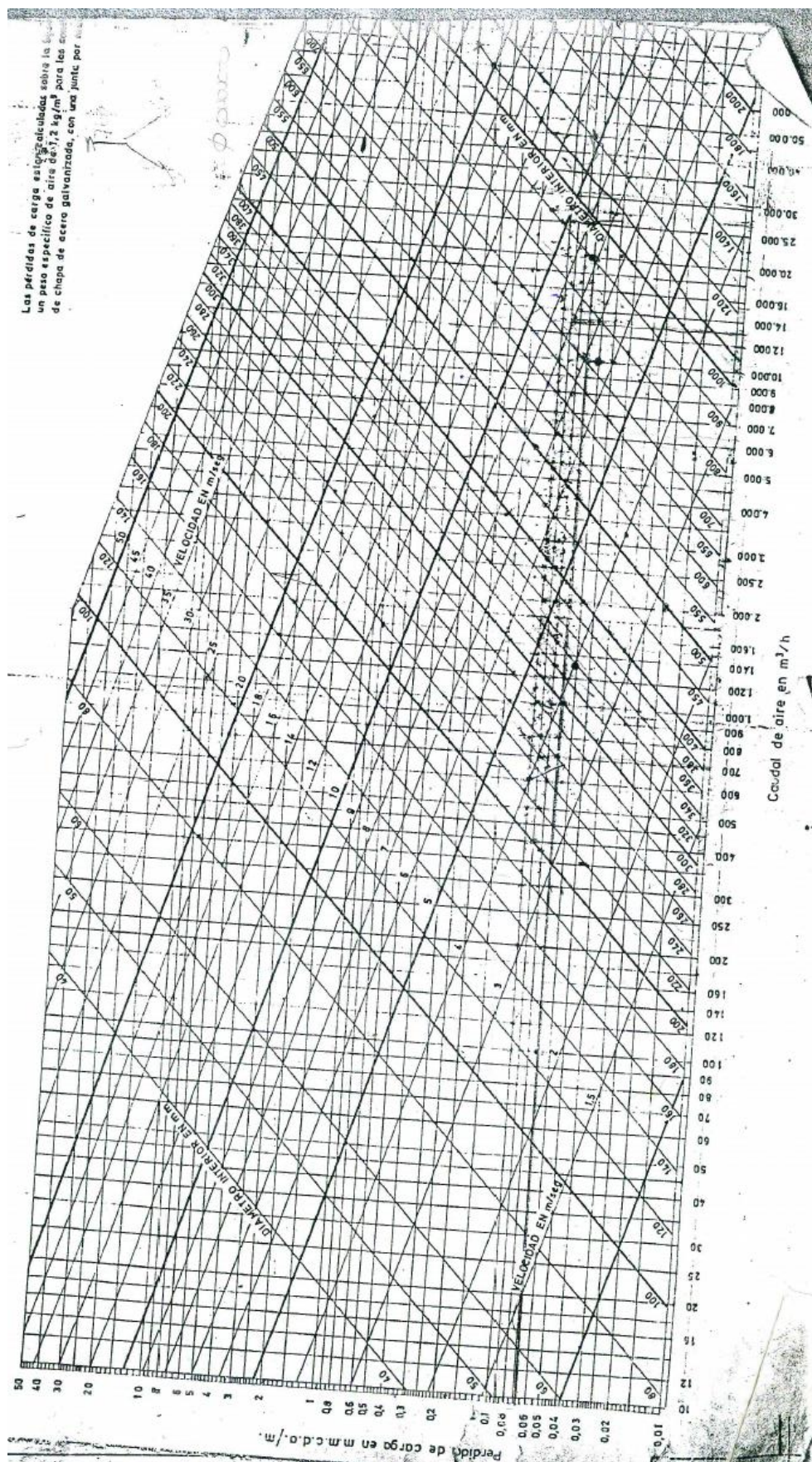
$\lambda = 64 / R$   
 $\lambda = 0,316 / R^{0.25}$   
 $\lambda = 1 / (1,14 - 2 \log(k/d))^{1.25}$   
 $\lambda = -2 \log((k/d)/3,71 + 2,51/(R \lambda^{0.25}))$   
 k = rugosidad (mm)  
 R = nº de Reynolds =  $v \times d / \nu$   
 $\nu$  = viscosidad cinemática  
 $1,308 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  para agua a 10°C  
 $0,328 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  para agua a 90°C

k considerado = 0,15 mm

|                                 |          | DIN 2440                          |      |      |       |        |        |       |        |        |        |          |         |         |         | DIN 2448 |           |           |           |           |  |  |  |  |  |
|---------------------------------|----------|-----------------------------------|------|------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|----------|---------|---------|---------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|
| Ø nominal                       | pulgadas | 3/8"                              | 1/2" | 3/4" | 1"    | 1 1/4" | 1 1/2" | 2"    | 2 1/2" | 3"     | 4"     | 6"       | 8"      | 10"     | 12"     | 14"      | 16"       | 18"       | 20"       |           |  |  |  |  |  |
| mm                              | mm       | 10                                | 15   | 20   | 25    | 32     | 40     | 50    | 65     | 80     | 100    | 125      | 150     | 200     | 250     | 300      | 350       | 400       | 450       | 500       |  |  |  |  |  |
| Ø Interior                      | mm       | 12,5                              | 16   | 21,6 | 27,2  | 35,9   | 41,8   | 53    | 68,8   | 80,8   | 105,3  | 130      | 155,4   | 207,3   | 260,4   | 309,7    | 339,6     | 388,8     | 437,2     | 486       |  |  |  |  |  |
| Pérdida de carga en mm.c.a. / m |          | CAUDAL EN L/H<br>VELOCIDAD EN M/S |      |      |       |        |        |       |        |        |        |          |         |         |         |          |           |           |           |           |  |  |  |  |  |
| 3                               |          | 52                                | 101  | 229  | 429   | 908    | 1.369  | 2.604 | 5.180  | 7.891  | 15.924 | 28.150   | 45.040  | 97.320  | 176.826 | 280.679  | 353.408   | 510.901   | 685.048   | 892.507   |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.12                              | 0.14 | 0.17 | 0.21  | 0.26   | 0.28   | 0.33  | 0.39   | 0.43   | 0.51   | 0.59     | 0.66    | 0.80    | 0.90    | 1.03     | 1.08      | 1.26      | 1.27      | 1.34      |  |  |  |  |  |
| 4                               |          | 61                                | 120  | 268  | 502   | 1.064  | 1.581  | 3.006 | 5.982  | 9.292  | 18.783 | 32.524   | 52.008  | 112.376 | 204.182 | 324.100  | 408.080   | 589.938   | 791.026   | 1.030.579 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.14                              | 0.17 | 0.20 | 0.24  | 0.29   | 0.32   | 0.38  | 0.45   | 0.50   | 0.60   | 0.68     | 0.76    | 0.92    | 1.06    | 1.20     | 1.25      | 1.38      | 1.48      | 1.54      |  |  |  |  |  |
| 6                               |          | 68                                | 134  | 303  | 569   | 1.190  | 1.796  | 3.361 | 6.815  | 10.390 | 21.000 | 36.362   | 58.146  | 125.840 | 228.282 | 362.355  | 456.247   | 659.570   | 884.394   | 1.152.222 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.15                              | 0.18 | 0.23 | 0.27  | 0.33   | 0.36   | 0.42  | 0.51   | 0.56   | 0.67   | 0.76     | 0.85    | 1.03    | 1.19    | 1.34     | 1.40      | 1.54      | 1.64      | 1.73      |  |  |  |  |  |
| 8                               |          | 76                                | 148  | 337  | 624   | 1.324  | 1.967  | 3.747 | 7.466  | 11.380 | 23.004 | 39.833   | 63.696  | 137.631 | 250.070 | 396.940  | 499.794   | 722.523   | 968.805   | 1.303.590 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.17                              | 0.20 | 0.26 | 0.30  | 0.36   | 0.40   | 0.47  | 0.56   | 0.62   | 0.73   | 0.83     | 0.93    | 1.13    | 1.30    | 1.46     | 1.53      | 1.69      | 1.79      | 1.95      |  |  |  |  |  |
| 7                               |          | 82                                | 162  | 364  | 674   | 1.430  | 2.125  | 4.047 | 8.054  | 12.292 | 24.847 | 43.025   | 70.499  | 148.659 | 270.107 | 428.744  | 539.839   | 780.414   | 1.046.429 | 1.408.038 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.19                              | 0.22 | 0.28 | 0.32  | 0.39   | 0.43   | 0.51  | 0.60   | 0.67   | 0.79   | 0.90     | 1.03    | 1.22    | 1.41    | 1.58     | 1.66      | 1.83      | 1.94      | 2.11      |  |  |  |  |  |
| 8                               |          | 88                                | 173  | 389  | 730   | 1.528  | 2.309  | 4.327 | 8.621  | 13.141 | 26.563 | 47.078   | 75.366  | 158.923 | 288.756 | 458.347  | 577.112   | 834.298   | 1.118.680 | 1.505.256 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.20                              | 0.24 | 0.29 | 0.35  | 0.42   | 0.47   | 0.54  | 0.64   | 0.71   | 0.85   | 0.98     | 1.10    | 1.31    | 1.51    | 1.69     | 1.77      | 1.96      | 2.07      | 2.25      |  |  |  |  |  |
| 8                               |          | 94                                | 183  | 412  | 775   | 1.621  | 2.449  | 4.589 | 9.144  | 13.938 | 28.174 | 49.933   | 79.938  | 168.563 | 306.272 | 486.150  | 612.120   | 884.906   | 1.186.535 | 1.596.565 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.21                              | 0.25 | 0.31 | 0.37  | 0.44   | 0.50   | 0.58  | 0.68   | 0.76   | 0.90   | 1.04     | 1.17    | 1.39    | 1.60    | 1.79     | 1.88      | 2.07      | 2.20      | 2.39      |  |  |  |  |  |
| 10                              |          | 100                               | 195  | 440  | 816   | 1.709  | 2.582  | 4.838 | 9.638  | 14.995 | 29.698 | 52.634   | 84.262  | 177.681 | 322.839 | 512.447  | 645.231   | 932.773   | 1.250.722 | 1.682.928 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.23                              | 0.27 | 0.33 | 0.39  | 0.47   | 0.52   | 0.61  | 0.72   | 0.81   | 0.96   | 1.10     | 1.23    | 1.46    | 1.69    | 1.89     | 1.98      | 2.18      | 2.31      | 2.52      |  |  |  |  |  |
| 11                              |          | 105                               | 205  | 462  | 856   | 1.792  | 2.708  | 5.074 | 10.109 | 15.727 | 31.148 | 55.203   | 88.375  | 186.354 | 338.597 | 537.459  | 676.724   | 978.301   | 1.311.768 | 1.765.069 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.24                              | 0.28 | 0.35 | 0.41  | 0.49   | 0.55   | 0.64  | 0.76   | 0.86   | 0.99   | 1.15     | 1.29    | 1.53    | 1.77    | 1.98     | 2.08      | 2.29      | 2.43      | 2.64      |  |  |  |  |  |
| 12                              |          | 109                               | 214  | 482  | 894   | 1.902  | 2.828  | 5.299 | 10.558 | 16.426 | 32.533 | 57.658   | 92.305  | 194.640 | 353.653 | 561.358  | 706.815   | 1.021.802 | 1.370.097 | 1.843.555 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.25                              | 0.30 | 0.37 | 0.43  | 0.50   | 0.57   | 0.67  | 0.79   | 0.89   | 1.04   | 1.21     | 1.36    | 1.60    | 1.84    | 2.07     | 2.17      | 2.39      | 2.54      | 2.76      |  |  |  |  |  |
| 13                              |          | 115                               | 223  | 502  | 931   | 1.979  | 2.944  | 5.516 | 10.989 | 17.097 | 33.861 | 60.012   | 96.074  | 202.588 | 368.094 | 584.279  | 735.676   | 1.063.525 | 1.426.043 | 1.918.833 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.26                              | 0.31 | 0.38 | 0.44  | 0.54   | 0.60   | 0.69  | 0.82   | 0.93   | 1.08   | 1.26     | 1.41    | 1.67    | 1.92    | 2.15     | 2.26      | 2.49      | 2.64      | 2.87      |  |  |  |  |  |
| 14                              |          | 119                               | 231  | 521  | 980   | 2.054  | 3.055  | 5.724 | 11.630 | 17.742 | 35.929 | 62.778   | 99.700  | 210.235 | 381.989 | 606.335  | 763.448   | 1.103.672 | 1.479.874 | 1.991.267 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.27                              | 0.32 | 0.39 | 0.47  | 0.56   | 0.62   | 0.72  | 0.87   | 0.96   | 1.15   | 1.30     | 1.46    | 1.73    | 1.99    | 2.24     | 2.34      | 2.58      | 2.74      | 2.98      |  |  |  |  |  |
| 16                              |          | 124                               | 242  | 547  | 1.014 | 2.126  | 3.162  | 5.925 | 12.038 | 18.365 | 37.190 | 64.464   | 103.200 | 217.614 | 395.395 | 627.617  | 790.243   | 1.142.409 | 1.531.815 | 2.061.157 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.28                              | 0.33 | 0.41 | 0.48  | 0.58   | 0.64   | 0.75  | 0.90   | 0.99   | 1.19   | 1.38     | 1.51    | 1.79    | 2.06    | 2.31     | 2.42      | 2.67      | 2.83      | 3.09      |  |  |  |  |  |
| 18                              |          | 128                               | 250  | 564  | 1.048 | 2.196  | 3.266  | 6.231 | 12.433 | 18.967 | 38.410 | 66.578   | 106.584 | 224.751 | 408.363 | 648.200  | 816.160   | 1.179.875 | 1.582.052 | 2.128.754 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.29                              | 0.35 | 0.43 | 0.50  | 0.60   | 0.66   | 0.78  | 0.93   | 1.03   | 1.23   | 1.39     | 1.56    | 1.85    | 2.13    | 2.39     | 2.50      | 2.76      | 2.93      | 3.19      |  |  |  |  |  |
| 17                              |          | 132                               | 258  | 582  | 1.080 | 2.264  | 3.366  | 6.423 | 12.816 | 19.551 | 39.592 | 68.627   | 109.685 | 231.668 | 420.931 | 668.149  | 841.278   | 1.216.187 | 1.630.742 | 2.194.269 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.30                              | 0.36 | 0.44 | 0.52  | 0.62   | 0.68   | 0.81  | 0.96   | 1.06   | 1.26   | 1.44     | 1.61    | 1.91    | 2.20    | 2.46     | 2.58      | 2.85      | 3.02      | 3.29      |  |  |  |  |  |
| 18                              |          | 137                               | 265  | 599  | 1.111 | 2.329  | 3.464  | 6.609 | 13.187 | 20.118 | 40.740 | 70.616   | 113.050 | 238.385 | 433.135 | 687.520  | 865.668   | 1.251.447 | 1.678.020 | 2.257.884 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.31                              | 0.37 | 0.45 | 0.53  | 0.64   | 0.70   | 0.83  | 0.99   | 1.09   | 1.30   | 1.48     | 1.66    | 1.96    | 2.26    | 2.54     | 2.66      | 2.93      | 3.10      | 3.39      |  |  |  |  |  |
| 18                              |          | 141                               | 273  | 615  | 1.142 | 2.393  | 3.559  | 6.791 | 13.549 | 20.669 | 41.856 | 72.551   | 116.147 | 244.917 | 445.003 | 706.359  | 889.389   | 1.285.739 | 1.724.001 | 2.319.756 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.32                              | 0.38 | 0.47 | 0.55  | 0.66   | 0.72   | 0.86  | 1.01   | 1.12   | 1.34   | 1.52     | 1.70    | 2.02    | 2.32    | 2.60     | 2.72      | 3.00      | 3.17      | 3.47      |  |  |  |  |  |
| 20                              |          | 144                               | 280  | 631  | 1.171 | 2.455  | 3.713  | 6.967 | 13.901 | 21.206 | 42.943 | 74.436   | 119.165 | 251.278 | 456.564 | 724.710  | 912.454   | 1.319.141 | 1.768.788 | 2.380.019 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.33                              | 0.39 | 0.48 | 0.56  | 0.67   | 0.75   | 0.89  | 1.04   | 1.15   | 1.37   | 1.56     | 1.75    | 2.07    | 2.38    | 2.67     | 2.80      | 3.09      | 3.27      | 3.58      |  |  |  |  |  |
| 21                              |          | 148                               | 287  | 647  | 1.200 | 2.516  | 3.805  | 7.139 | 14.244 | 21.730 | 44.004 | 76.274   | 122.108 | 257.485 | 467.839 | 742.606  | 935.028   | 1.351.711 | 1.812.468 | 2.438.794 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.33                              | 0.40 | 0.49 | 0.57  | 0.69   | 0.77   | 0.90  | 1.06   | 1.18   | 1.40   | 1.60     | 1.79    | 2.12    | 2.44    | 2.74     | 2.87      | 3.16      | 3.35      | 3.68      |  |  |  |  |  |
| 22                              |          | 151                               | 293  | 662  | 1.229 | 2.575  | 3.895  | 7.307 | 14.578 | 22.241 | 45.039 | 78.069   | 124.981 | 263.544 | 478.848 | 760.082  | 957.032   | 1.383.526 | 1.855.121 | 2.496.185 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.34                              | 0.41 | 0.50 | 0.59  | 0.71   | 0.79   | 0.92  | 1.09   | 1.20   | 1.44   | 1.63     | 1.83    | 2.17    | 2.50    | 2.80     | 2.93      | 3.24      | 3.43      | 3.74      |  |  |  |  |  |
| 23                              |          | 155                               | 304  | 677  | 1.256 | 2.633  | 3.982  | 7.471 | 14.907 | 22.741 | 46.052 | 79.824   | 127.790 | 269.467 | 489.610 | 777.164  | 978.541   | 1.414.621 | 1.896.814 | 2.552.286 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.35                              | 0.42 | 0.51 | 0.60  | 0.72   | 0.81   | 0.94  | 1.11   | 1.23   | 1.47   | 1.67     | 1.87    | 2.22    | 2.56    | 2.87     | 3.00      | 3.31      | 3.51      | 3.82      |  |  |  |  |  |
| 24                              |          | 158                               | 310  | 691  | 1.283 | 2.690  | 4.068  | 7.632 | 15.227 | 23.230 | 47.042 | 81.541   | 130.538 | 275.263 | 500.141 | 793.880  | 999.587   | 1.448.048 | 1.937.610 | 2.607.180 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.36                              | 0.43 | 0.52 | 0.61  | 0.74   | 0.82   | 0.96  | 1.14   | 1.26   | 1.50   | 1.71     | 1.91    | 2.27    | 2.61    | 2.93     | 3.07      | 3.39      | 3.59      | 3.90      |  |  |  |  |  |
| 26                              |          | 161                               | 317  | 706  | 1.310 | 2.745  | 4.152  | 7.789 | 15.541 | 23.709 | 48.012 | 83.222   | 133.230 | 280.939 | 510.454 | 810.250  | 1.020.200 | 1.474.844 | 1.977.565 | 2.660.943 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.36                              | 0.44 | 0.53 | 0.62  | 0.75   | 0.84   | 0.98  | 1.16   | 1.28   | 1.53   | 1.74     | 1.95    | 2.31    | 2.66    | 2.99     | 3.13      | 3.46      | 3.66      | 3.98      |  |  |  |  |  |
| 28                              |          | 166                               | 323  | 720  | 1.336 | 2.799  | 4.234  | 7.944 | 15.849 | 24.179 | 48.963 | 84.870   | 135.865 | 286.603 | 520.563 | 826.296  | 1.040.404 | 1.504.052 | 2.016.729 | 2.713.633 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.38                              | 0.45 | 0.55 | 0.64  | 0.77   | 0.86   | 1.00  | 1.18   | 1.31   | 1.56   | 1.78     | 1.99    | 2.36    | 2.72    | 3.05     | 3.19      | 3.52      | 3.73      | 4.05      |  |  |  |  |  |
| 27                              |          | 169                               | 329  | 743  | 1.382 | 2.900  | 4.315  | 8.095 | 16.151 | 24.639 | 49.896 | 86.487   | 138.457 | 291.966 | 530.479 | 842.036  | 1.060.223 | 1.532.703 | 2.055.146 | 2.765.332 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.38                              | 0.46 | 0.56 | 0.66  | 0.80   | 0.87   | 1.02  | 1.21   | 1.33   | 1.59   | 1.81     | 2.03    | 2.40    | 2.77    | 3.10     | 3.25      | 3.59      | 3.80      | 4.14      |  |  |  |  |  |
| 28                              |          | 172                               | 335  | 757  | 1.407 | 2.953  | 4.394  | 8.243 | 16.448 | 25.051 | 50.811 | 88.074   | 140.998 | 297.318 | 540.214 | 857.488  | 1.079.678 | 1.560.828 | 2.092.856 | 2.816.077 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.39                              | 0.46 | 0.57 | 0.67  | 0.81   | 0.89   | 1.04  | 1.23   | 1.36   | 1.62   | 1.84     | 2.06    | 2.45    | 2.82    | 3.16     | 3.31      | 3.65      | 3.87      | 4.22      |  |  |  |  |  |
| 29                              |          | 176                               | 341  | 770  | 1.432 | 3.005  | 4.472  | 8.389 | 16.738 | 25.535 | 51.711 | 89.633   | 143.493 | 302.580 | 549.776 | 872.666  | 1.098.788 | 1.588.456 | 2.129.903 | 2.865.923 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.40                              | 0.47 | 0.58 | 0.69  | 0.82   | 0.91   | 1.06  | 1.25   | 1.38   | 1.65   | 1.88     | 2.10    | 2.49    | 2.87    | 3.22     | 3.37      | 3.72      | 3.94      | 4.29      |  |  |  |  |  |
| 30                              |          | 179                               | 347  | 784  | 1.456 | 3.057  | 4.548  | 8.533 | 17.025 | 25.972 | 52.595 | 91.165   | 145.946 | 307.753 | 559.174 | 887.584  | 1.117.573 | 1.615.611 | 2.166.314 | 2.914.916 |  |  |  |  |  |
|                                 |          | 0.40                              | 0.48 | 0.59 | 0.70  | 0.84   | 0.92   | 1.07  | 1.27   | 1.41   | 1.68   | 1.91     | 2.14    | 2.53    | 2.90    | 3.27     | 3.43      | 3.78      | 4.01      | 4.36      |  |  |  |  |  |
| 31                              |          | 181                               | 352  | 796  | 1.480 | 3.107  | 4.623  | 8.674 | 17.306 | 26.401 | 53.645 | 92.672</ |         |         |         |          |           |           |           |           |  |  |  |  |  |

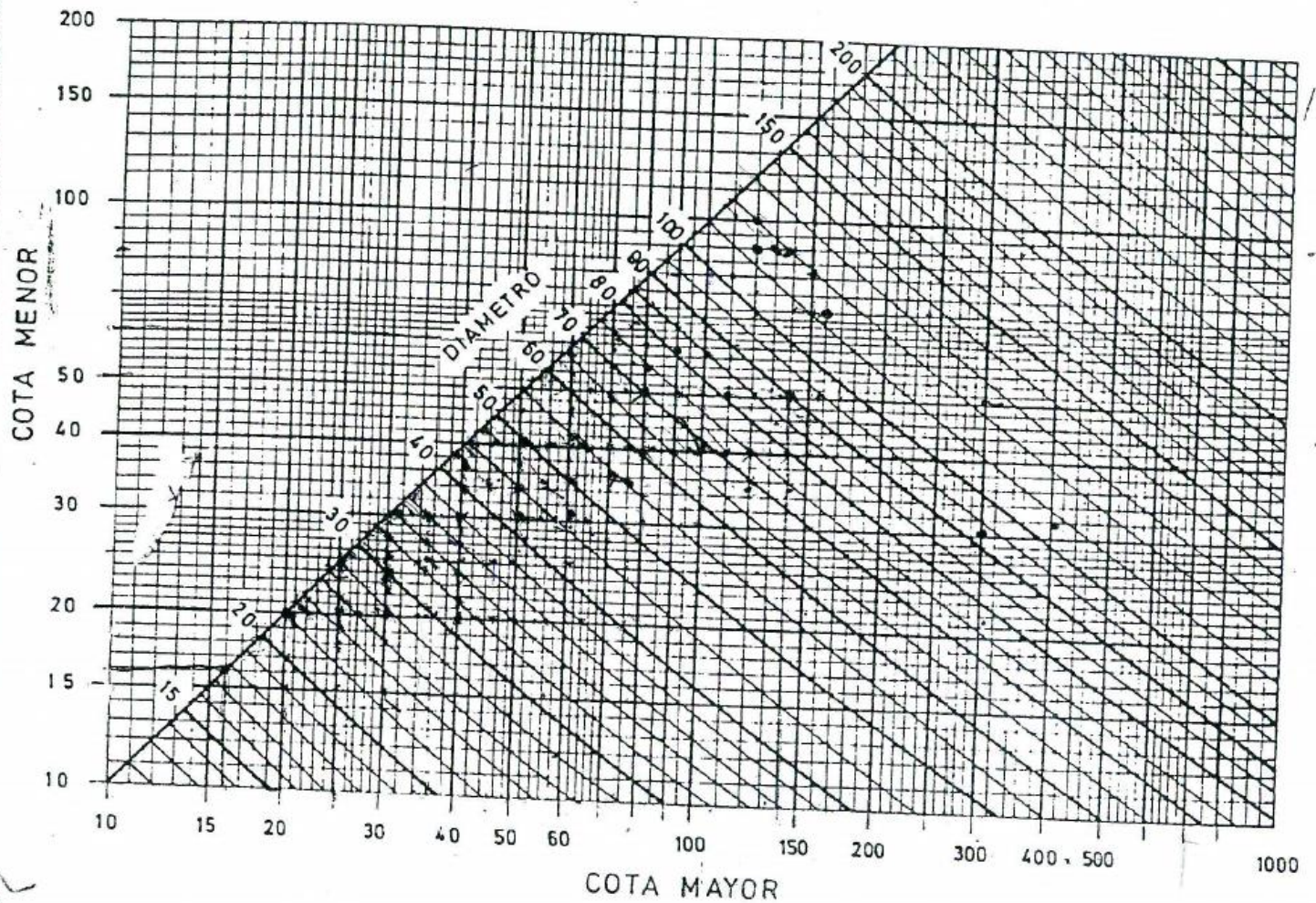


### 2.3. Pérdida de carga en conductos circulares





#### 2.4. Transformación conductos circulares en rectangulares



### 3. Catálogos

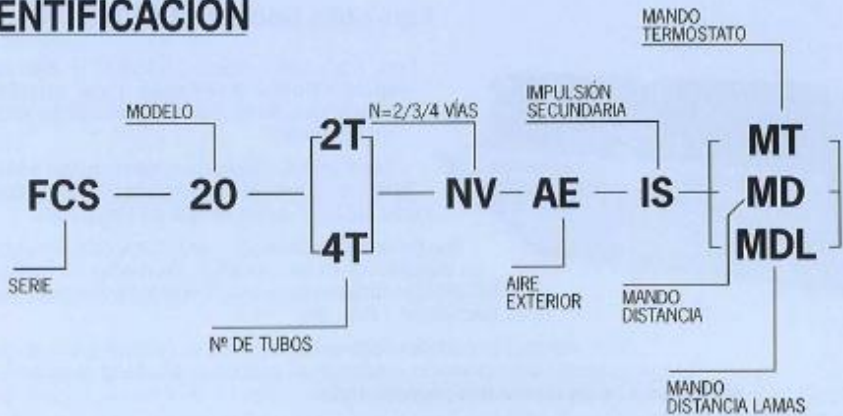
#### 3.1. Fan-coils

**SERIE  
FCS**

**IDENTIFICACIÓN  
SELECCIÓN RÁPIDA**



## IDENTIFICACIÓN



### Selección Rápida

| Modelo | Caudal<br>Vel. Máxima<br>(M <sup>3</sup> /h) | 2 TUBOS               |                          |                       | 4 TUBOS                  |                          |
|--------|----------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
|        |                                              | Potencia<br>Total (W) | Potencia<br>Sensible (W) | Potencia<br>Calor (W) | Potencia 4T<br>Total (W) | Potencia 4T<br>Calor (W) |
| FCS-20 | 750                                          | 2.330                 | 1.780                    | 2.730                 | -                        | -                        |
| FCS-30 | 750                                          | 3.270                 | 2.270                    | 3.210                 | 2.890                    | 2.810                    |
| FCS-40 | 750                                          | 4.330                 | 2.970                    | 4.240                 | -                        | -                        |
| FCS-50 | 875                                          | 5.000                 | 3.350                    | 5.830                 | 4.450                    | 3.140                    |
| FCS-80 | 1.375                                        | 7.650                 | 5.470                    | 7.890                 | 5.100                    | 5.430                    |
| FCS-90 | 1.600                                        | 9.070                 | 6.200                    | 10.980                | 8.070                    | 6.000                    |

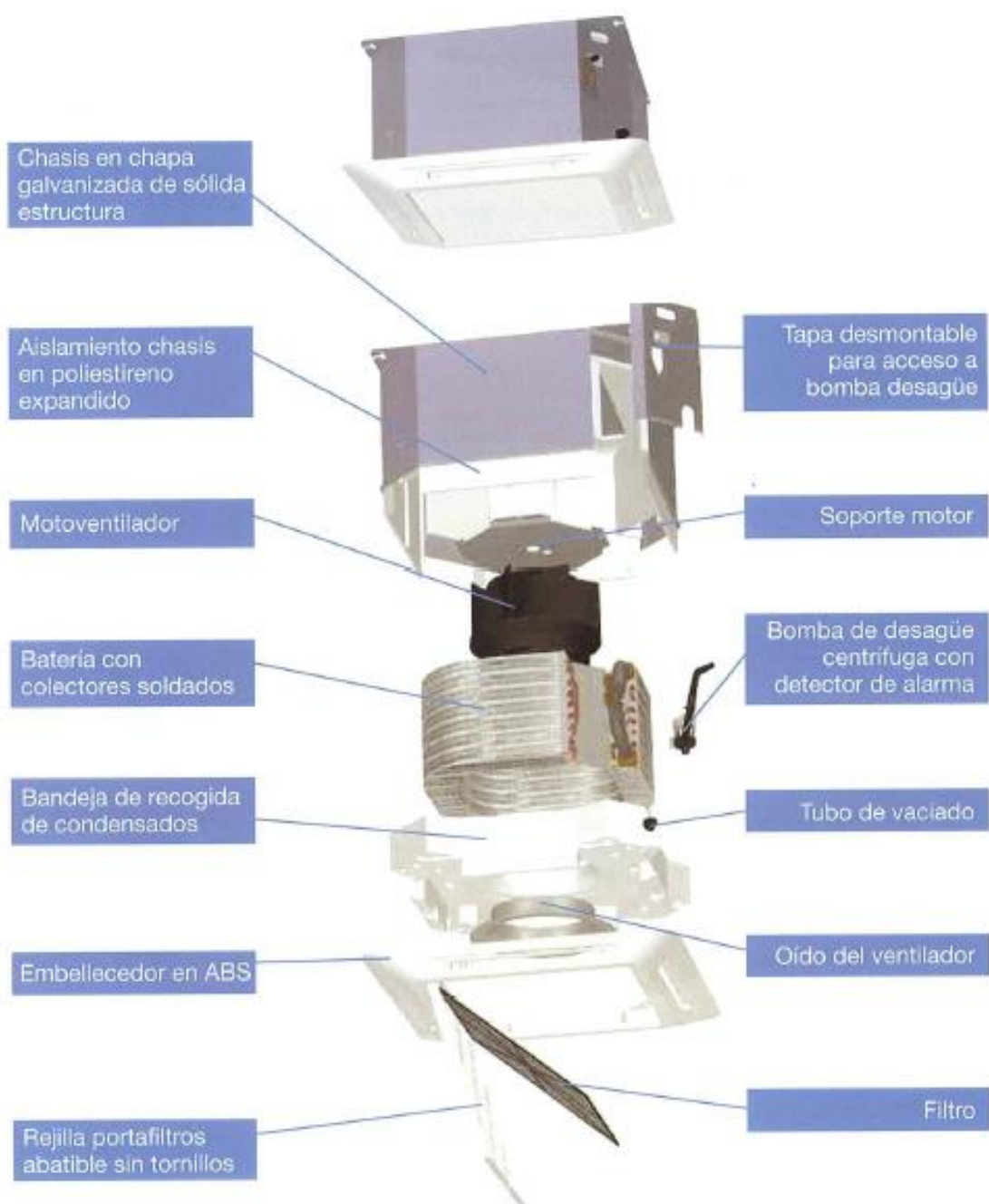
### Datos nominales de funcionamiento

| FRÍO     |               |              |
|----------|---------------|--------------|
| Aire     | 27 °C - 50% % | 7 °C - 12 °C |
|          | Agua          |              |
|          |               |              |
| CALOR    |               |              |
| Aire     | 20 °C         |              |
| Agua     | 50 °C - 45 °C |              |
|          |               |              |
| CALOR 4T |               |              |
| Aire     | 20 °C         |              |
| Agua     | 70 °C - 60 °C |              |

### Dimensiones interiores (mm)

| Modelos           | Largo | Ancho | Alto |
|-------------------|-------|-------|------|
| FCS - 20/30/40/50 | 587   | 587   | 295  |
| FCS - 80/90       | 1.162 | 587   | 295  |





| Modelo                |             | FCS-20 | FCS-30 | FCS-40 | FCS-50 | FCS-80 | FCS-90 |
|-----------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| CAUDAL DE AIRE (m³/h) | Vel. máxima | 750    | 750    | 750    | 875    | 1.375  | 1.600  |
|                       | Vel. media  | 600    | 600    | 600    | 750    | 1.100  | 1.375  |
|                       | Vel. mínima | 425    | 425    | 425    | 650    | 775    | 1.185  |

### Modelo 2T (Instalación a 2 tubos)

|                                        |             |       |       |       |       |       |        |
|----------------------------------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Potencia Frigorífica Total (vatios)    | Vel. máxima | 2.335 | 3.276 | 4.337 | 5.003 | 7.654 | 9.074  |
|                                        | Vel. media  | 2.173 | 2.930 | 3.872 | 4.588 | 6.867 | 8.384  |
|                                        | Vel. mínima | 1.901 | 2.412 | 3.161 | 4.243 | 5.654 | 7.698  |
| Potencia Frigorífica Sensible (vatios) | Vel. máxima | 1.781 | 2.269 | 2.973 | 3.348 | 5.471 | 6.202  |
|                                        | Vel. media  | 1.561 | 1.964 | 2.567 | 3.026 | 4.735 | 5.620  |
|                                        | Vel. mínima | 1.262 | 1.549 | 2.019 | 2.745 | 3.718 | 5.087  |
| Potencia Calorífica (vatios)           | Vel. máxima | 2.731 | 3.214 | 4.242 | 5.831 | 7.891 | 10.984 |
|                                        | Vel. media  | 2.374 | 2.747 | 3.566 | 5.156 | 6.824 | 9.867  |
|                                        | Vel. mínima | 1.893 | 2.134 | 2.764 | 4.591 | 5.194 | 8.617  |
| Caudal de Agua (l/h)                   |             | 401   | 563   | 746   | 860   | 1.316 | 1.560  |
| Pérdida de carga en agua (m.c.d.a.)    | frio        | 1,0   | 1,0   | 2,1   | 1,7   | 1,3   | 1,1    |
|                                        | calor       | 0,8   | 0,9   | 1,9   | 1,6   | 1,1   | 1,0    |

### Modelo 4T (Instalación a 4 tubos)

|                                           |             |   |       |   |       |       |       |
|-------------------------------------------|-------------|---|-------|---|-------|-------|-------|
| Potencia Frigorífica Total (vatios)       | Vel. máxima | - | 2.891 | - | 4.453 | 5.103 | 8.077 |
|                                           | Vel. media  | - | 2.581 | - | 4.047 | 4.578 | 7.370 |
|                                           | Vel. mínima | - | 2.107 | - | 3.706 | 3.769 | 6.732 |
| Potencia Frigorífica Sensible (vatios)    | Vel. máxima | - | 1.982 | - | 2.831 | 3.648 | 5.218 |
|                                           | Vel. media  | - | 1.711 | - | 2.552 | 3.156 | 4.719 |
|                                           | Vel. mínima | - | 1.346 | - | 2.307 | 2.479 | 4.256 |
| Caudal de Agua Frio (l/h)                 |             | - | 497   | - | 765   | 877   | 1.389 |
| Pérdida de Carga en Agua Frio (m.c.d.a.)  |             | - | 1,6   | - | 1,9   | 1,0   | 1,2   |
| Potencia Calorífica (vatios)              | Vel. máxima | - | 2.818 | - | 3.146 | 5.431 | 6.000 |
|                                           | Vel. media  | - | 2.453 | - | 2.860 | 4.725 | 5.462 |
|                                           | Vel. mínima | - | 1.966 | - | 2.614 | 3.766 | 4.973 |
| Caudal de Agua Calor (l/h)                |             | - | 246   | - | 275   | 475   | 525   |
| Pérdida de Carga en Agua Calor (m.c.d.a.) |             | - | 1,4   | - | 1,7   | 0,9   | 1,1   |

### Datos Nominales de Funcionamiento

|            |                                |                       |
|------------|--------------------------------|-----------------------|
| Frio       | Aire (Entrada): 27° C 50% H.R. | Agua (Entrada): 7° C  |
| Calor      | Aire (Entrada): 20°C           | Agua (Entrada): 50° C |
| Calor (4T) | Aire (Entrada): 20°C           | Agua (Entrada): 70° C |

|                            |                 |    |    |    |                  |    |
|----------------------------|-----------------|----|----|----|------------------|----|
| Pesos (Kg)                 | 20              | 21 | 22 | 24 | 41               | 45 |
| Dimensiones Embalaje (mm.) | 780 x 680 x 350 |    |    |    | 1360 x 680 x 350 |    |

### Niveles Sonoros

|                                                                                                                  |             |    |    |    |    |    |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|----|----|----|----|----|----|
| Niveles de presión Sonora dB(A)<br><small>(Medida según norma UNE 74.034:88 equivalente a ISO 3744:1981)</small> | Vel. máxima | 45 | 46 | 46 | 51 | 49 | 55 |
|                                                                                                                  | Vel. media  | 38 | 39 | 39 | 47 | 44 | 53 |
|                                                                                                                  | Vel. mínima | 29 | 30 | 30 | 44 | 35 | 50 |

### Consumos Eléctricos

|                                        |       |       |       |       |       |       |
|----------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Potencia absorbida a caudal máximo (W) | 80    | 80    | 80    | 98    | 116   | 183   |
| Intensidad (A)                         | 0,313 | 0,313 | 0,313 | 0,390 | 0,469 | 0,763 |





**EBARA**

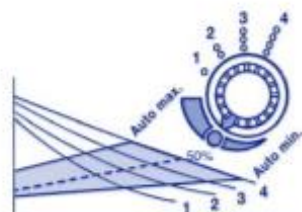
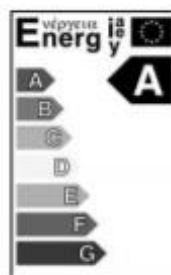
www.ebara.es

## ETHERMA FLEX-A

Calefacción / Heating

CIRCULADORAS ROTOR HÚMEDO AUTORREGULABLES / ELECTRONIC CIRCULATORS  
CLASE A (SENCILLAS y DOBLES) / ENERGY CLASS A (SINGLE and TWIN)

**ETHERMA FLEX-A:** Circuladora Sencilla / Single circulator  
**ETHERMA FLEX-A/D:** Circuladora Doble / Twin circulator



Funcionamiento "Autorregulable o con 4 velocidades" -  
 Self-regulating and 4 fixed speed curves.

Bombas In-Line con motores montados directamente sobre el cuerpo de la bomba provistos de un control electrónico de velocidad integrado. Adecuada para instalaciones de calefacción domésticas e industriales.  
 Cumplen con los requisitos de eficiencia energética del Decreto UE que afectará a las bombas circuladoras a partir de 2013.

*In-Line pumps with motor mounted directly onto the pump body and provided with integrated electronic speed control giving greater flexibility. Suitable for domestic and industrial heating systems. According to UE Decree to circulator pumps to come into effect in 2013.*

### DESCRIPCIÓN

- Autorregulable para caudal variable.
- Opción de ajuste manual en 4 velocidades.
- Indicación luminosa del estado de la bomba.
- Sin sensores externos.
- Protección de sobrecarga incorporada.
- Indicación luminosa del estado de la bomba.
- Opciones de control incorporadas sin módulos extra a partir del modelo ETHERMA FLEX-A 30-120: entrada analógica de 0-10V para control de velocidad, start/stop remoto y señales de alarma.
- MODBUS puerto de comunicación opcional.

### PRESTACIONES

- Máxima presión de trabajo: 10 bar.
- Min. y Máx. temperatura del líquido: +15°C / +110°C (disponibles modelos para agua fría hasta -5°C)
- Máxima temperatura ambiente: 40°C
- Máxima viscosidad: 10 mm<sup>2</sup>/s (10cst)

### MATERIALES

- Cuerpo de bomba: Hierro fundido / Bronce
- Eje: Acero inoxidable
- Impulsor: Hierro fundido / Tecnopolímero / Bronce
- Cojinetes: Carbono
- Juntas tóricas: EPDM
- Camisa de estanqueidad: Acero inoxidable

### DATOS TÉCNICOS

- Motor de imán permanente con variador de velocidad integrado.
- Aislamiento: Clase F
- Protección: IP42
- Monofásica 230V ± 10% 50 Hz
- Presión estática mínima requerida para evitar problemas debidos a la cavitación:
  - 5 m para 80°C (8 m para 65-120 y 80-120)
  - 15 m para 95°C
- Bridas:
  - PN6/10 hasta DN65 inclusive
  - PN10 con 8 taladros para DN80 (bajo demanda, PN6 con 4 taladros).

### DESCRIPTION

- Self-regulating for variable flow.
- Option of 4 fixed speed curves.
- Two leds for indication of pump status.
- Without external sensors.
- Electronic overload protection incorporated.
- Pump state gauge.
- Control options integrated without extra modules from ETHERMA FLEX-A 30-120: control speed analogue input 0-10 V, Start/stop remote and warning.
- Optional communication with MODBUS

### SPECIFICATIONS

- Maximum working pressure: 10 bar
- Min & Max liquid temperature: +15°C / +110°C (cold water model to -5°C available)
- Maximum ambient temperature: 40°C
- Maximum viscosity: 10 mm<sup>2</sup>/s (10cst)

### MATERIALS

- Pump casing: cast iron / Bronze
- Shaft: stainless steel
- Impeller: cast iron / tecnopolymer / bronze
- Bearings: carbon
- "O" rings: EPDM
- Can: stainless steel

### TECHNICAL DATA

- Permanent magnet motor with electronic speed control incorporated.
- Insulation class F
- Protection degree IP42
- 1-230V ± 10% 50 Hz
- Minimum press to avoid cavitation problems:
  - 5 m for 80°C (8 m for 65-120 and 80-120)
  - 15 m for 95°C
- Flanges:
  - PN6/10 up to DN65.
  - PN10 with 8 holes for DN80 (on request, PN6 with 4 holes).



www.ebara.es

## ETHERMA FLEX-A

Calefacción / Heating

CIRCULADORAS ROTOR HÚMEDO AUTORREGULABLES / ELECTRONIC CIRCULATORS  
CLASE A (SENCILLAS y DOBLES) / ENERGY CLASS A (SINGLE and TWIN)

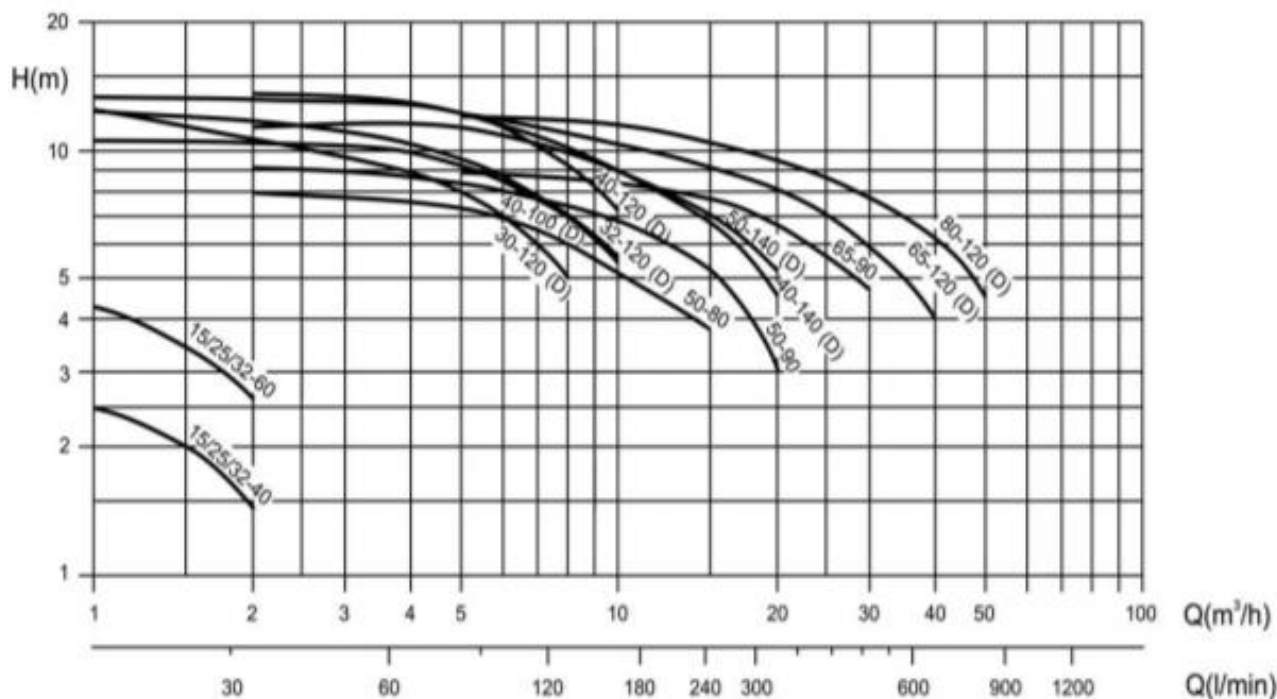
### TABLA DE CARACTERÍSTICAS - PERFORMANCE TABLE

| Bomba                    | Conex.<br>(mm) | L<br>(mm) | P1<br>(W) | l/min<br>m³/h | Q=Caudal                       |     |      |     |      |      |      |      |      |     |      |      |     |     |     |     |  |
|--------------------------|----------------|-----------|-----------|---------------|--------------------------------|-----|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|--|
|                          |                |           |           |               | 0                              | 8   | 16   | 25  | 33   | 66   | 83   | 100  | 125  | 133 | 166  | 250  | 333 | 500 | 666 | 833 |  |
|                          |                |           |           |               | 0                              | 0,5 | 1    | 1,5 | 2    | 4    | 5    | 6    | 7,5  | 8   | 10   | 15   | 20  | 30  | 40  | 50  |  |
|                          |                |           |           |               | H=Altura manométrica total (m) |     |      |     |      |      |      |      |      |     |      |      |     |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A 15-40     | 1/2"           | 130       | 4,0       | 23,1          | 3,7                            | 3,1 | 2,5  | 2   | 1,4  |      |      |      |      |     |      |      |     |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A 25-40     | 3/4"-1"        | 130/180   | 4,0       | 23,1          | 1,4                            | 2,5 | 2,5  | 2   | 1,4  |      |      |      |      |     |      |      |     |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A 32-40     | 1 1/4"         | 180       | 4,0       | 23,1          |                                |     |      |     |      |      |      |      |      |     |      |      |     |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A 15-60     | 1/2"           | 130       | 4,0       | 47,1          | 5,9                            | 5,1 | 4,2  | 3,4 | 2,6  |      |      |      |      |     |      |      |     |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A 25-60     | 3/4"-1"        | 130/180   | 4,0       | 47,1          | 2,2                            | 3,1 | 4    | 3,8 | 3    |      |      |      |      |     |      |      |     |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A(D) 30-120 | 1 1/4"         | 180       | 30        | 340           | 12                             |     | 11,8 |     | 10,3 | 8,9  | 7,9  | 7    | 6,5  | 5   |      |      |     |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A(D) 32-120 | DN32           | 220       | 75        | 350           | 5,8                            |     | 7,3  |     | 9    | 8,9  | 7,9  | 7    | 6,5  | 5   |      |      |     |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A(D) 40-100 | DN40           | 250       | 30        | 350           | 12                             |     | 11,7 |     | 11,2 | 10,2 | 9,5  | 8,8  | 7,5  | 7,1 | 5,6  |      |     |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A(D) 40-120 | DN40           | 250       | 27        | 450           | 4,8                            |     | 6    |     | 7,3  | 10   | 9,5  | 8,8  | 7,5  | 7,1 | 5,6  |      |     |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A(D) 40-140 | DN40           | 250       | 60        | 700           | 10,2                           |     | 10,3 |     | 10,3 | 10   | 9,2  | 8,5  | 7,4  | 7   | 5,4  |      |     |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A(D) 50-80  | DN50           | 300       | 27        | 345           | 4,8                            |     | 5    |     | 7,3  | 10   | 9,2  | 8,5  | 7,4  | 7   | 5,4  |      |     |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A(D) 50-90  | DN50           | 280       | 75        | 350           | 12,5                           |     | 12,5 |     | 12,4 | 12   | 11   | 9,9  | 9,2  | 7,2 |      |      |     |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A(D) 50-140 | DN50           | 280       | 60        | 700           | 6,6                            |     | 7,6  |     | 9,8  |      | 12   | 11   | 9,9  | 9,2 | 7,2  |      |     |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A(D) 65-80  | DN65           | 340       | 60        | 700           | 14                             |     |      |     | 12,9 |      | 11,3 | 10,9 | 10,2 |     | 9    | 6,8  | 4,5 |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A(D) 65-120 | DN65           | 340       | 100       | 1400          | 6                              |     |      |     | 9,1  |      | 11,3 | 10,9 | 10,2 |     | 9    | 6,8  | 4,5 |     |     |     |  |
| Etherma Flex-A(D) 80-120 | DN80           | 380       | 150       | 1400          | 8                              |     |      |     | 8    |      | 7,3  | 7    | 6    |     | 5    | 3,9  |     |     |     |     |  |
|                          |                |           |           |               | 3,5                            |     |      |     | 4,7  |      | 6,5  | 7    | 6    |     | 5    | 3,9  |     |     |     |     |  |
|                          |                |           |           |               | 9,8                            |     |      |     | 9,1  |      | 8,5  | 8    | 7,7  |     | 6,9  | 5,2  | 3   |     |     |     |  |
|                          |                |           |           |               | 4,1                            |     |      |     | 5,3  |      | 7,5  | 8    | 7,7  |     | 6,9  | 5,2  | 3   |     |     |     |  |
|                          |                |           |           |               |                                |     |      |     | 11   |      | 11,2 | 10,6 | 9,7  |     | 8    | 7,1  | 5,2 |     |     |     |  |
|                          |                |           |           |               |                                |     |      |     | 8    |      | 10,6 | 10,6 | 9,7  |     | 8    | 7,1  | 5,2 |     |     |     |  |
|                          |                |           |           |               |                                |     |      |     |      |      | 8,9  | 8,8  | 8,7  |     | 8,3  | 7,8  | 6,8 | 4,7 |     |     |  |
|                          |                |           |           |               |                                |     |      |     |      |      | 5,6  | 5,9  | 6,3  |     | 7,1  | 7,8  | 6,8 | 4,7 |     |     |  |
|                          |                |           |           |               |                                |     |      |     |      |      | 11,6 |      |      |     | 10,2 | 9,1  | 8,1 | 5,9 | 4   |     |  |
|                          |                |           |           |               |                                |     |      |     |      |      | 8,7  |      |      |     | 10,2 | 9,1  | 8,1 | 5,9 | 4   |     |  |
|                          |                |           |           |               |                                |     |      |     |      |      | 11,4 |      |      |     | 11,1 | 10,2 | 9,5 | 7,8 | 6,2 | 4,5 |  |
|                          |                |           |           |               |                                |     |      |     |      |      | 9    |      |      |     | 11,1 | 10,2 | 9,5 | 7,8 | 6,2 | 4,5 |  |

Los valores sombreados corresponden al punto de funcionamiento máximo como bomba autorregulable.

Los valores no sombreados corresponden a la máxima velocidad fija.

### CAMPO DE TRABAJO / PERFORMANCE CHART (ISO 9906 / 2)



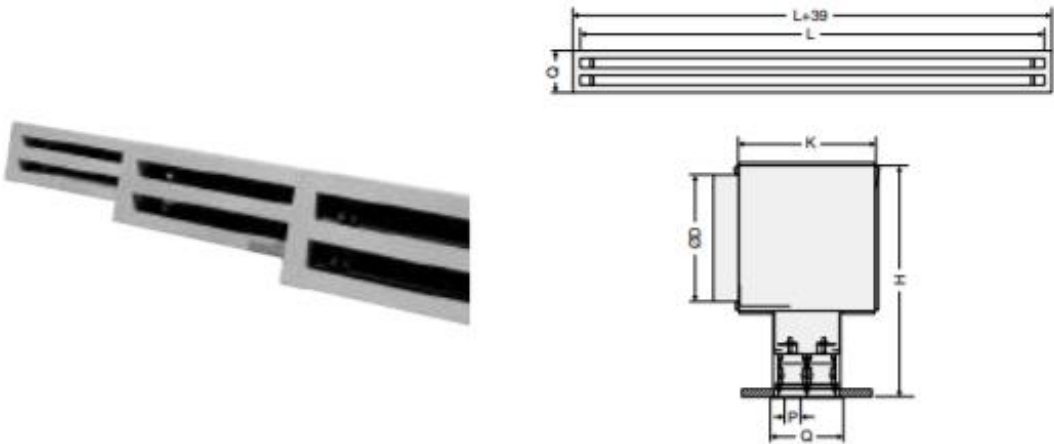


3.3. Difusores

ALS

**DIFUSORES LINEALES**  
Perfil plano con ranura de 15, 20 y 25 mm

TABLAS DE SELECCIÓN RÁPIDA



**+** Descripción

Difusores lineales de techo Serie ALS de atractivo diseño con perfil frontal plano, configurado mediante secciones de aluminio extruido, adecuados para instalación en salas con alturas de entre 2,6 y 4,0 m de instalaciones de caudal constante y variable de aire.

- Rango de longitudes disponibles; desde 600 a 2.500 mm
- Disponible en 3 anchuras de ranura de 15, 20 y 25 mm
- Posibilidad de incluir de entre 1 a 6 vías de impulsión
- La dirección de impulsión de aire se realiza mediante deflectores de aire integrados para una descarga de aire en sentido horizontal y/o vertical
- Equilibrado de caudal mediante compuerta de regulación de chapa perforada integrada en la boca de conexión del plenum

**✖ ✖** Dimensiones

| Difusor | Número ranuras | H   | Ø D        | P  | Q     | K   |
|---------|----------------|-----|------------|----|-------|-----|
| ALS-15  | 1              | 258 | 98<br>123  | 15 | 57    | 70  |
|         | 2              | 273 | 123<br>138 |    | 91,5  | 105 |
|         | 3              | 290 | 138<br>158 |    | 126   | 138 |
|         | 4              | 323 | 158<br>198 |    | 160,5 | 176 |
| ALS-20  | 1              | 280 | 138<br>158 | 20 | 62    | 100 |
|         | 2              | 320 | 158<br>198 |    | 101,5 | 138 |
|         | 3              | 380 | 198<br>248 |    | 141   | 176 |
|         | 4              | 380 | 198<br>248 |    | 180,5 | 214 |
| ALS-25  | 1              | 280 | 138<br>158 | 25 | 67    | 100 |
|         | 2              | 320 | 158<br>198 |    | 111,5 | 145 |
|         | 3              | 380 | 198<br>248 |    | 156   | 190 |
|         | 4              | 380 | 198<br>248 |    | 200,5 | 235 |

H en mm  
Altura total con fijación por grapas o fijación oculta



**TABLAS DE  
SELECCIÓN  
RÁPIDA**

## DIFUSORES LINEALES

Perfil plano con ranura de 15, 20 y 25 mm

**ALS**



**Datos técnicos**

| Q<br>m³/h x ml | Impulsión | V <sub>h1</sub><br>m/s | V <sub>L</sub><br>m/s | ØD 98 mm  |    | ØD 123 mm |    | ALS15-1 |
|----------------|-----------|------------------------|-----------------------|-----------|----|-----------|----|---------|
|                |           |                        |                       | dB(A)     | Pa | dB(A)     | Pa |         |
| 65             | 1 lado    | 0,21                   | 0,47                  | 27        | 18 | 25        | 16 |         |
| 75             |           | 0,25                   | 0,56                  | 31        | 25 | 30        | 22 |         |
| 90             |           | 0,29                   | 0,67                  | 37        | 35 | 35        | 31 |         |
| 105            |           | 0,34                   | 0,76                  | 41        | 46 | 40        | 40 |         |
| Q<br>m³/h x ml | Impulsión | V <sub>h1</sub><br>m/s | V <sub>L</sub><br>m/s | ØD 123 mm |    | ØD 138 mm |    | ALS15-2 |
|                |           |                        |                       | dB(A)     | Pa | dB(A)     | Pa |         |
| 105            | 1 lado    | 0,22                   | 0,54                  | 26        | 13 | 25        | 12 |         |
| 125            |           | 0,27                   | 0,65                  | 31        | 19 | 30        | 17 |         |
| 150            |           | 0,33                   | 0,78                  | 36        | 27 | 35        | 24 |         |
| 175            |           | 0,39                   | 0,92                  | 41        | 37 | 40        | 33 |         |
| Q<br>m³/h x ml | Impulsión | V <sub>h1</sub><br>m/s | V <sub>L</sub><br>m/s | ØD 138 mm |    | ØD 158 mm |    | ALS15-3 |
|                |           |                        |                       | dB(A)     | Pa | dB(A)     | Pa |         |
| 140            | 1 lado    | 0,22                   | 0,59                  | 26        | 12 | 25        | 10 |         |
| 170            |           | 0,28                   | 0,72                  | 31        | 17 | 30        | 15 |         |
| 205            |           | 0,34                   | 0,87                  | 36        | 25 | 35        | 21 |         |
| 240            |           | 0,42                   | 1,03                  | 41        | 35 | 40        | 30 |         |
| Q<br>m³/h x ml | Impulsión | V <sub>h1</sub><br>m/s | V <sub>L</sub><br>m/s | ØD 158 mm |    | ØD 198 mm |    | ALS15-4 |
|                |           |                        |                       | dB(A)     | Pa | dB(A)     | Pa |         |
| 180            | 1 lado    | 0,23                   | 0,66                  | 27        | 11 | 25        | 9  |         |
| 220            |           | 0,3                    | 0,81                  | 31        | 17 | 30        | 13 |         |
| 265            |           | 0,37                   | 0,97                  | 36        | 24 | 35        | 19 |         |
| 310            |           | 0,45                   | 1,15                  | 41        | 33 | 40        | 26 |         |

| Q<br>m³/h x ml | Impulsión | V <sub>h1</sub><br>m/s | V <sub>L</sub><br>m/s | ØD 123 mm |    | ØD 158 mm |    | ALS20-1 |
|----------------|-----------|------------------------|-----------------------|-----------|----|-----------|----|---------|
|                |           |                        |                       | dB(A)     | Pa | dB(A)     | Pa |         |
| 95             | 1 lado    | 0,21                   | 0,37                  | 28        | 12 | 25        | 11 |         |
| 115            |           | 0,26                   | 0,44                  | 32        | 18 | 30        | 16 |         |
| 135            |           | 0,3                    | 0,52                  | 37        | 25 | 35        | 22 |         |
| 165            |           | 0,37                   | 0,64                  | 42        | 37 | 40        | 34 |         |
| Q<br>m³/h x ml | Impulsión | V <sub>h1</sub><br>m/s | V <sub>L</sub><br>m/s | ØD 158 mm |    | ØD 198 mm |    | ALS20-2 |
|                |           |                        |                       | dB(A)     | Pa | dB(A)     | Pa |         |
| 165            | 1 lado    | 0,27                   | 0,46                  | 27        | 10 | 25        | 8  |         |
| 200            |           | 0,31                   | 0,54                  | 32        | 15 | 30        | 11 |         |
| 245            |           | 0,38                   | 0,66                  | 37        | 23 | 35        | 17 |         |
| 290            |           | 0,45                   | 0,77                  | 42        | 32 | 40        | 23 |         |
| Q<br>m³/h x ml | Impulsión | V <sub>h1</sub><br>m/s | V <sub>L</sub><br>m/s | ØD 198 mm |    | ØD 248 mm |    | ALS20-3 |
|                |           |                        |                       | dB(A)     | Pa | dB(A)     | Pa |         |
| 230            | 1 lado    | 0,3                    | 0,52                  | 26        | 9  | 25        | 7  |         |
| 280            |           | 0,35                   | 0,61                  | 31        | 13 | 30        | 10 |         |
| 340            |           | 0,44                   | 0,76                  | 36        | 19 | 35        | 15 |         |
| 405            |           | 0,64                   | 1,11                  | 41        | 27 | 40        | 21 |         |
| Q<br>m³/h x ml | Impulsión | V <sub>h1</sub><br>m/s | V <sub>L</sub><br>m/s | ØD 198 mm |    | ØD 248 mm |    | ALS20-4 |
|                |           |                        |                       | dB(A)     | Pa | dB(A)     | Pa |         |
| 300            | 1 lado    | 0,34                   | 0,64                  | 27        | 11 | 25        | 7  |         |
| 355            |           | 0,4                    | 0,75                  | 32        | 16 | 30        | 11 |         |
| 425            |           | 0,48                   | 0,9                   | 37        | 22 | 35        | 15 |         |
| 520            |           | 0,64                   | 1,1                   | 42        | 33 | 40        | 22 |         |

**Q en m³/h**

Caudal de aire

**V<sub>h1</sub> en m/s**

Velocidad residual a 1,8 m del suelo, debido al choque de venas entre dos difusores situados entre sí 4 m y a una altura de 2,8 m del suelo

**V<sub>L</sub> en m/s**

Velocidad residual en la pared a 1,8 m del suelo, estando el difusor a una distancia de 2 m de ésta y a una altura de 2,8 m del suelo

**dB(A)**

Nivel de potencia sonora en esa unidad

**Pa**

Pérdida de carga

## Rejillas

Serie AR · AE

para retorno



**TROX<sup>®</sup> TECHNIK**

Trox Española, S.A.

Polígono Industrial Certuja Baja  
E-50720 Zaragoza

Teléfono 976/50 02 50

Telefax 976/50 09 04

[www.trox.es](http://www.trox.es)

e-mail [trox@trox.es](mailto:trox@trox.es)

# Contenido · Descripción · Ejecuciones

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Descripción .....              | 2 |
| Ejecuciones .....              | 2 |
| Material .....                 | 3 |
| Datos técnicos .....           | 3 |
| Información para pedidos ..... | 5 |

## Ejecuciones

### Serie AR

Rejillas para retorno formadas por el marco frontal con lamas horizontales colocadas de forma inclinada, con fijación invisible o por tornillos (taladros avellanados). Bajo demanda, se pueden suministrar con sujeción por muelles.

### Serie AE

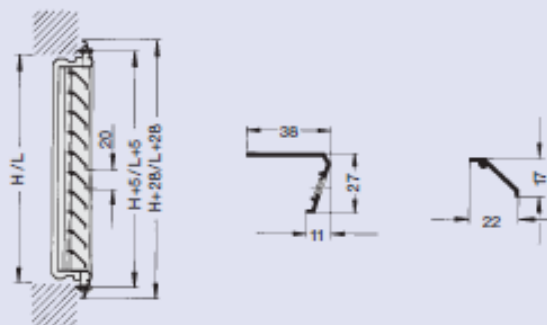
Rejillas para retorno formadas por el marco frontal con lamas de reticula fija, sujeción con fijación invisible o por tornillos (taladros avellanados). Bajo demanda, se pueden suministrar con sujeción por muelles.

## Descripción

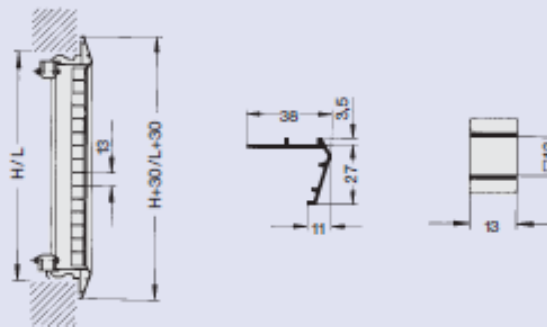
Las rejillas son adecuadas para su montaje en pared o en conducto. El montaje se puede realizar directamente en el conducto o bien, si se desea, mediante un marco de montaje, por ejemplo en una pared de obra.

Para optimizar el reparto de aire la ejecución básica ...-A se puede suministrar con una parte posterior para regulación del caudal de aire ...-AG, con lamas dispuestas en oposición regulables desde la parte frontal.

### Serie AR



### Serie AE



### Parte posterior



...-AG

### Tamaños suministrables

| L en mm<br>H en mm | 225 | 325 | 425 | 525 | 625 | 825 | 1025 | 1225 |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| 125                | •   | •   | •   | •   | •   | •   | •    | •    |
| 225                |     | •   | •   | •   | •   | •   | •    | •    |
| 325                |     |     | •   | •   | •   | •   | •    | •    |
| 425                |     |     |     |     | •   | •   | •    | •    |
| 525                |     |     |     |     |     |     | •    | •    |



## Material · Datos técnicos

### Material

Las rejillas son de perfil de aluminio extruido con superficie exterior anodizada en color natural, E6-C-0, excepto las lamas de la serie AE que son de chapa de aluminio anodizado en color natural.

La parte posterior es de chapa de acero perfilada. La superficie exterior va fosfatada, pintada en negro (RAL 9005) y secada al horno.

El marco de montaje es de chapa de acero galvanizado según DIN 17 162.

### Definiciones

$\dot{V}$  en l/s: Caudal de aire

$\dot{V}$  en m³/h: Caudal de aire

$v_{\text{eff}}$  en m/s: Velocidad efectiva de salida del aire

$A_{\text{eff}}$  en m²: Sección efectiva de salida del aire

$L_{\text{WA}}$  en dB(A): Nivel de potencia sonora en dB(A) referido a  $A_{\text{ref}} = 0,1 \text{ m}^2$  (correcciones de acuerdo con las tablas)

$L_{\text{WNC}}$  : Curva límite del espectro de potencia sonora

$L_{\text{W}}$  en dB/oct.: Nivel de potencia sonora del espectro de frecuencia por banda de octava, referido a  $A_{\text{ref}} = 0,1 \text{ m}^2$  (correcciones de acuerdo con las tablas)

$L_{\text{pA}}, L_{\text{pNC}}$  : Nivel de presión sonora en el local en dB(A)  
o NC  $L_{\text{pA}} \approx L_{\text{WA}} - 8 \text{ dB}$   
 $L_{\text{pNC}} \approx L_{\text{WNC}} - 8 \text{ dB}$

### Sección efectiva de salida del aire

| L x H<br>en mm | $A_{\text{eff}}$ en m² |       |
|----------------|------------------------|-------|
|                | AR                     | AE    |
| 225 x 125      | 0,006                  | 0,017 |
| 325            | 0,009                  | 0,026 |
| 425            | 0,012                  | 0,035 |
| 525            | 0,015                  | 0,043 |
| 625            | 0,018                  | 0,052 |
| 825            | 0,024                  | 0,070 |
| 1025           | 0,030                  | 0,087 |
| 1225           | 0,036                  | 0,104 |
| 325 x 225      | 0,020                  | 0,053 |
| 425            | 0,027                  | 0,070 |
| 525            | 0,033                  | 0,088 |
| 625            | 0,040                  | 0,106 |
| 825            | 0,053                  | 0,141 |
| 1025           | 0,067                  | 0,177 |
| 1225           | 0,080                  | 0,212 |
| 425 x 325      | 0,042                  | 0,106 |
| 525            | 0,052                  | 0,133 |
| 625            | 0,063                  | 0,160 |
| 825            | 0,083                  | 0,213 |
| 1025           | 0,105                  | 0,266 |
| 1225           | 0,125                  | 0,320 |
| 625 x 425      | 0,086                  | 0,213 |
| 825            | 0,113                  | 0,285 |
| 1025           | 0,140                  | 0,356 |
| 1225           | 0,170                  | 0,428 |
| 1025 x 525     | 0,180                  | 0,446 |
| 1225           | 0,210                  | 0,535 |

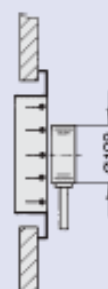
### Determinación del caudal

El caudal se puede determinar midiendo la velocidad del aire con un anemómetro de molinillo. El valor medio de la  $v_{\text{eff,media}}$  se obtiene mediante pasadas uniformes del anemómetro por toda la sección transversal de la rejilla.

El caudal se obtiene:

$$\dot{V} [\text{l/s}] = v_{\text{eff,media}} [\text{m/s}] \times A_{\text{eff}} [\text{m}^2] \times f \times 1000$$

$$\dot{V} [\text{m}^3/\text{h}] = v_{\text{eff,media}} [\text{m/s}] \times A_{\text{eff}} [\text{m}^2] \times f \times 3600$$



### Factor de corrección -f-

| Serie | f   |
|-------|-----|
| AR    | 3,2 |
| AE    | 1,6 |



## PRODUCT SELECTION DATA



Unit with option 279 (compressor enclosure)

- Compactness
- Extended operating envelope
- Reduced refrigerant charge
- Full list of options - maximum configurability

Air-Cooled Liquid Chillers

30XAS 242 - 482



CARRIER participates in the ECP programme for LCPHP  
Check ongoing validity of certificate  
[www.eurovent-certification.com](http://www.eurovent-certification.com)  
[www.certiflash.com](http://www.certiflash.com)





# Physical data, sizes 242 to 482

| 30XAS                                                                                                           |                                            | 242                     | 282   | 342   | 442   | 482   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Air conditioning application as per EN14511-3:2013† - standard unit and unit with option 279*</b>            |                                            |                         |       |       |       |       |
| Nominal cooling capacity                                                                                        | kW                                         | 232                     | 284   | 334   | 430   | 467   |
| ESEER                                                                                                           | kW/kW                                      | 3.78                    | 3.83  | 3.99  | 3.87  | 3.96  |
| EER                                                                                                             | kW/kW                                      | 2.76                    | 3.00  | 3.08  | 2.93  | 2.87  |
| Eurovent class cooling                                                                                          | C                                          | B                       | B     | B     | B     | C     |
| <b>Air conditioning application†† - standard unit and unit with option 279*</b>                                 |                                            |                         |       |       |       |       |
| Nominal cooling capacity                                                                                        | kW                                         | 233                     | 285   | 335   | 432   | 469   |
| ESEER                                                                                                           | kW/kW                                      | 3.85                    | 4.01  | 4.09  | 3.97  | 4.07  |
| EER                                                                                                             | kW/kW                                      | 2.78                    | 3.03  | 3.11  | 2.98  | 2.91  |
| <b>Air conditioning application as per EN14511-3:2013† - unit with option 119 and unit with options 119/279</b> |                                            |                         |       |       |       |       |
| Nominal cooling capacity                                                                                        | kW                                         | 245                     | 285   | 345   | 461   | 486   |
| ESEER                                                                                                           | kW/kW                                      | 3.69                    | 3.69  | 3.80  | 3.75  | 3.79  |
| EER                                                                                                             | kW/kW                                      | 2.97                    | 3.15  | 3.24  | 3.15  | 3.09  |
| Eurovent class cooling                                                                                          | B                                          | A                       | A     | A     | A     | B     |
| <b>Air conditioning application†† - unit with option 119 and unit with options 119/279</b>                      |                                            |                         |       |       |       |       |
| Nominal cooling capacity                                                                                        | kW                                         | 245                     | 286   | 346   | 462   | 488   |
| ESEER                                                                                                           | kW/kW                                      | 3.75                    | 3.76  | 3.90  | 3.84  | 3.89  |
| EER                                                                                                             | kW/kW                                      | 2.99                    | 3.18  | 3.28  | 3.18  | 3.13  |
| IPLV - standard unit                                                                                            | kW/kW                                      | 4.23                    | 4.55  | 4.72  | 4.55  | 4.60  |
| IPLV - unit with option 119*                                                                                    | kW/kW                                      | 4.16                    | 4.23  | 4.44  | 4.36  | 4.41  |
| <b>Sound levels - Standard unit</b>                                                                             |                                            |                         |       |       |       |       |
| Sound power level***                                                                                            | dB(A)                                      | 99                      | 98    | 98    | 103   | 102   |
| Sound pressure level at 10 m****                                                                                | dB(A)                                      | 67                      | 66    | 66    | 70    | 70    |
| <b>Unit + option 279*</b>                                                                                       |                                            |                         |       |       |       |       |
| Sound power level***                                                                                            | dB(A)                                      | 94                      | 94    | 93    | 97    | 96    |
| Sound pressure level at 10 m****                                                                                | dB(A)                                      | 62                      | 62    | 61    | 65    | 64    |
| <b>Unit + option 257*</b>                                                                                       |                                            |                         |       |       |       |       |
| Sound power level***                                                                                            | dB(A)                                      | 92                      | 92    | 91    | 95    | 94    |
| Sound pressure level at 10 m****                                                                                | dB(A)                                      | 60                      | 60    | 59    | 62    | 61    |
| <b>Unit + option 258*</b>                                                                                       |                                            |                         |       |       |       |       |
| Sound power level***                                                                                            | dB(A)                                      | 89                      | 89    | 88    | 92    | 91    |
| Sound pressure level at 10 m****                                                                                | dB(A)                                      | 57                      | 57    | 56    | 59    | 58    |
| <b>Unit + option 119*</b>                                                                                       |                                            |                         |       |       |       |       |
| Sound power level***                                                                                            | dB(A)                                      | 96                      | 96    | 96    | 98    | 98    |
| Sound pressure level at 10 m****                                                                                | dB(A)                                      | 64                      | 64    | 63    | 66    | 66    |
| <b>Unit + option 119* + 279*</b>                                                                                |                                            |                         |       |       |       |       |
| Sound power level***                                                                                            | dB(A)                                      | 96                      | 96    | 96    | 98    | 98    |
| Sound pressure level at 10 m****                                                                                | dB(A)                                      | 64                      | 64    | 63    | 66    | 66    |
| <b>Dimensions - standard unit</b>                                                                               |                                            |                         |       |       |       |       |
| Length                                                                                                          | mm                                         | 2410                    | 3604  | 3604  | 4798  | 4798  |
| Width                                                                                                           | mm                                         | 2253                    | 2253  | 2253  | 2253  | 2253  |
| Height                                                                                                          | mm                                         | 2297                    | 2297  | 2297  | 2297  | 2297  |
| <b>Dimensions - Unit + options 254/255*</b>                                                                     |                                            |                         |       |       |       |       |
| Length                                                                                                          | mm                                         | 3604                    | 3604  | 4798  | 4798  | 4798  |
| Width                                                                                                           | mm                                         | 2253                    | 2253  | 2253  | 2253  | 2253  |
| Height                                                                                                          | mm                                         | 2297                    | 2297  | 2297  | 2297  | 2297  |
| <b>Operating weight**</b>                                                                                       |                                            |                         |       |       |       |       |
| Standard unit                                                                                                   |                                            | 2390                    | 2810  | 2870  | 3630  | 3720  |
| Unit + option 119*                                                                                              | kg                                         | -                       | 3070  | 3190  | 3990  | 4150  |
| Unit + option 254/255*                                                                                          | kg                                         | 2540                    | 3060  | 3140  | 3950  | 4070  |
| <b>Compressors</b>                                                                                              |                                            |                         |       |       |       |       |
| Refrigerant**                                                                                                   |                                            | R-134a                  |       |       |       |       |
| No. of circuits                                                                                                 | kg                                         | 1                       | 1     | 1     | 1     | 1     |
| Standard unit                                                                                                   |                                            |                         |       |       |       |       |
| Refrigerant charge                                                                                              | kg                                         | 60                      | 72    | 73    | 83    | 88    |
|                                                                                                                 | kgCO <sub>2</sub>                          | 85.8                    | 103   | 104.4 | 118.7 | 125.8 |
| <b>Unit + option 254/255</b>                                                                                    |                                            |                         |       |       |       |       |
| Refrigerant charge                                                                                              | kg                                         | 85                      | 95    | 105   | 120   | 130   |
|                                                                                                                 | kgCO <sub>2</sub>                          | 121.6                   | 135.9 | 150.2 | 171.6 | 185.9 |
| <b>Capacity control</b>                                                                                         |                                            |                         |       |       |       |       |
| Minimum capacity                                                                                                | %                                          | 30                      | 30    | 30    | 30    | 30    |
| <b>Condensers</b>                                                                                               |                                            |                         |       |       |       |       |
| Fans                                                                                                            | All aluminium micro-channel heat exchanger |                         |       |       |       |       |
| Standard unit and unit + option 119/254*                                                                        | Axial Flying Bird 4, rotating shroud       |                         |       |       |       |       |
| Quantity                                                                                                        |                                            | 4                       | 5     | 6     | 7     | 8     |
| Standard unit                                                                                                   |                                            |                         |       |       |       |       |
| Maximum total air flow                                                                                          | l/s                                        | 13667                   | 17083 | 20500 | 23917 | 27333 |
| Max speed                                                                                                       | l/s                                        | 11.7                    | 11.7  | 11.7  | 11.7  | 11.7  |
| <b>Standard unit + options 119*</b>                                                                             |                                            |                         |       |       |       |       |
| Maximum total air flow                                                                                          | l/s                                        | 18055                   | 22569 | 27083 | 31597 | 36111 |
| Max speed                                                                                                       | l/s                                        | 15.7                    | 15.7  | 15.7  | 15.7  | 15.7  |
| <b>Evaporator</b>                                                                                               |                                            |                         |       |       |       |       |
| Water content                                                                                                   | l                                          | Flooded multi-pipe type |       |       |       |       |
| Without hydronic module                                                                                         |                                            | 53                      | 53    | 53    | 75    | 75    |
| Water inlet/outlet connections                                                                                  |                                            | Victaulic               |       |       |       |       |
| Nominal diameter                                                                                                | in                                         | 5                       | 5     | 5     | 5     | 5     |
| Actual outside diameter                                                                                         | mm                                         | 141.3                   | 141.3 | 141.3 | 141.3 | 141.3 |
| Maximum water-side pressure†                                                                                    | kPa                                        | 1000                    | 1000  | 1000  | 1000  | 1000  |
| <b>With hydronic module (option 116C)</b>                                                                       |                                            |                         |       |       |       |       |
| Water inlet/outlet connections                                                                                  |                                            | Victaulic               |       |       |       |       |
| Nominal diameter                                                                                                | in                                         | -                       | 4     | 4     | 4     | 4     |
| Actual outside diameter                                                                                         | mm                                         | -                       | 114.3 | 114.3 | 114.3 | 114.3 |
| Expansion tank volume                                                                                           | l                                          | -                       | 50    | 50    | 50    | 50    |
| Maximum water-side pressure                                                                                     | kPa                                        | -                       | 400   | 400   | 400   | 400   |
| Chassis paint colour                                                                                            |                                            | Colour code: RAL7035    |       |       |       |       |

† Eurovent-certified performances in accordance with standard EN14511-3:2013.

Coasting mode conditions: evaporator water entering/leaving temperature 12°C/7°C, outside air temperature 35°C, evaporator fouling factor 0 m<sup>2</sup>/K/W

†† Gross performances, not in accordance with EN14511-3:2013. These performances do not take into account the correction for the proportional heating capacity and power input generated by the water pump to overcome the internal pressure drop in the heat exchanger. Evaporator water entering/leaving temperature 12°C/7°C, outside air temperature 35°C, evaporator fouling factor 0 m<sup>2</sup>/K/W

\* Options: 119 = High energy efficiency, 257 = low noise level, 279 = compressor enclosure, 258 = very low sound level, 254 = traditional coils (Cu/Al), 255 = traditional coils (Cu/Al) without slots

\*\* Weights are guidelines only. Refer to the unit nameplate.

# Electrical data

| 30XAS                                           |                 | 242      | 282    | 342     | 442     | 482     |
|-------------------------------------------------|-----------------|----------|--------|---------|---------|---------|
| <b>Power circuit</b>                            |                 |          |        |         |         |         |
| Nominal power supply                            | V-ph-Hz         | 400-3-50 |        |         |         |         |
| Voltage range                                   | V               | 360-440  |        |         |         |         |
| Maximum supply cable section                    | mm <sup>2</sup> | 2 x 150  | 2 x 95 | 2 x 150 | 2 x 150 | 2 x 240 |
| Short-circuit stability current (TN system)*    | kA              | 38       | 50     | 50      | 50      | 50      |
| <b>Control circuit</b>                          |                 |          |        |         |         |         |
| 24 V via internal transformer                   |                 |          |        |         |         |         |
| Start-up current**                              | A               | 303      | 388    | 388     | 587     | 587     |
| <b>Standard unit</b>                            |                 |          |        |         |         |         |
| Cosine Phi maximum***                           |                 | 0.89     | 0.88   | 0.88    | 0.87    | 0.87    |
| Cosine Phi nominal****                          |                 | 0.85     | 0.85   | 0.86    | 0.84    | 0.85    |
| Total harmonic distortion                       | %               | 0        | 0      | 0       | 0       | 0       |
| Maximum power input†                            | kW              | 101      | 113    | 134     | 184     | 213     |
| Nominal unit current draw****                   | A               | 141      | 153    | 174     | 258     | 278     |
| Maximum unit current draw (Un)†                 | A               | 165      | 185    | 218     | 305     | 353     |
| Maximum unit current draw (Un) with option 231† | A               | 148      | 167    | 201     | 284     | 333     |
| Maximum current draw (Un -10%)***               | A               | 180      | 198    | 231     | 324     | 375     |
| <b>High energy efficiency unit (option 119)</b> |                 |          |        |         |         |         |
| Cosine Phi maximum***                           |                 | 0.88     | 0.88   | 0.88    | 0.87    | 0.87    |
| Cosine Phi nominal****                          |                 | 0.84     | 0.85   | 0.85    | 0.83    | 0.84    |
| Maximum power input†                            | kW              | 105      | 118    | 139     | 190     | 221     |
| Nominal current draw****                        | A               | 141      | 153    | 175     | 254     | 271     |
| Maximum current draw (Un)†                      | A               | 172      | 194    | 229     | 318     | 368     |
| Maximum current draw (Un -10%)***               | A               | 187      | 207    | 242     | 337     | 390     |

\* kA eff: efficiency value: rms for English version

\*\* Instantaneous start-up current (locked rotor current in star connection of the compressor).

\*\*\* Values obtained at operation with maximum unit power input.

\*\*\*\* Values obtained at standard Eurovent unit operating conditions: air 35°C, water 12/7°C.

† Values obtained at operation with maximum unit power input. Values given on the unit name plate.

## Note:

Motor and fan electrical data if the unit operates at Eurovent conditions (motor ambient temperature 50°C): 1.9 A

Start-up current: 8.4 A

Power input: 760 W

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Electrical data notes and operating conditions for 30XAS units:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  | 2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Power supply frequency variation: $\pm 2$ Hz.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>30XAS 242-482 units have a single power connection point located immediately upstream of the main disconnect switch.</li> <li>The control box includes the following standard features: <ul style="list-style-type: none"> <li>One general disconnect switch</li> <li>Starter and motor protection devices for the compressor, the fan(s) and the pump</li> <li>Control devices</li> </ul> </li> <li><b>Field connections:</b></li> <li>All connections to the system and the electrical installations must be in full accordance with all applicable local codes.</li> <li>The Carrier 30XAS units are designed and built to ensure conformance with these codes. The recommendations of European standard EN 60 204-1 (corresponds to IEC 60204-1) (machine safety - electrical machine components - part 1: general regulations) are specifically taken into account, when designing the electrical equipment.</li> <li><b>IMPORTANT:</b></li> <li>Generally the recommendations of IEC 60364 are accepted as compliance with the requirements of the installation directives.</li> <li>Conformance with EN 60 204 is the best means of ensuring compliance with the Machines Directive § 1.5.1.</li> <li>Annex B of EN 60204-1 describes the electrical characteristics used for the operation of the machines.</li> </ul> |  | 3.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | The neutral (N) line must not be connected directly to the unit (if necessary use a transformer).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | 4.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Overcurrent protection of the power supply conductors is not provided with the unit.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | 5.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | The factory-installed disconnect switch(es)/circuit breaker(s) is (are) of a type suitable for power interruption in accordance with EN 60947-3 (corresponds to IEC 60947-3).                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | 6.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | The units are designed for simplified connection on TN(s) networks (IEC 60364). For IT networks derived currents may interfere with network monitoring elements, and it is recommended to create an IT type divider for the system units that require this and/or a TN type divider for Carrier units. Please consult the appropriate local organisations to define the monitoring and protection elements and carry out the electrical installation. |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Environment* - Environment as classified in EN 60 364 (corresponds to IEC 60364): <ul style="list-style-type: none"> <li>Outdoor installation*</li> <li>Ambient temperature range: from -20 °C to +55 °C**</li> <li>Altitude less than or equal to 2000 m (for hydronic module, see paragraph 4.3 in the IOM)</li> <li>Presence of hard solids, class AE3 (no significant dust present)*</li> <li>Presence of corrosive and polluting substances, class AF1 (negligible)</li> <li>Competence of persons: BA4 (Persons wise); 30XAS machines are not intended to be installed in locations open to anyone, including people with disabilities and children.</li> </ul> </li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  | 7.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Units delivered with speed drive (options 28) are not compatible with IT network.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Derived currents: If protection by monitoring of derived currents is necessary to ensure the safety of the installation, the control of the cut-out value must take the presence of leak currents into consideration that result from the use of frequency converters in the unit. A value of at least 150 mA is recommended to control differential protection devices.</li> <li>Capacitors that are integrated as part of the option 231 can generate electrical disturbances in the installation the unit is connected to. Presence of these capacitors must be considered during the electrical study prior to the start-up.</li> </ul> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | <p><b>NOTE: If particular aspects of an actual installation do not conform to the conditions described above, or if there are other conditions which should be considered, always contact your local Carrier representative.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>* The required protection level for this class is IP43BW (according to reference document IEC 60529). All 30XAS units are protected to IP44CW and fulfil this protection condition.</li> <li>** The maximum ambient temperature allowed for machines equipped with option 231 is +40°C.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |





## VARBLOK ECO: De 100 a 250/750 kW o 2.250 kW en cascada



### Máxima potencia en el mínimo espacio, la caldera más funcional y flexible del mercado

Atendiendo a las necesidades actuales del mercado donde cada vez hay menos espacio en las nuevas salas de calderas y donde la introducción de nuevos equipos en salas de calderas antiguas resulta complicado, Ygnis presenta **VARBLOK ECO**, un concepto de generadores modulares a gas.

Los diferentes generadores se disponen unos encima de otros hasta un máximo de tres alturas. El espacio que se ocupa en planta es inferior a un 1m<sup>2</sup> de esta forma se reduce al mínimo el espacio de instalación utilizado en salas de calderas y el espacio libre se puede destinar para garajes o viviendas.

El conjunto de módulos está homologado como una única caldera para poder trabajar con un colector de humos común para potencias superiores a 400kW, lo que se traduce en un ahorro importante a nivel de instalación al poder instalar una única chimenea.

#### Suministro

- Caldera de acero inoxidable AISI 316L
- Quemador de premezcla total modulante del 20% al 100% para gas natural o propano.
- Colector de humos para módulos en vertical
- Sifón de condensados
- Filtro de aire
- Clapeta antiretorno de humos
- Configuración hidráulica de 2 tomas
- Pies de nivelación
- Cuadro de mando Navistem B3000:
  - Gestión de cascada
  - Entrada todo / nada o señal 0-10 V
  - Display digital para la programación y lectura de informaciones con interfaz en castellano
  - Interruptor general
  - Control ACS  y bomba de calefacción 
- **Opcional:**
  - Neutralizador de condensados Neutra
  - Kit conexión hidráulico
  - Gestión de circuitos con V3V

## Máxima potencia en el mínimo espacio

Las calderas Varblok Eco son equipos extremadamente compactos y de elevada potencia por lo que es posible instalar 750 kW en poco más de 1 m<sup>2</sup>.

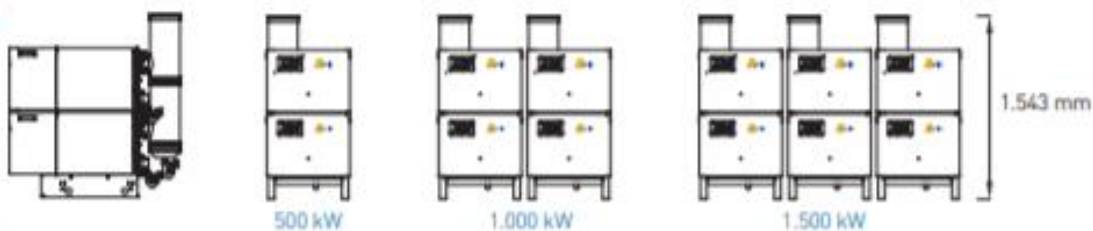
Este diseño compacto no sólo reduce el espacio de instalación en salas de calderas, sino que facilita su instalación ya que permite instalarse en salas con difícil acceso y espacio reducido.



### 1 MÓDULO



### 2 MÓDULOS



### 3 MÓDULOS

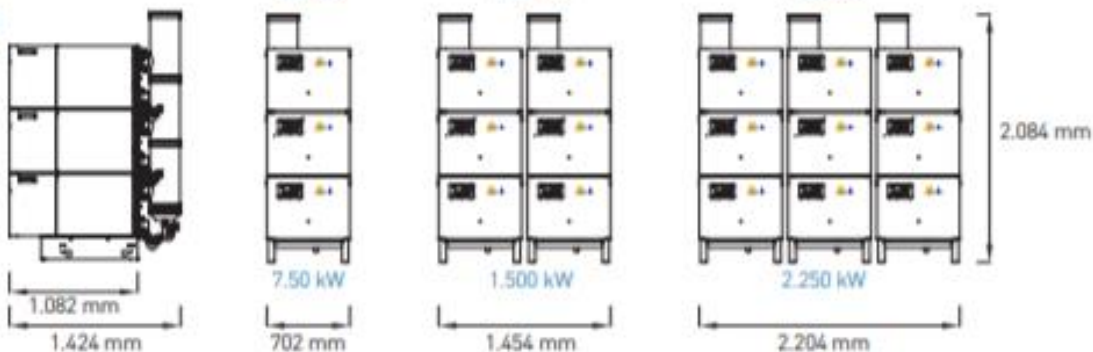
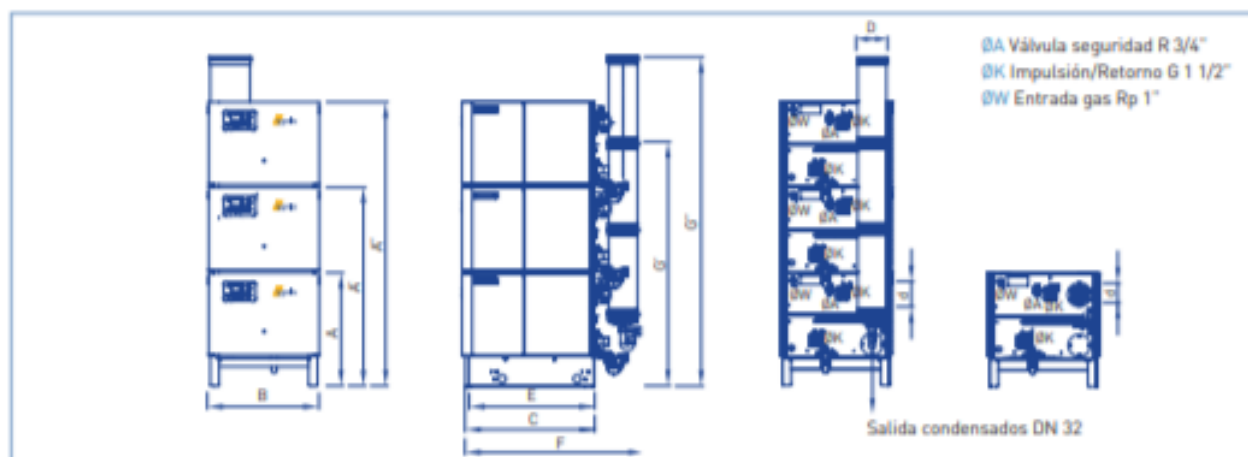


Tabla de características (para gas natural)

|                                            |        | MODELOS VARBLOK ECO 100-120                                                       |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|--------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            |        | 100/100                                                                           | 100/200                                                                           | 100/300                                                                           | 120/120                                                                             | 120/240                                                                             | 120/360                                                                             |
|                                            |        | 1x100                                                                             | 2x100                                                                             | 3x100                                                                             | 1x120                                                                               | 2x120                                                                               | 3x120                                                                               |
| Nº módulos                                 |        |  |  |  |  |  |  |
| Potencia útil a 50/30 °C                   | kW     | 97,2                                                                              | 194,4                                                                             | 291,6                                                                             | 116,2                                                                               | 232,5                                                                               | 348,7                                                                               |
| Potencia útil a 80/60 °C                   | kW     | 95,7                                                                              | 191,4                                                                             | 287,1                                                                             | 115,2                                                                               | 230,4                                                                               | 345,6                                                                               |
| Potencia mínima 80/60 °C                   | kW     |                                                                                   | 19,1                                                                              |                                                                                   |                                                                                     | 23,5                                                                                |                                                                                     |
| Caudal calórico nominal                    | kW     | 98,2                                                                              | 196,4                                                                             | 294,6                                                                             | 119,8                                                                               | 239,6                                                                               | 354,4                                                                               |
| Caudal calórico mínimo                     | kW     |                                                                                   | 20,8                                                                              |                                                                                   |                                                                                     | 24                                                                                  |                                                                                     |
| Rendimiento al 100% de potencia (80/60 °C) | %      |                                                                                   | 97,4                                                                              |                                                                                   |                                                                                     | 96,1                                                                                |                                                                                     |
| Rendimiento al 30% de carga (50/30 °C)     | %      |                                                                                   | 107,3                                                                             |                                                                                   |                                                                                     | 105,1                                                                               |                                                                                     |
| Temperatura mínima de humos                | °C     | 40                                                                                |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Temperatura mínima de impulsión            | °C     | Sin restricciones                                                                 |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Temperatura mínima retorno                 | °C     | Sin restricciones                                                                 |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Pérdidas de carga lado agua (ΔT=20K)       | mmca   |                                                                                   | 203,9                                                                             |                                                                                   |                                                                                     | 275,3                                                                               |                                                                                     |
| Presión en la salida de humos              | Pa     | 150                                                                               |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Caudal mínimo de circulación               |        | P/20 (donde P es la potencia que se está quemando expresada en termias/h)         |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Tasa mínima de modulación                  | %      | 19,6                                                                              | 9,8                                                                               | 6,5                                                                               | 20,2                                                                                | 10,1                                                                                | 6,8                                                                                 |
| Presión de servicio                        | bar    | 10                                                                                |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Alimentación eléctrica monofásica          |        | 230 V, AC 50Hz                                                                    |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Consumo eléctrico                          | W      | 166                                                                               | 332                                                                               | 498                                                                               | 166                                                                                 | 332                                                                                 | 498                                                                                 |
| Nivel de presión sonora                    | dB(A)  |                                                                                   | 43,2                                                                              |                                                                                   |                                                                                     | 48,3                                                                                |                                                                                     |
| Peso en vacío                              | kg     | 175                                                                               | 350                                                                               | 535                                                                               | 175                                                                                 | 350                                                                                 | 535                                                                                 |
| Volumen de agua                            | L      | 16                                                                                | 32                                                                                | 48                                                                                | 16                                                                                  | 32                                                                                  | 48                                                                                  |
| Caudal de gas a Pn (15°C)                  | m³/h   | 10,4                                                                              | 20,8                                                                              | 31,2                                                                              | 12,7                                                                                | 25,4                                                                                | 38,10                                                                               |
| Tipo de combustible                        |        | Gas natural (G20) y gas propano (G31)                                             |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Varblok Eco                                | Código | 045030                                                                            | 045035                                                                            | 045036                                                                            | 045031                                                                              | 045037                                                                              | 045038                                                                              |
|                                            | PVP    | €                                                                                 | 8.462                                                                             | 15.201                                                                            | 23.566                                                                              | 8.762                                                                               | 17.525                                                                              |
| Kit hidráulico                             | Código | -                                                                                 | 046011                                                                            | 046012                                                                            | -                                                                                   | 046011                                                                              | 046012                                                                              |
|                                            | PVP    | €                                                                                 | -                                                                                 | 3.570                                                                             | 4.515                                                                               | -                                                                                   | 3.570                                                                               |

## Dimensiones



| Modelos             | A   | A'   | A''  | B   | C   | D   | d   | E   | F    | G'   | G''  |
|---------------------|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|
|                     | mm  |      |      |     |     |     |     |     |      |      |      |
| Varblok Eco 100/100 | 717 | -    | -    |     |     | -   | 100 |     | -    | -    | -    |
| Varblok Eco 100/200 |     | 1258 | -    |     |     |     |     |     |      | 1543 | -    |
| Varblok Eco 100/300 | -   |      | 1799 |     |     | 180 | -   |     | 1128 |      | 2084 |
| Varblok Eco 120/120 | 717 | -    | -    | 700 | 836 | -   | 100 | 815 | -    | -    | -    |
| Varblok Eco 120/140 |     | 1258 | -    |     |     |     |     |     |      | 1543 | -    |
| Varblok Eco 120/360 | -   | -    | 1799 |     |     | 180 | -   |     | 1128 | -    | 2084 |



Tabla de características (para gas natural)

|                                            |        | MODELOS VARBLOK ECO 150-250                                                       |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
|--------------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                            |        | 150/150                                                                           | 150/300                                                                           | 150/450                                                                           | 200/200                                                                           | 200/400                                                                           | 200/600                                                                             | 250/250                                                                             | 250/500                                                                             | 250/750                                                                             |
| Nº módulos                                 |        | 1x150                                                                             | 2x150                                                                             | 3x150                                                                             | 1x200                                                                             | 2x200                                                                             | 3x200                                                                               | 1x250                                                                               | 2x250                                                                               | 3x250                                                                               |
| Nº módulos                                 |        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Potencia útil a 50/30 °C                   | kW     | 147,4                                                                             | 294,8                                                                             | 442,2                                                                             | 196,3                                                                             | 392,6                                                                             | 588,9                                                                               | 254,4                                                                               | 508,8                                                                               | 763,2                                                                               |
| Potencia útil a 80/60 °C                   | kW     | 142,8                                                                             | 285,6                                                                             | 428,4                                                                             | 191,6                                                                             | 383,2                                                                             | 574,8                                                                               | 239,8                                                                               | 479,6                                                                               | 719,4                                                                               |
| Potencia mínima 80/60 °C                   | kW     |                                                                                   | 28,7                                                                              |                                                                                   |                                                                                   | 38,6                                                                              |                                                                                     | 48,4                                                                                |                                                                                     |                                                                                     |
| Caudal calórico nominal                    | kW     | 146,8                                                                             | 293,6                                                                             | 440,3                                                                             | 197,2                                                                             | 394,2                                                                             | 591,6                                                                               | 247,6                                                                               | 495,2                                                                               | 742,8                                                                               |
| Caudal calórico mínimo                     | kW     |                                                                                   | 31,5                                                                              |                                                                                   |                                                                                   | 41,5                                                                              |                                                                                     | 52,7                                                                                |                                                                                     |                                                                                     |
| Rendimiento al 100% de potencia (75/60 °C) | %      |                                                                                   | 97,2                                                                              |                                                                                   |                                                                                   | 98,9                                                                              |                                                                                     | 97,1                                                                                |                                                                                     |                                                                                     |
| Rendimiento al 30% de carga (50/30 °C)     | %      |                                                                                   | 107,3                                                                             |                                                                                   |                                                                                   | 105,6                                                                             |                                                                                     | 107,5                                                                               |                                                                                     |                                                                                     |
| Temperatura mínima de humos                | °C     |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   | 40                                                                                |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Temperatura mínima de impulsión            | °C     |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   | Sin restricciones                                                                 |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Temperatura mínima retorno                 | °C     |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   | Sin restricciones                                                                 |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Pérdidas de carga lado agua (ΔT=20K)       | mmca   |                                                                                   | 1478,6                                                                            |                                                                                   |                                                                                   | 2508,6                                                                            |                                                                                     | 4028                                                                                |                                                                                     |                                                                                     |
| Presión en la salida de humos              | Pa     |                                                                                   | 89                                                                                |                                                                                   |                                                                                   | 90                                                                                |                                                                                     | 150                                                                                 |                                                                                     |                                                                                     |
| Caudal mínimo de circulación               |        |                                                                                   | P/20 [donde P es la potencia que se está quemando expresada en termias/h]         |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Tasa mínima de modulación                  | %      | 19,5                                                                              | 9,7                                                                               | 6,5                                                                               | 19,6                                                                              | 9,8                                                                               | 6,5                                                                                 | 19                                                                                  | 9,5                                                                                 | 6,3                                                                                 |
| Presión de servicio                        | bar    |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   | 10                                                                                |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Alimentación eléctrica monofásica          |        |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   | 230 V, AC 50Hz                                                                    |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Consumo eléctrico                          | W      | 240                                                                               | 480                                                                               | 720                                                                               | 240                                                                               | 480                                                                               | 720                                                                                 | 240                                                                                 | 480                                                                                 | 720                                                                                 |
| Nivel de presión sonora                    | dB(A)  |                                                                                   | 49,2                                                                              |                                                                                   |                                                                                   | 46,7                                                                              |                                                                                     | 48,4                                                                                |                                                                                     |                                                                                     |
| Peso en vacío                              | kg     | 220                                                                               | 445                                                                               | 670                                                                               | 220                                                                               | 445                                                                               | 670                                                                                 | 220                                                                                 | 445                                                                                 | 670                                                                                 |
| Volumen de agua                            | L      | 22                                                                                | 44                                                                                | 66                                                                                | 22                                                                                | 44                                                                                | 66                                                                                  | 22                                                                                  | 44                                                                                  | 66                                                                                  |
| Caudal de gas a Pn (15°C)                  | m³/h   | 15,5                                                                              | 31                                                                                | 46,5                                                                              | 20,9                                                                              | 41,8                                                                              | 62,7                                                                                | 26,1                                                                                | 52,2                                                                                | 78,7                                                                                |
| Tipo de combustible                        |        |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   |                                                                                   | Gas natural (G20) y gas propano (G31)                                             |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |                                                                                     |
| Varblok Eco                                | Código | 045032                                                                            | 045039                                                                            | 045040                                                                            | 045033                                                                            | 045041                                                                            | 045042                                                                              | 045034                                                                              | 045043                                                                              | 045044                                                                              |
|                                            | PVP    | €                                                                                 | 10.408                                                                            | 20.611                                                                            | 34.278                                                                            | 11.844                                                                            | 22.498                                                                              | 36.421                                                                              | 12.951                                                                              | 24.638                                                                              |
| Kit hidráulica                             | Código | -                                                                                 | 046013                                                                            | 046014                                                                            | -                                                                                 | 046013                                                                            | 046014                                                                              | 046013                                                                              | 046013                                                                              | 046014                                                                              |
|                                            | PVP    | €                                                                                 | -                                                                                 | 3.675                                                                             | 4.620                                                                             | -                                                                                 | 3.675                                                                               | 4.620                                                                               | 3.675                                                                               | 4.620                                                                               |

## Dimensiones



| Modelos             | A   | A'   | A''  | B   | C    | D   | d   | E   | F    | G    | G'   |
|---------------------|-----|------|------|-----|------|-----|-----|-----|------|------|------|
|                     |     |      |      |     |      | mm  |     |     |      |      |      |
| Varblok Eco 150/150 | 717 | -    | -    |     |      | -   | 150 |     | -    | -    | -    |
| Varblok Eco 150/300 |     | 1258 | -    |     |      | 250 | -   |     | 1424 | 1543 | -    |
| Varblok Eco 150/450 |     |      | 1799 |     |      |     |     |     |      |      | 2084 |
| Varblok Eco 200/200 | 717 | -    | -    |     |      | -   | 150 |     | -    | -    | -    |
| Varblok Eco 200/400 |     | 1258 | -    | 700 | 1082 | 250 | -   | 815 | 1424 | 1543 | -    |
| Varblok Eco 200/600 |     |      | 1799 |     |      |     |     |     |      |      | 2084 |
| Varblok Eco 250/250 | 717 | -    | -    |     |      | -   | 150 |     | -    | -    | -    |
| Varblok Eco 250/500 |     | 1258 | -    |     |      | 250 | -   |     | 1424 | 1543 | -    |
| Varblok Eco 250/750 |     |      | 1799 |     |      |     |     |     |      |      | 2084 |

# **Documento 2:**

## **Planos**

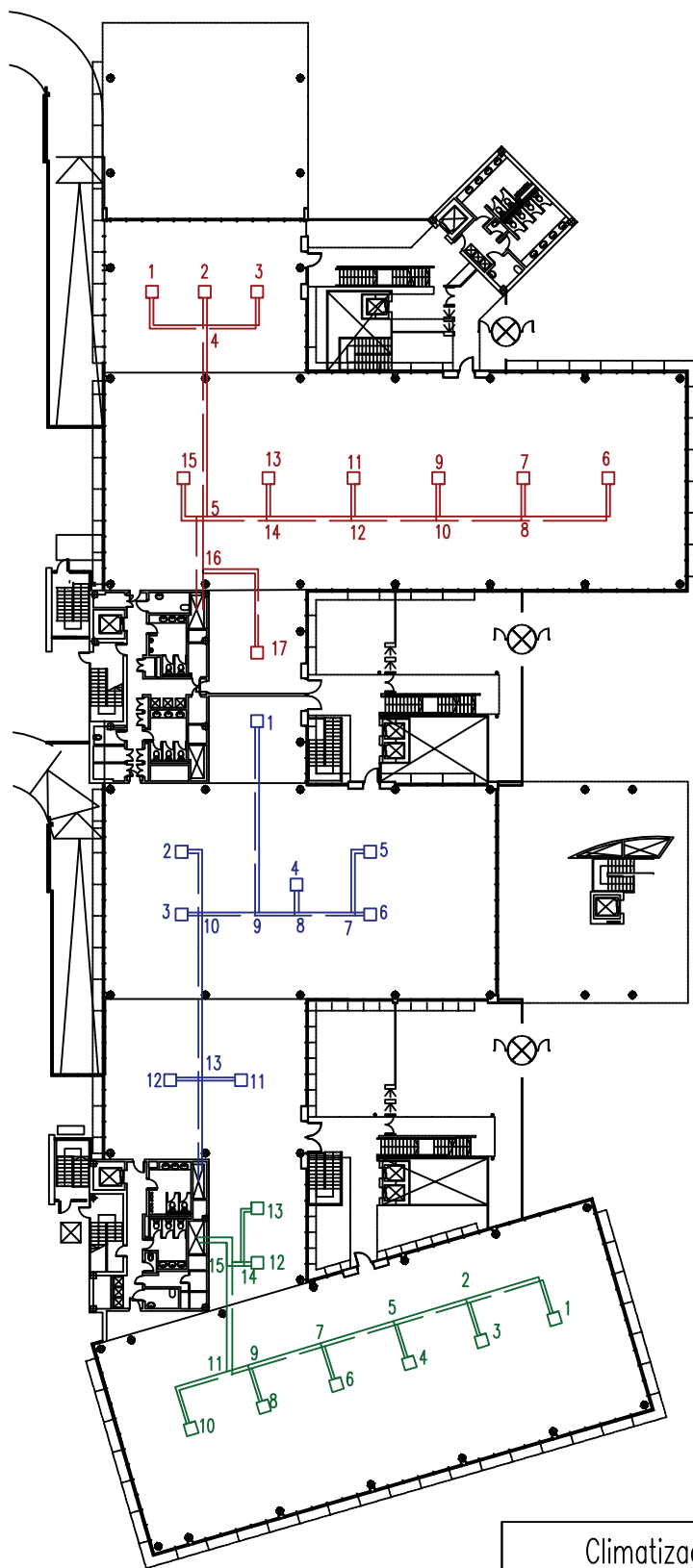
## 1. Red de tuberías de agua

- 1.1. Planta Baja
- 1.2. Primera Planta
- 1.3. Segunda Planta
- 1.4. Cubierta
- 1.5. Esquema de principio

## 2. Planos conductos de aire

- 2.1. Planta Baja
- 2.2. Primera Planta
- 2.3. Segunda Planta





### Leyenda

- Circuito B.1 agua fría
- Circuito B.1 agua caliente
- Circuito B.2 agua fría
- Circuito B.2 agua caliente
- Circuito B.3 agua fría
- Circuito B.3 agua caliente

### Climatización de un edificio de oficinas en Zaragoza

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Red de tuberías de agua planta baja

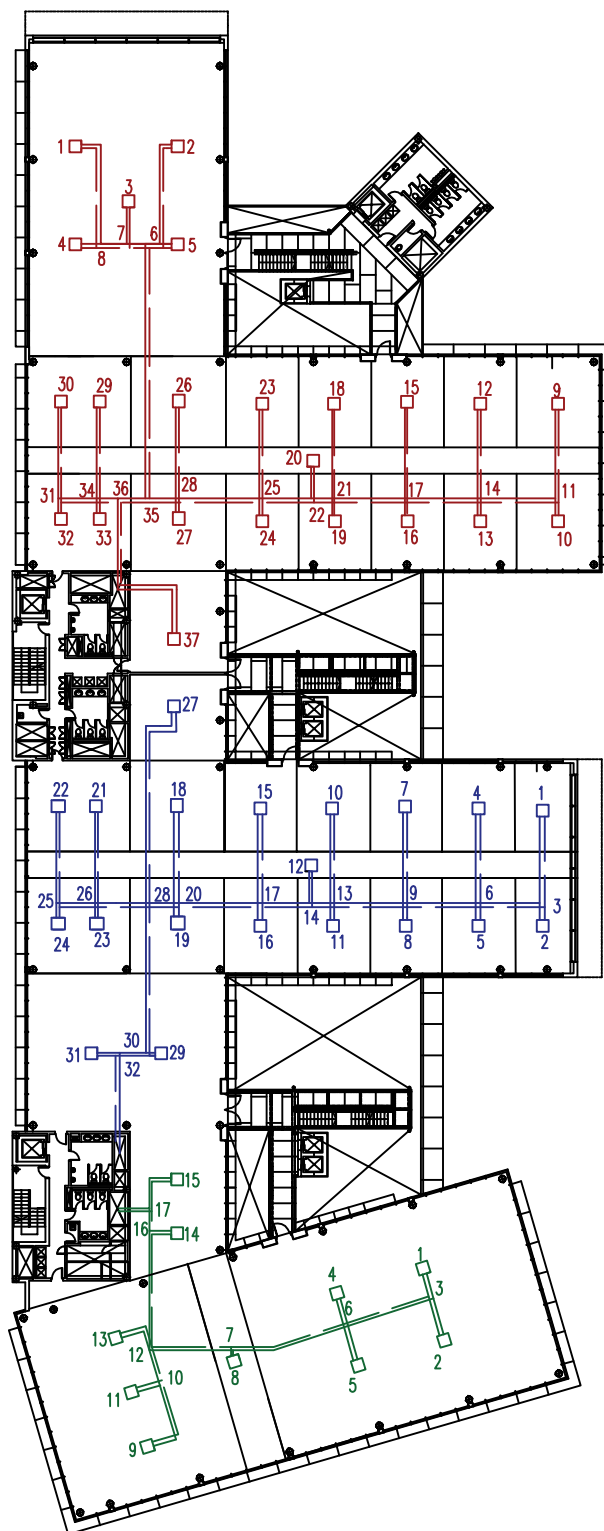
Autor:  
Paula Arilla Gordon

Firma:

Escala:  
1:300

Fecha:

Nº:  
1



### Leyenda

- **Circuito 1.1 agua fría**
- **Circuito 1.1 agua caliente**
- **Circuito 1.2 agua fría**
- **Circuito 1.2 agua caliente**
- **Circuito 1.3 agua fría**
- **Circuito 1.3 agua caliente**

### Climatización de un edificio de oficinas en Zaragoza

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Red de tuberías de agua primera planta

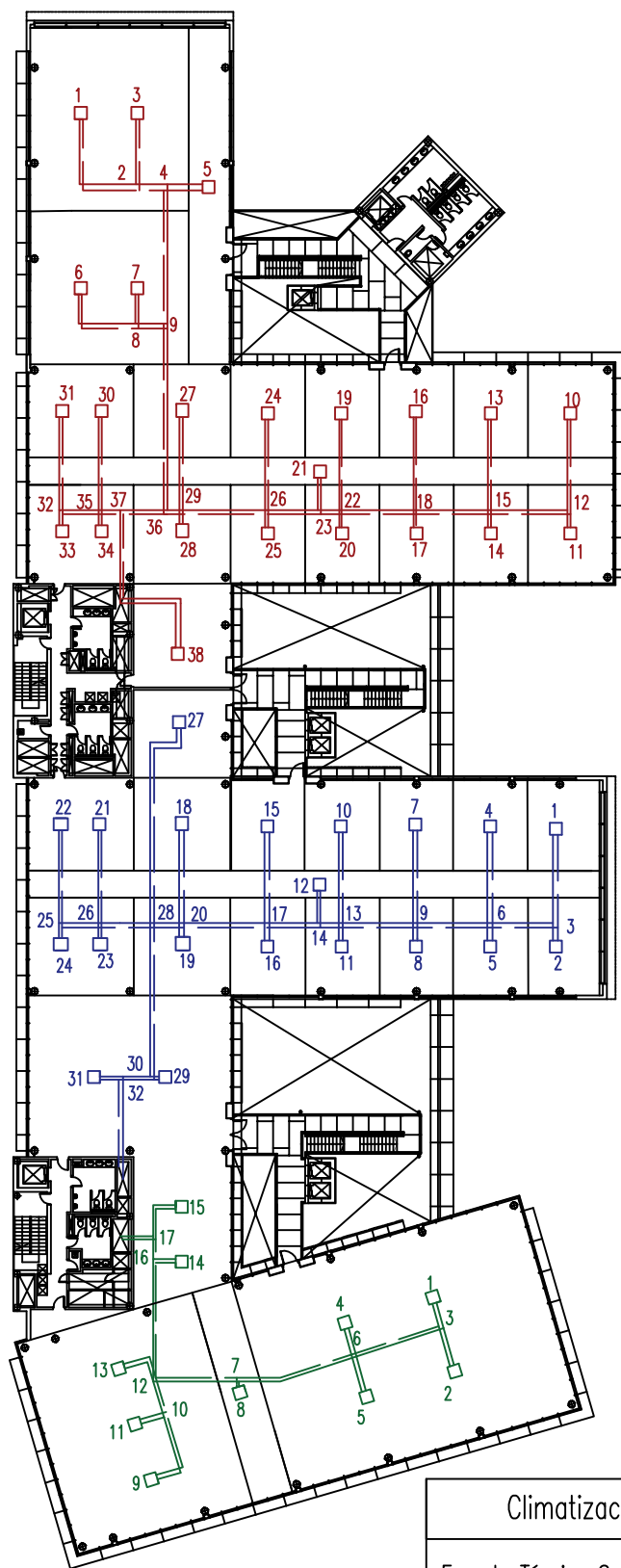
Autor:  
Paula Arilla Gordon

Firma:

Escala:  
1:300

Fecha:

Nº:  
2



### Leyenda

- **Circuito 2.1 agua fría**
- **Circuito 2.1 agua caliente**
- **Circuito 2.2 agua fría**
- **Circuito 2.2 agua caliente**
- **Circuito 2.3 agua fría**
- **Circuito 2.3 agua caliente**

### Climatización de un edificio de oficinas en Zaragoza

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Red de tuberías de agua  
segunda planta

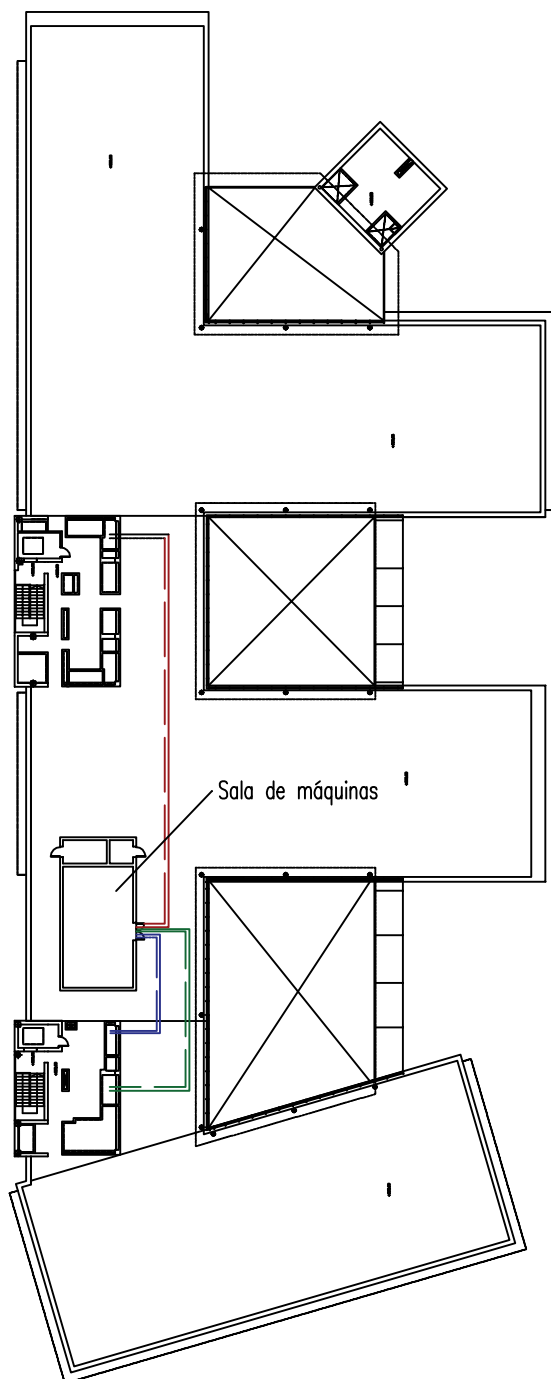
Autor:  
Paula Arilla Gordon

Firma:

Escala:  
1:300

Fecha:

Nº:  
3



### Leyenda

- Circuito C.1 agua fría
- - - Circuito C.1 agua caliente
- Circuito C.2 agua fría
- - - Circuito C.2 agua caliente
- Circuito C.3 agua fría
- - - Circuito C.3 agua caliente

### Climatización de un edificio de oficinas en Zaragoza

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Red de tuberías de agua cubierta

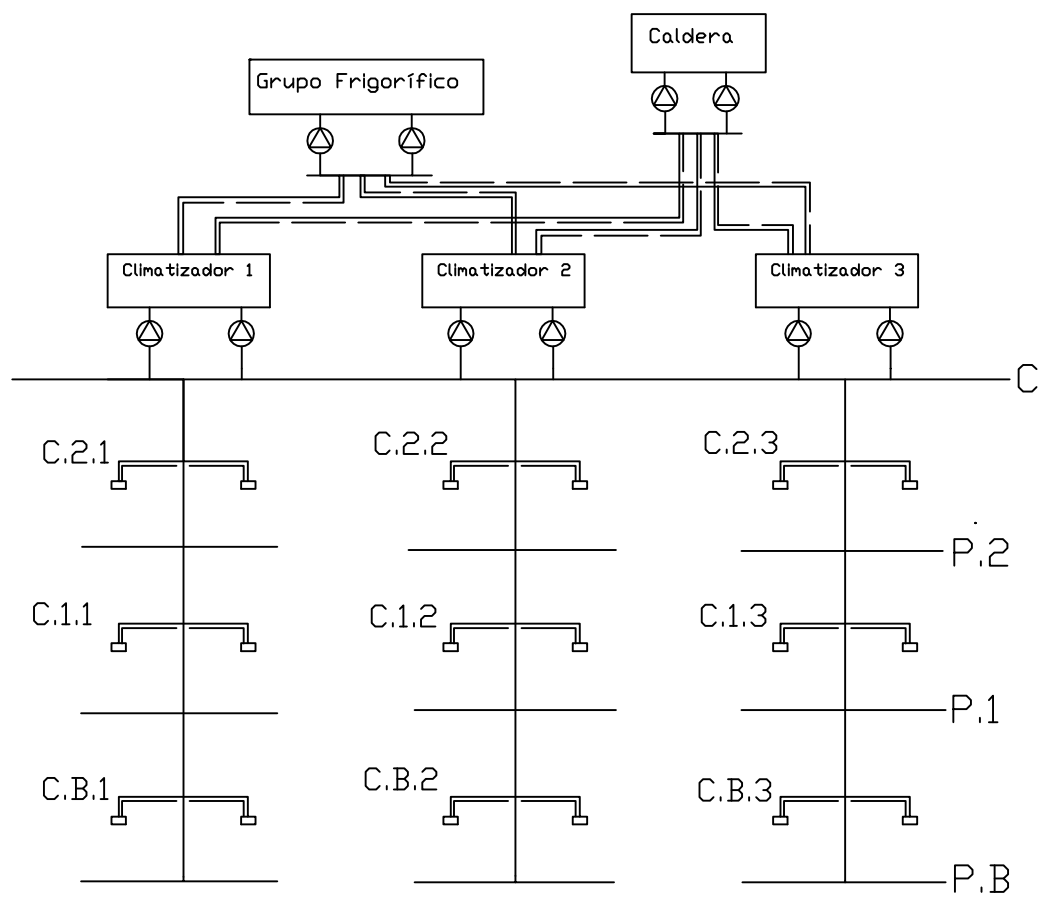
Autor:  
Paula Arilla Gordon

Firma:

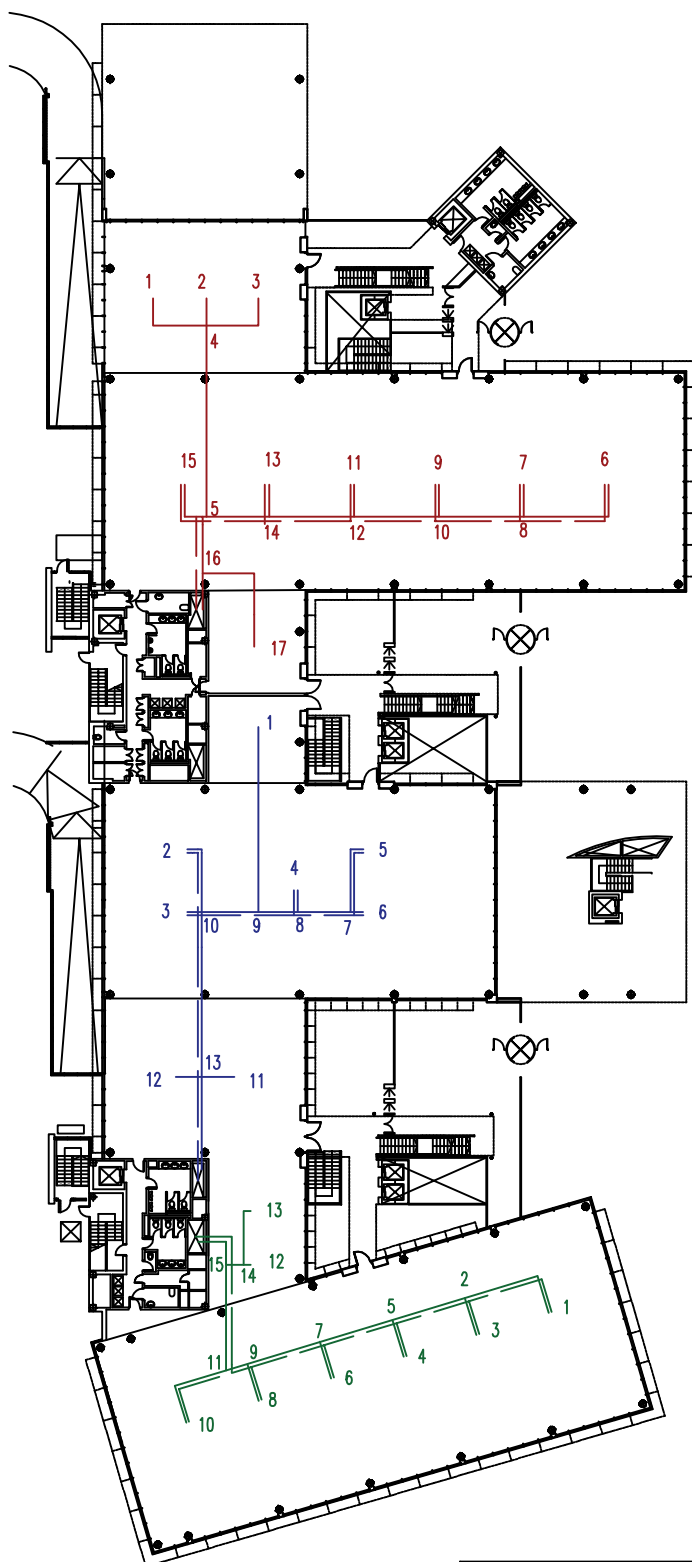
Escala:  
1:300

Fecha:

Nº:  
4



|                                                      |        |  |                                       |                    |
|------------------------------------------------------|--------|--|---------------------------------------|--------------------|
| Climatización de un edificio de oficinas en Zaragoza |        |  |                                       |                    |
| Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICA)         |        |  | Esquema de principio tuberías de agua |                    |
| Autor:<br>Paula Arilla Gordon                        | Firma: |  | Escala:<br>-                          | Fecha:<br>Nº:<br>5 |



### Leyenda

- Circuito impulsión B.1
- Circuito retorno B.1
- Circuito impulsión B.2
- Circuito retorno B.2
- Circuito impulsión B.3
- Circuito retorno B.3

### Climatización de un edificio de oficinas en Zaragoza

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Red conducto de aire planta  
baja

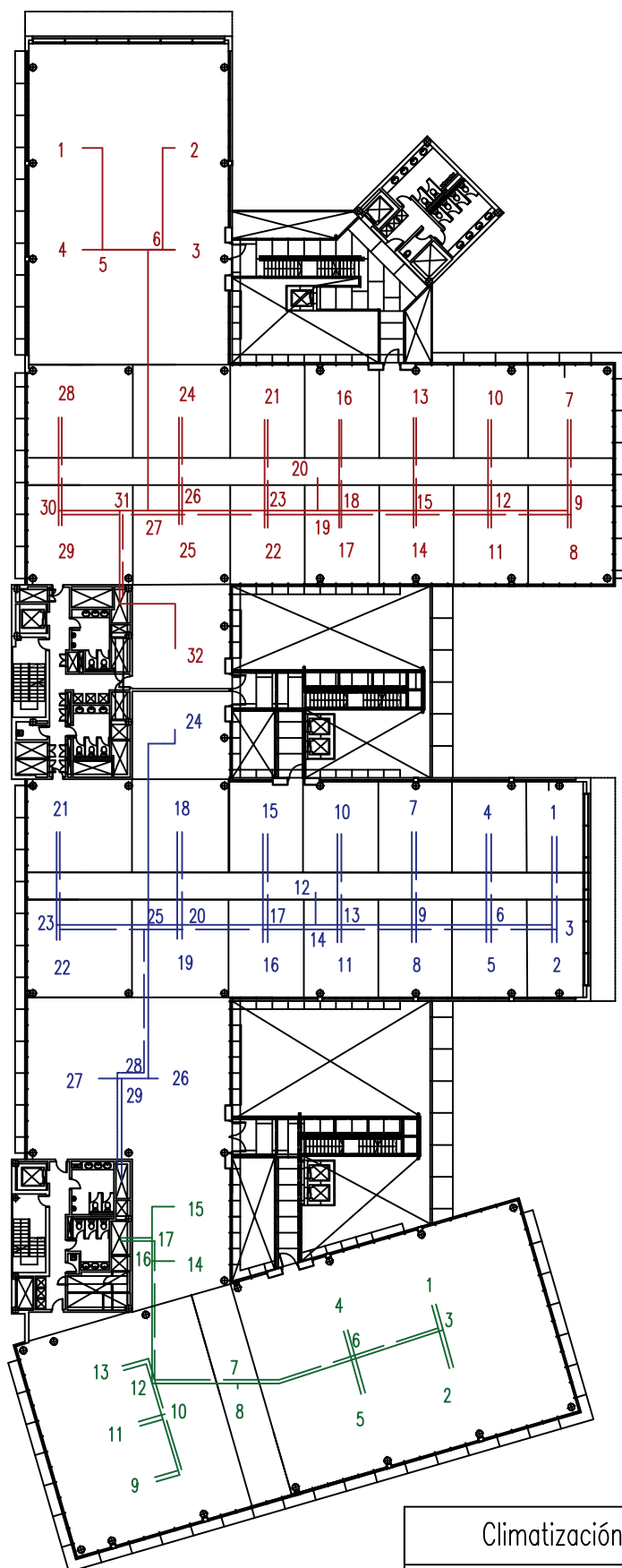
Autor:  
Paula Arilla Gordon

Firma:

Escala:  
1:300

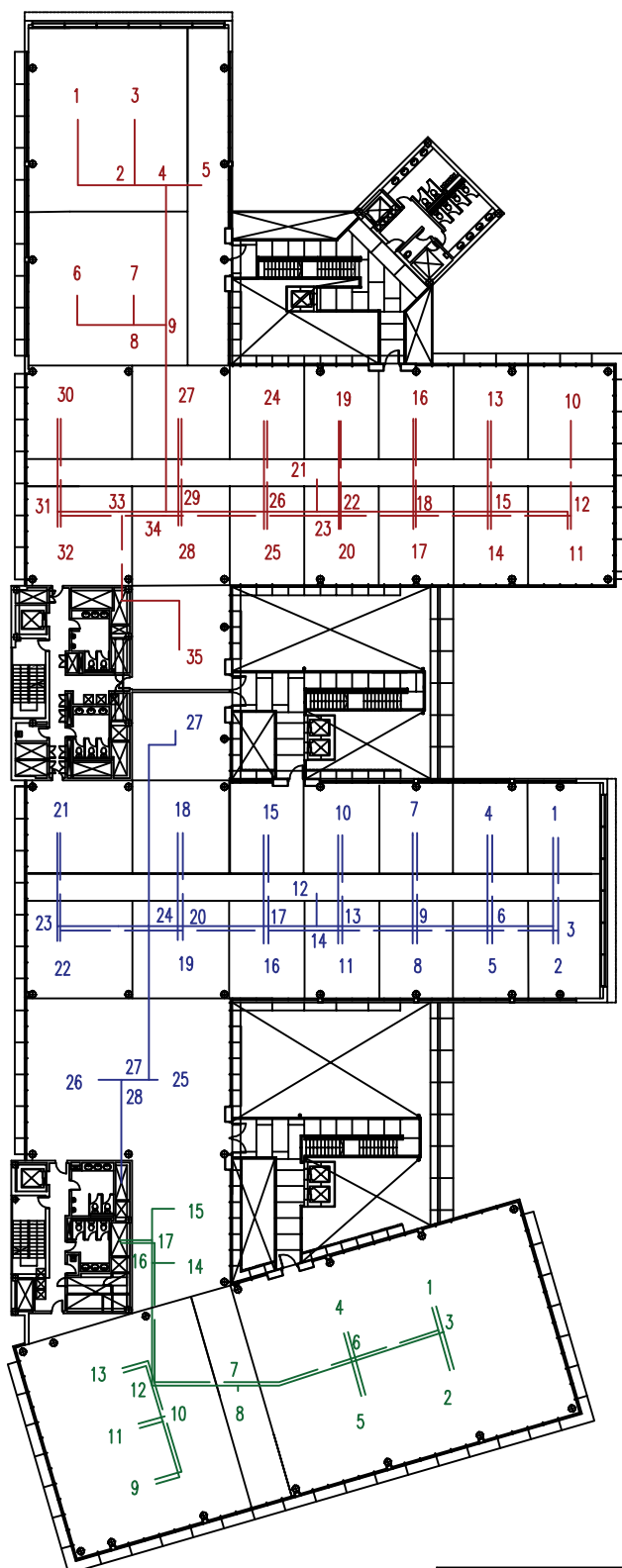
Fecha:

Nº:  
6



| Leyenda |                               |
|---------|-------------------------------|
|         | <b>Circuito impulsión 1.1</b> |
|         | <b>Circuito retorno 1.1</b>   |
|         | <b>Circuito impulsión 1.2</b> |
|         | <b>Circuito retorno 1.2</b>   |
|         | <b>Circuito impulsión 1.3</b> |
|         | <b>Circuito retorno 1.3</b>   |

|                                                      |        |  |                                      |                    |
|------------------------------------------------------|--------|--|--------------------------------------|--------------------|
| Climatización de un edificio de oficinas en Zaragoza |        |  |                                      |                    |
| Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)        |        |  | Red conductos de aire primera planta |                    |
| Autor:<br>Paula Arilla Gordon                        | Firma: |  | Escala:<br>1:300                     | Fecha:<br>Nº:<br>7 |



### Leyenda

- **Circuito impulsión 2.1**
- **Circuito retorno 2.1**
- **Circuito impulsión 2.2**
- **Circuito retorno 2.2**
- **Circuito impulsión 2.3**
- **Circuito retorno 2.3**

### Climatización de un edificio de oficinas en Zaragoza

Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI)

Red de conductos de aire  
segunda planta

Autor:  
Paula Arilla Gordon

Firma:

Escala:  
1:300

Fecha:

Nº:  
8



# **Documento 4:**

**Pliego de Condiciones**

## Índice Pliego de Condiciones

|             |                                                        |           |
|-------------|--------------------------------------------------------|-----------|
| 1.          | Generalidades .....                                    | 5         |
| 1.1.        | Objeto y alcance .....                                 | 5         |
| 1.2.        | Definiciones .....                                     | 6         |
| 1.3.        | Descripción de la instalación .....                    | 7         |
| 1.4.        | Dirección de obra.....                                 | 7         |
| 2.          | Aislamiento térmico .....                              | 8         |
| 2.1.        | General.....                                           | 8         |
| 2.2.        | Materiales y características .....                     | 8         |
| 2.3.        | Niveles de aislamiento .....                           | 9         |
| 2.4.        | Barrera anti-vapor.....                                | 9         |
| 2.5.        | Colocación.....                                        | 9         |
| 2.6.        | Aislamiento de tuberías .....                          | 10        |
| 2.7.        | Aislamiento de conductos .....                         | 10        |
| 2.8.        | Protección de aislamientos.....                        | 10        |
| 3.          | Compuestos cortafuegos .....                           | 12        |
| 3.1.        | General.....                                           | 12        |
| 3.2.        | Instalación.....                                       | 12        |
| 4.          | Conductos flexibles .....                              | 13        |
| 4.1.        | General.....                                           | 13        |
| 4.2.        | Instalación.....                                       | 13        |
| 5.          | Fan-coils.....                                         | 14        |
| 5.1.        | Generalidades .....                                    | 14        |
| 5.2.        | Elementos constitutivos.....                           | 14        |
| 5.3.        | Instalación .....                                      | 14        |
| <b>5.4.</b> | <b>Control y regulación.....</b>                       | <b>14</b> |
| 5.5.        | Información técnica .....                              | 15        |
| 6.          | Compensadores de dilatación.....                       | 16        |
| 6.1.        | General.....                                           | 16        |
| 6.2.        | Montaje.....                                           | 16        |
| 7.          | Rotulación e identificación de equipos y fluidos ..... | 17        |
| 8.          | Unidades de tratamiento de aire .....                  | 18        |
| 8.1.        | General.....                                           | 18        |

|       |                                            |    |
|-------|--------------------------------------------|----|
| 8.2.  | Materiales .....                           | 18 |
| 8.3.  | Elementos constitutivos.....               | 18 |
| 8.4.  | Instalación .....                          | 19 |
| 8.5.  | Información técnica .....                  | 19 |
| 9.    | Depósitos de expansión .....               | 21 |
| 9.1.  | General.....                               | 21 |
| 9.2.  | Materiales .....                           | 21 |
| 9.3.  | Instalación .....                          | 21 |
| 10.   | Difusores y rejillas.....                  | 22 |
| 10.1. | General .....                              | 22 |
| 10.2. | Materiales y construcción .....            | 22 |
| 10.3. | Distribución y montaje .....               | 22 |
| 10.4. | Medición de caudal .....                   | 23 |
| 11.   | Elementos de regulación y control.....     | 24 |
| 11.1. | General .....                              | 24 |
| 11.2. | Materiales e instalación .....             | 24 |
| 12.   | Valvulería .....                           | 25 |
| 12.1. | General .....                              | 25 |
| 12.2. | Conexiones .....                           | 25 |
| 13.   | Bombas .....                               | 26 |
| 13.1. | General .....                              | 26 |
| 13.2. | Información técnica.....                   | 26 |
| 14.   | Elementos anti-vibratorios .....           | 28 |
| 14.1. | General .....                              | 28 |
| 14.2. | Instalación .....                          | 28 |
| 15.   | Drenajes y vaciados .....                  | 29 |
| 15.1. | Drenaje .....                              | 29 |
| 15.2. | Vaciados .....                             | 29 |
| 16.   | Acometidas de agua a equipos y redes ..... | 30 |
| 17.   | Pruebas y ensayos .....                    | 31 |
| 17.1. | General .....                              | 31 |
| 17.2. | Pruebas parciales .....                    | 31 |
| 17.3. | Otras pruebas .....                        | 33 |

|       |                                           |    |
|-------|-------------------------------------------|----|
| 18.   | Recepción .....                           | 34 |
| 18.1. | Condiciones de aceptación y rechazo ..... | 34 |

## 1. Generalidades

### 1.1. Objeto y alcance

El objetivo del pliego de condiciones es establecer los requisitos técnicos necesarios para los equipos y el montaje de las instalaciones de climatización y ventilación de un edificio de oficinas situado en Zaragoza. En particular para los siguientes conceptos:

- Características y especificaciones de los materiales y equipos, su suministro e instalación.
- Trabajos para realizar por el contratista
- Forma de realizar las instalaciones y el montaje.
- Pruebas y ensayos, durante el transcurso de la obra, a la Recepción Provisional y a la Recepción Definitiva.
- Garantías exigidas

El contratista será el encargado del suministro de todos los equipos, materiales, servicios y mano de obra necesarias para que el edificio cumpla con lo descrito en la Memoria, representado en Planos y detallado en Mediciones u otros documentos de este Proyecto. Todo ello debe cumplir las normas, reglamentos y prescripciones vigentes que sean de aplicación, así como las de Seguridad e Higiene.

El contratista también se encargará de:

- La conexión de todos los equipos relacionados con la instalación, o que la Dirección Técnica estime de su competencia, aunque no estén incluidas expresamente.
- Las pruebas y puesta en marcha.
- Planos finales de obra, “así contruidos”, en papel y soporte informático, y tres informes con especificaciones y características de equipos y materiales, con libros de uso y mantenimiento. Los planos contendrán:
  - Todos los trabajos de climatización instalados exactamente de acuerdo con el diseño original.
  - Todos los trabajos de climatización instalados correspondientes a modificaciones o añadidos al diseño original.
  - Toda la información dimensional necesaria para definir la ubicación exacta de todos los equipos que, por estar ocultos, no es posible seguirles el recorrido por simple inspección a través de los medios comunes de acceso, establecidos para inspección y mantenimiento.
- La limpieza inmediata y, si se precisa, transporte a vertedero de material sobrante, de todos los tajos y zonas de actuación.
- Sellado ignífugo de huecos y pasos de canalizaciones y conducciones, con resistencia al fuego equivalente a la de los cerramientos o forjados que atraviesan las instalaciones.
- Las ayudas de estricto peonaje y albañilería auxiliar.
- El pequeño material y accesorios, así como transporte y movimiento de todos los equipos.

- Los elementos de fijación y soporte, previa aprobación de estos por la D.T., de todos los aparatos.
- Todo el material y equipos de remate, electricidad, soldaduras, etc., para dejar un perfecto acabado.
- Las bancadas y sistemas anti-vibradores para equipos que lo requieran o indique la D.T.
- La imprimación y pintura de todo el material férreo utilizado para bancadas, soportes, herrajes, etc., que se requiera.
- En general, cuanto sea necesario para dejar el conjunto de las instalaciones que se adjudican totalmente rematadas y funcionando correctamente.

## 1.2. Definiciones

Para la instalación de climatización, el término “Contratista” significa la empresa que ejecuta dicha instalación, o su representante autorizado.

El término “Dirección Técnica”, en adelante D.T., significa la persona o personas responsables técnicamente del montaje, o su representante.

Tanto en los planos como en las especificaciones para las instalaciones de climatización, ciertas palabras no técnicas serán entendidas con un significado específico que se define a continuación haciendo caso omiso a indicaciones contrarias en las condiciones generales o cualquier otro documento de control de las instalaciones de climatización.

Cada vez que se emplee el término “Suministro” se entenderá incluida la definición del material, el dimensionado, la disposición, el control de calidad, pruebas en fábrica, costes de embalaje, desembalaje, transporte y almacenamiento en obra, procedimientos, especificaciones, planos, cálculos, manuales y programas para todo lo anterior, para la Propiedad y las Administraciones competentes, necesario para construir y fabricar el material, así como los costes derivados de visados, tasas, etc. para realizar la instalación.

En los términos “Instalación” o “Montaje” se entenderá incluido el coste de medición, replanteo en obra, elevación, manipulación, ejecución y recibo de rozas, realización de pasamuros, paso de forjados, sellado de los mismos, etc. y cualquier otra ayuda de albañilería, colocación, fijación, conexionado eléctrico o mecánico, mantenimiento durante la obra, limpieza, medición final, asistencia a la Propiedad en inspecciones, entrega, adopción de medidas de seguridad contra robo, incendio, sabotaje, daños naturales y accidentes a las personas o a las cosas.

“Proveer”: Suministrar e instalar.

“Nuevo”: Fabricado hace menos de dos años y nunca usado anteriormente.

Por último, el término “Prueba” incluye la comprobación de la instalación, puesta a punto de aparatos para que realicen sus funciones específicas, tarado de protecciones, energización, adopción de medidas de seguridad contra deterioros del material en

cuestión o de otros como consecuencia de la primera y contra accidentes a las personas o a las cosas, comprobación de resultados, análisis de los mismos y entrega.

### 1.3. Descripción de la instalación

Los materiales, equipos y trabajos incluidos en este documento comprenden todas las instalaciones de climatización y ventilación que le sean encomendadas al Contratista, así como los trabajos auxiliares eléctricos, mecánicos o de albañilería relacionados con ellas.

### 1.4. Dirección de obra

El Contratista actuará en todo momento bajo las órdenes de la D.T., a quien únicamente pedirá la conformidad de sus trabajos y nuevas necesidades y, de acuerdo con la cual, resolverá los problemas o incidencias que pudieran presentarse.

## 2. Aislamiento térmico

### 2.1. General

El aislamiento térmico de las conducciones y los equipos se instalará después de las pruebas de estanqueidad del sistema y del limpiado y protección de las superficies.

Cuando la temperatura en algún punto el aislamiento térmico pueda descender por debajo de la temperatura del punto de rocío del aire ambiente, con la consecuente formación de condensados, la cara exterior del aislamiento deberá estar protegida por una barrera anti-vapor sin solución de continuidad.

Cuando la temperatura en algún punto de la masa aislante de un conducto de aire pueda descender por debajo de la temperatura del punto de rocío del aire en el interior del conducto, deberá protegerse por una barrera anti-vapor la cara interna del aislamiento.

El aislamiento no quedará interrumpido en el paso de los elementos estructurales del edificio. El manguito pasamuros deberá tener las dimensiones suficientes para que pase la conducción con el aislamiento, con una holgura no superior a 3 centímetros. Tampoco se permitirá la interrupción del aislamiento en los soportes de las conducciones.

El puente térmico constituido por el soporte deberá quedar interrumpido por la interposición de un material elástico entre el mismo y la conducción, excepto cuando se trate de un conducto de transporte de aire o, en el caso de las tuberías, el soporte sea un punto fijo, la temperatura del fluido sea superior a 15°C o la conducción transporte agua sanitaria.

Tras la instalación del aislamiento térmico, los instrumentos de medida y control y las válvulas quedarán visibles y accesibles.

Las franjas de color y las flechas de distinción del fluido transportado en las conducciones se pintarán o pegarán sobre la superficie exterior del aislamiento o de la protección de este.

La Dirección facultativa rechazará cualquier material aislante que muestre evidencia de estar mojado o húmedo.

### 2.2. Materiales y características

Los materiales aislantes utilizados se identificarán según la clasificación establecida en el anexo 5 de la NBE-CT.

El fabricante de material aislante garantizará las características de conductividad, densidad aparente, permeabilidad al vapor de agua y demás características mediante etiquetas y marcas de calidad.

Todos los materiales aislantes empleados deberán haber sido sometidos a los ensayo indicados en las normas UNE mencionadas en la NBE-CT, anexo 5, párrafo 5.2.5. En el



caso de que el material no esté certificado debidamente y ofrezca dudas sobre la calidad, la

Dirección facultativa podrá dirigirse a un laboratorio oficial para la realización de ensayos de comprobación, con cargo a la empresa instaladora.

La conductividad térmica de los materiales aislantes empleados no deberá superar la indicada en la tabla 2.8 del anexo 2 de la NBE-CT o la establecida en la norma UNE correspondiente.

### 2.3. Niveles de aislamiento

Las tuberías, conductos, equipos y aparatos deberán cubrirse con los espesores mínimos de aislamiento según el apéndice 03.1 (Espesores mínimos de aislamiento térmico) del reglamento RITE. En las mediciones se harán constar expresamente los espesores de aislamiento superiores a los indicados en dicho apéndice; de no existir indicaciones, se entenderá que son válidos dichos espesores.

Los conductos flexibles quedarán aislados con el mismo nivel del conducto aguas arriba, salvo que sean de tipo pre aislado.

### 2.4. Barrera anti-vapor

Cuando se precise la barrera anti-vapor, deberá situarse sobre la superficie expuesta a la más alta presión de vapor, usualmente la superficie de contacto con el ambiente.

Cualquier muestra de discontinuidad en la barrera anti-vapor será objeto de rechazo por la Dirección facultativa.

Se instalará una barrera anti-vapor sobre las superficies cuya temperatura pueda descender por debajo de la temperatura de rocío del ambiente. En particular, todos los materiales aislantes instalados sobre equipos, tuberías y conductos, en cuyo interior fluya un fluido con temperatura inferior a 15°C, llevarán una barrera anti-vapor sobre la cara exterior del aislamiento. La barrera deberá tener una resistencia al paso del vapor superior a 100 MPa m<sup>2</sup> s/g.

### 2.5. Colocación

El aislamiento se efectuará a base de mantas, fieltros, placas, segmentos o coquillas, soportadas según las instrucciones del fabricante. El asiento del material aislante será compacto y firme, sin cámaras de aire; el espesor se mantendrá uniforme. Cuando se requiera la instalación de varias capas, se procurará que las juntas longitudinales y transversales de las capas no coincidan y que cada capa quede firmemente fijada.

El cierre de las juntas de la barrera anti-vapor será cuidadosa, disponiendo de amplios solapes.

El aislamiento y la barrera anti-vapor estarán protegidos con materiales adecuados, para evitar el deterioro, cuando estén expuestas a choque metálico y a las inclemencias meteorológicas. La protección se realizará según se indique en las mediciones.

Cuando sea necesaria la colocación de flejes distanciadores, con objeto de sujetar el revestimiento y conservar un espesor homogéneo, deberán colocarse placas de amianto u otro material aislante para evitar el puente térmico formado por ellos.

#### 2.6. Aislamiento de tuberías

El aislamiento térmico de tuberías aéreas o empotradas se realizará siempre con coquillas para diámetros inferiores a 25 cm; para tuberías de diámetros superiores se utilizarán fieltros o mantas.

El aislamiento se adherirá a la tubería, para lo cual las coquillas se atarán con venda y sucesivamente con plenitas galvanizadas (se prohíbe el uso de alambres). Las curvas y los codos se realizarán con trozos de coquilla cortados en forma de gajos. En ningún caso el aislamiento con coquilla presentará más de dos juntas longitudinales.

Cuando la temperatura de servicio de la tubería sea inferior a la temperatura ambiente, las coquillas deberán ser encoladas sobre la tubería y entre ellas, por medio de breas, materiales bituminosos o productos especiales.

Para tuberías empotradas podrán utilizarse aislamientos a granel, siempre que quede garantizado el valor del coeficiente de conductividad térmica del material empleado.

Todos los accesorios de la red de tuberías deberán cubrirse con el mismo nivel de aislamiento que la tubería, incluido la barrera anti-vapor. En ningún caso el material aislante impedirá la actuación sobre los órganos de maniobra de las válvulas, ni la lectura de los instrumentos de medida y control.

#### 2.7. Aislamiento de conductos

Los conductos de chapa metálica se aislarán según se indica en las mediciones. Se evitará la formación de bolsas de aire entre el conducto y el aislamiento. Durante el montaje se evitará que el espesor del aislamiento se reduzca por debajo del valor nominal.

El material aislante estará dotado de barrera anti-vapor, cuando el conducto transporte aire a temperatura inferior a 15°C. La barrera será continua.

#### 2.8. Protección de aislamientos

Cuando así se indique en las mediciones, el material aislante tendrá un acabado resistente a las acciones mecánicas y, cuando sea instalado al exterior, a las inclemencias del tiempo.

La protección del aislamiento se aplicará siempre en equipos, aparatos y tuberías situados en la sala de máquinas y en tuberías que transcurran por pasillos de servicio, sin falso techo, amén de las conducciones instaladas en el exterior.

### 3. Compuestos cortafuegos

#### 3.1. General

Las compuertas cortafuegos deberán tendrán una resistencia al fuego igual o superior a la del cerramiento donde vaya colocada y, en cualquier caso, no inferior a 90 minutos.

El cierre de la compuerta será manual y automático. El dispositivo automático actuará por calor y podrá estar dotado de un servo-motor todo-nada, mandado por un sistema de detección de humos y llamas, según se indique o no en las mediciones. El mando manual será de fácil acceso.

Las compuertas, si así se indicara en las mediciones, podrá estar dotada de un interruptor de final de carrera.

El cierre de la compuerta tendrá lugar por gravedad o por la acción de un muelle.

#### 3.2. Instalación

Se instalarán en el lugar indicado en los planos, debiendo estar sellado el espacio entre el cerramiento y el bastidor de la compuerta con una masilla de características adecuadas, que deberá ser aprobada por la dirección facultativa. Las compuertas se acoplarán a los conductos mediante bridas a través de piezas especiales de cambio de sección.

Las compuertas se soportarán independientemente de los conductos conectados a la misma.

## 4. Conductos flexibles

### 4.1. General

Los conductos flexibles serán de material no inflamable y que no desprenda gases tóxicos, serán resistentes a las acciones agresivas del ambiente, resistirán una presión interior de al menos 2000 Pa sin rotura y soportarán temperaturas de al menos 60 °C sin deteriorarse.

El conducto flexible será el indicado en las mediciones.

### 4.2. Instalación

La suspensión de los conductos flexibles deberá hacerse a los intervalos recomendados por el fabricante. El elemento de soporte en contacto con el conducto flexible deberá tener la suficiente anchura para evitar la reducción del diámetro interior.

Las unidades terminales y los conductos rígidos deberán estar soportados a la estructura del edificio de forma firme independientemente del conducto flexible al que están conectados.

La longitud de los conductos flexibles será la menor posible. Deberán instalarse en línea recta entre la conexión a la red de conducto y la unidad terminal, siempre que sea posible. El manguito sobre el cual se acople el conducto flexible deberá tener una longitud mínima de 5 cm y deberá solaparse al menos 2'5 cm. La tolerancia máxima entre el diámetro exterior del manguito y el diámetro interior del conducto flexible será 1 mm.

## 5. Fan-coils

### 5.1. Generalidades

Las baterías deberán soportar, sin deformación, goteos o exudaciones, una presión hidráulica interior de prueba equivalente a vez y media la de trabajo y como mínimo 400kPa.

Los diversos componentes del fan-coil estarán contruidos y ensamblados de forma que no se produzcan oxidaciones, vibraciones o deformaciones por las condiciones normales de trabajo.

Los cojinetes del motor y ventilador serán auto-lubrificantes sin necesidad de mantenimiento posterior. Los motores eléctricos dispondrán del mecanismo necesario para su arranque.

El equipo tendrá prevista una conexión a la red de tierra del edificio. La batería estará dotada de purgadores manuales. La bandeja de condensado tendrá una conexión de desagüe de al menos media pulgada (1/2").

### 5.2. Elementos constitutivos

Los fan-coils estarán contruidos por los siguientes elementos:

- Chasis o estructuras en material inoxidable.
- Baterías de intercambio térmico agua-aire (baterías de frío y calor).
- Ventilador.
- Filtro de aire.
- Placa de mando del ventilador.
- Conexiones de alimentación de agua.
- Conexiones de alimentación eléctrica
- Bandeja de recogida de condensadores con drenaje.
- Paneles de cerramiento con aislamiento acústico
- Placa de identificación
- Rejillas de aspiración y descarga.

### 5.3. Instalación

La distancia entre la pared inferior de los tubos de aletas del convector y la parte inferior de la apertura de entrada de aire deberá ser de quince centímetros.

### 5.4. Control y regulación

La capacidad frigorífica del fan-coil se podrá realizar actuando sobre la variación del caudal de aire mediante las distintas velocidades del ventilador, generalmente de

control manual, o actuando sobre el caudal de agua suministrado a la tubería mediante válvula automática, todo-nada o modulante.

#### 5.5. Información técnica

El fabricante deberá suministrar la documentación técnica correspondiente con la siguiente información:

- Denominación, tipo y tamaño.
- Caudal de aire en cada velocidad de ventilador.
- Potencia frigorífica sensible y total, en función de la temperatura y caudal del agua fría y de las condiciones higrométricas del aire a la entrada, para cada velocidad del ventilador.
- Consumo del ventilador en cada velocidad.
- Nivel de ruido de presión sonora en dBA para un local tipo en cada velocidad del ventilador.
- Características de la corriente eléctrica necesaria.
- Dimensiones, peso y cotas de conexiones.
- Limitación de presión hidráulica.

## 6. Compensadores de dilatación

### 6.1. General

Los compensadores de dilatación se instalarán donde se requiera, según la experiencia de la empresa instaladora. Los dilatadores deberán situarse siempre entre dos anclajes de fijación y deberán ser calculados de forma que absorban la dilatación debida a la máxima variación de temperatura previsible. Los soportes incluidos entre los puntos fijos deberán permitir el libre movimiento de la tubería.

Los compensadores deberán recubrirse con el mismo espesor de aislamiento que la tubería donde estén instalados; de forma que en ningún caso el aislamiento podrá impedir el movimiento del dilatador.

Las conexiones podrán realizarse con manguitos para soldar a la tubería, con bridas montadas por cuellos rebordeados o con bridas soldadas. Con diámetros nominales inferiores a 5 cm la unión será por manguitos, para diámetros superiores se hará por bridas de acero.

### 6.2. Montaje

Según la membrana venga o no pretensada de fábrica, habrá que soltar el anillo de retención o proceder a un pretensado en obra respectivamente, para que el compensador quede en condiciones de trabajo. En caso de que sea necesario el pretensado, se realizará bajo la supervisión del responsable de la empresa instaladora, previo cálculo y siguiendo las instrucciones del fabricante.

Los compensadores de dilatación se montarán entre dos puntos de anclaje o puntos fijos. De un lado y otro del compensador, si éste sólo admite movimientos axiales, deberán instalarse soportes de guiado, uno de los cuales podrá eliminarse si, como es recomendable en la mayoría de los casos, el dilatador se situará cerca de un punto fijo.



## 7. Rotulación e identificación de equipos y fluidos

Los fluidos de las diferentes tuberías y conductos, aislados o no, se identificarán mediante bandas de colores, según las normas UNE, añadiéndose un texto rotulado con letras blancas o negras de 2'5 cm de alto, identificador del fluido. Cada tubería o conducto exhibirá flechas indicando el sentido del flujo.

En tuberías aisladas, la identificación se realizará mediante cinta adhesiva de celulosa laminada con una capa transparente de etil celulosa. Todas las identificaciones mencionadas se ejecutarán de igual forma. Las tuberías no aisladas se identificarán con bandas de color pintadas.

En el caso de conductos, se indicará si son de retorno, impulsión, extracción. Etc., designando la zona o la planta a la que sirven. La identificación mediante colores se realizará con bandas de 8 cm de ancho.

Todos los equipos estarán provistos de la correspondiente placa identificativa, que defina la denominación específica y la zona a la que atiende.

Todas las válvulas dispondrán de una chapa inoxidable, con la referencia de identificación grabada. Cada equipo eléctrico de corte y maniobra deberá ser identificado mediante rótulos grabados.

## 8. Unidades de tratamiento de aire

### 8.1. General

Se consideran unidades de tratamiento de aire aquellos equipos sin producción propia de frío o calor que sirven para suministrar a través de una red de conductores de aire, el aire tratado a los locales pertinentes.

La velocidad de paso del aire por las baterías de enfriamiento no será superior a dos metros y medio por segundo (2,5 m/s).

La velocidad de paso del aire por las baterías de calefacción no será superior a tres metros por segundo (3 m/s).

El nivel de ruido producido por la climatizadora será inferior a 45 NC a una distancia de dos metros (2 m). Las secciones de filtros, baterías y ventiladores serán fácilmente accesibles para su limpieza, inspección y reparación.

Excepto en los casos de motor directamente acoplado al eje del ventilador, en todos los demás casos, existirá un sistema para ajustar la velocidad del ventilador y la tensión de las correas.

La bandeja de recogida de condensados tendrá un drenaje con una sección mínima de veinte milímetros (20 mm) de diámetro, fácilmente accesible para su limpieza y protegida con una malla filtrante contra trozos de fibras.

### 8.2. Materiales

Las unidades de tratamiento de aire serán construidas en chapa galvanizada con un espesor no inferior a ocho milímetros (8 mm) según el tipo de construcción.

Los paneles estarán dotados con una capa de veinticinco milímetros (25 mm) de fibra de vidrio de densidad no inferior a 12 kg/m<sup>3</sup>.

El interior de los paneles estará tratado de forma que no se desprendan partículas del material aislante y que no se produzca corrosión en ninguno de sus componentes, o estarán cubiertas de chapa metálica perforada o no (tipo Sandwich).

Los materiales constitutivos de una climatizadora serán incombustibles.

### 8.3. Elementos constitutivos

Los componentes mínimos de una climatizadora son:

- Envoltorio con papeles desmontables.
- Aislamiento de la envoltorio incorporados en los papeles.
- Ventilador con motor, soportes anti-vibratorio y acoplamiento.
- Acoplamiento elástico a la salida de ventilador.

- Baterías de tratamiento de aire.
- Filtro de aire.
- Bandeja de drenaje.
- Elementos de soporte o cuelgue.

Opcionalmente, las centrales incluirán:

- Sistema de humidificación.
- Separador de gotas.
- “By-pass” sobre baterías.
- Compuertas de zona.

#### 8.4. Instalación

Las instalaciones deberán ser perfectamente accesibles en todas sus partes de forma que puedan realizarse adecuadamente y sin peligro todas las operaciones de mantenimiento, vigilancia y conducción.

Los motores y sus transmisiones deberán protegerse contra accidentes fortuitos del personal.

Deberán existir suficientes pasos y accesos libres para permitir el movimiento, sin riesgo o daño, de aquellos equipos que deban ser desmontados y montados para su reparación fuera del conjunto de la unidad.

#### 8.5. Información técnica

El fabricante deberá suministrar:

- Descripción, componentes y designación.
- Curvas características del ventilador incorporado a la central.
- Pérdidas de presión en el circuito de aire, en función del caudal.
- Pérdidas de presión en cada una de las baterías, en función del caudal de agua.
- Características y eficiencia del filtro de aire.
- Presión total disponible a la salida de la climatizadora.
- Velocidad de salida del aire en la boca del ventilador.
- Dimensiones, penes y cotas de conexiones.
- Características de la corriente eléctrica de alimentación del motor.
- Condiciones de humedad y temperatura del aire a la salida de la batería, para las condiciones establecidas en la entrada en función de:
  - Caudal del aire transportado.
  - Temperatura del fluido transportado.
  - Caudal y presión de aire circulado a través de la batería.
- Pérdida de carga producidas por la batería en el lado aire, en función del caudal.
- Pérdidas de carga producida en el lado del fluido portado, en función del caudal.

- Presión de prueba y presión de trabajo máximo admisible.
- Limitaciones relativas al aire de fluido portado en cuanto a problemas de corrosión en los metales componentes de las baterías.
- Velocidades máximas admisibles en el aire a su paso por la batería sin que se arrastren gotas de condensado.
- Velocidad máxima del fluido portador o caudal máximo sin que se produzca erosión.
- Dimensiones, peso y cotas de climatizador.
- Nivel de ruido del conjunto del climatizador.

Los pasos de los tubos a través del bastidor estarán perfectamente sellados para impedir toda fuga de aire entre los tubos y el bastidor.

La pérdida de carga en el conjunto de la batería no será superior a 10 m.c.a.

En las baterías de agua-aire los circuitos estarán diseñados para que no se produzcan bolsas de aire y el desaire se realice en todos ellos garantizando un perfecto llenado.

Las aletas de las baterías tendrán una distribución uniforme y su misión con los tubos será inalterable por los cambios de temperatura y presión debido a las condiciones de trabajo.

## 9. Depósitos de expansión

### 9.1. General

Los depósitos de expansión se instalarán en todos los circuitos cerrados de la instalación, en los lugares indicados en los Planos y según se indique en las Mediciones.

Los datos que sirven de base para la selección del mismo son los siguientes:

- Volumen total de agua en la instalación, en litros.
- Temperatura mínima de funcionamiento.
- Temperatura máxima que puede alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación.
- Presiones mínimas y máximas de servicio, en depósitos cerrados.
- Volumen de expansión calculado, en litros.

Los cálculos darán como resultado final el volumen total del depósito y la presión nominal PN, que son los datos que definen sus características de funcionamiento.

Los depósitos cerrados cumplirán con el Reglamento de Recipientes a Presión y llevarán la correspondiente placa de timbre.

### 9.2. Materiales

Los materiales a emplear en la fabricación de los depósitos de expansión cerrados son los que se describen a continuación:

- Cuerpo de acero de calidad, soldado en atmósfera inerte, fosfatado y pintado.
- Membranas impermeable de caucho, de elevada elasticidad y resistente a las altas temperaturas.
- Válvula de llenado de gas inerte precintada.
- Carga de gas inerte (nitrógeno).
- Conexión a la red por rosca o brida.

Nota: EL depósito cerrado tendrá el cuerpo dividido en dos partes, por medio de un acoplamiento por brida, para permitir el recambio de la membrana, cuando su volumen total sea igual o superior a 100 litros.

### 9.3. Instalación

Los depósitos de expansión se conectarán a la red en la aspiración de las bombas de los circuitos primarios.

La conexión a la red deberá realizarse de manera que no pueda crearse una bolsa de aire en el mismo.

## 10. Difusores y rejillas

### 10.1. General

La selección de difusores y rejillas se hará de manera que en la zona de ocupación no se produzcan niveles de presión sonora debidos al funcionamiento de la instalación, superiores a los indicados en las RITE-ITE, en función del tipo del local.

Antes de la adquisición del material, la empresa instaladora presentará a la Dirección Facultativa una muestra de todos los elementos de distribución que pretende instalar, con el acabado y el color elegidos por la Dirección Facultativa.

### 10.2. Materiales y construcción

Según lo que se indique en las mediciones. El área libre de las rejillas de retorno será por lo menos del 70%.

Las compuertas de sobrepresión tendrán las aletas de plástico o de aluminio provistas de burletes de plástico y eje de latón.

Las bocas de extracción de aire de locales húmedos serán circulares, con control de caudal por rotación del núcleo central, construidas de material plástico.

### 10.3. Distribución y montaje

Los elementos de difusión de aire se instalarán en los lugares indicados en los planos, y con los tamaños especificados en los mismos.

La empresa instaladora deberá entregar, cuando así se lo pida la Dirección Facultativa, unos planos que reflejen la situación de todos los elementos que se instalen en el techo, coordinando con las otras empresas instaladoras y con la constructora y teniendo en cuenta la modularidad del falso techo y de la fachada.

La distribución de los elementos en los locales y su selección se hará de manera que se evite:

- El choque de corrientes de aire procedentes de dos difusores contiguos, dentro del alcance del chorro de aire.
- El “by-pass” de aire entre un difusor o rejilla de impulsión y una rejilla de retorno.
- La creación de zonas sin movimiento de aire.
- La estratificación del aire.

La conexión de difusores o rejillas a la red de conductos se efectuará después de haber presentado a la Dirección Facultativa planos de detalle que tengan en cuenta el acabado de la superficie y sus constitución.

#### 10.4. Medición de caudal

La medida del caudal de difusores y rejillas de impulsión, necesaria para efectuar el equilibrado del sistema, se hará posicionando el aparato de medida en el punto marcado en la rejilla o difusor. La lectura del instrumento, del tipo recomendado por el fabricante, deberá multiplicarse por el factor indicado por el mismo.

Para las rejillas de retorno la medición del caudal se hará por medio de una campana cónica o piramidal.

Las medidas se harán conforme a lo indicado en la norma UNE- Instalaciones de climatización.

## 11. Elementos de regulación y control

### 11.1. General

Se incluyen en este pliego, los siguientes elementos:

- Termostatos y reguladores de temperatura ambiente.
- Sondeas de temperatura, humedad y entalpía.
- Válvulas motorizadas y actuadores de compuertas.
- Central de regulación.
- Sonda de presión.

### 11.2. Materiales e instalación

El error máximo obtenido en laboratorio, entre la temperatura real existente y la indicada por el termostato una vez alcanzado el equilibrio, será como máximo de 1°C. El diferencial estático de los termostatos no será superior a 1,5° C. El termostato resistirá sin que sufran modificaciones sus características, 10.000 ciclos de apertura-cierre, a la máxima carga prevista para el circuito mandado por el termostato.

Los reguladores de temperatura ambiente serán electrónicos, 24V + -20% y señal de mando progresivo de 0 a 20 V.

El termostato dispondrá de cursor para su accionamiento situado en lugar visible, junto con escala de temperatura en grados Celsius comprendido entre 5 y 35, con divisiones de grado en grado y en cifra cada 5. El cursor podrá bloquearse en un punto determinado.

Se colocarán en la pared opuesta a la descarga del aire a una altura de 1,5 m. del suelo, se evitará su colocación en paredes soleadas o en la proximidad de fuentes de calor.



## 12.Valvulería

### 12.1. General

En cualquier tipo de válvula, el acabado de las superficies de asiento y obturador deberá asegurar la estanqueidad al cierre de las mismas para las condiciones de servicio. El volante y la palanca deberán ser de dimensiones suficientes para asegurar el cierre y la apertura de forma manual, sin la ayuda de medios auxiliares. El órgano de mando no deberá interferir con el aislamiento de la tubería y del cuerpo de válvula.

Las superficies del asiento y del obturador deberán ser intercambiables. La empaquetadura deberá ser recambiable en servicio, con válvula abierta a tope, sin necesidad de desmontarla. Las válvulas roscadas y las válvulas de mariposa serán de diseño tal que, cuando estén correctamente acopladas a las tuberías, no tengan lugar interferencias entre las tuberías y el obturador.

En el cuerpo de las válvulas irán troquelados las presiones nominales y el diámetro nominal.

### 12.2. Conexiones

Salvo que se indique lo contrario en las mediciones, las conexiones de las válvulas serán del siguiente tipo, según el diámetro nominal de las mismas:

- Hasta DN 20: conexiones roscadas hembra.
- DN 25, 32 y 40: conexiones roscadas hembra o bridas.
- Desde DN 50: conexiones por bridas.

## 13.Bombas

### 13.1. General

Se instalarán los elementos anti-vibratorios necesarios para impedir la transmisión de vibraciones a las estructuras y a las redes de tuberías. Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte un manómetro para poder apreciar la presión diferencial. En el caso de bombas en paralelo, este manómetro podrá situarse en el tramo común.

La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación queda en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada deberá ser la suficiente para asegurar que no se producen fenómenos de cavitación ni en la entrada ni en el interior de la bomba.

El conjunto motobomba será fácilmente desmontable. En general, el eje del motor y de la bomba quedará bien alineados y se montará un acoplamiento elástico si el eje no es común. Cuando los ejes del motor y de la bomba no estén alineados, la transmisión se efectuará por correas trapezoidales.

Salvo en instalaciones individuales con bombas especialmente preparadas para ser soportadas por la tubería, las bombas no ejercerán ningún esfuerzo sobre la red de distribución. La sujeción de la bomba se hará preferentemente al suelo y no a las paredes. Se recomienda aislar elásticamente el grupo motobomba del resto de la instalación y de la estructura del edificio.

Cuando las dimensiones de la tubería sean distintas a las de salida o entrada de la bomba se efectuará un acoplamiento cónico con un ángulo en el vértice no superior a 30°C.

La bomba y el motor estarán montados con holgura a su alrededor, suficiente para una fácil inspección de todas sus partes.

El agua de goteo, cuando exista, será conducida al desagüe correspondiente. En todo caso, el goteo del prensaestopas, cuando deba existir, será visible.

### 13.2. Información técnica

El fabricante deberá suministrar con las bombas centrífugas, la siguiente información:

- Tipo, modelo y número de serie.
- Curvas características de funcionamiento, en las que se relacionen caudales, presiones y rendimientos para cada combinación de:
  - Motor
  - r.p.m.
  - Tipo de impulsor.
- Variación de la presión neta positiva requerida en la aspiración de la bomba en función del caudal.

- Características de la corriente de alimentación.
- Presión y temperatura máxima de trabajo.
- Limitaciones en cuanto a posiciones de funcionamiento.
- Dimensiones, peso y cotas de conexiones.
- Instrucciones de montaje y mantenimiento.

## 14. Elementos anti-vibratorios

### 14.1. General

Todos los equipos con partes móviles (bombas, compresores, etc.) deberán instalarse con las recomendaciones del fabricante, poniendo especial cuidado en la nivelación y alineación de los elementos de transmisión. Deberán estar dotados de los anti-vibradores que recomiende el fabricante con el fin de no transmitir vibraciones al edificio.

Se deberá disponer, también, de una bancada o bloque de inercia en la base de todo equipo de producción de frío, compuesta de un hormigón ligero de diez (10) a veinte (20) centímetros de espesor.

Los elementos anti-vibratorios serán del tamaño adecuado a la unidad en la que estén montados. Serán de tipo soporte metálico o caucho. Los de caucho serán del tipo antideslizante.

Las redes de tuberías se instalarán en zonas que no requieran un alto nivel de exigencias acústicas y preferentemente por conductos registrables de obra y fijaciones anti-vibratorias. Las redes de tuberías estarán equipadas con dispositivos para evitar golpes de ariete.

### 14.2. Instalación

Los anti-vibradores quedarán instalados de forma que soporten igual carga. La forma de fijación de los anti-vibradores debe ser aquella que mejor permita la función a que se destinen, pudiéndose realizar mediante espárragos o puntos de soldadura.

Las conexiones de los equipos con las canalizaciones se realizarán mediante dispositivos anti-vibratorios.

## 15. Drenajes y vaciados

### 15.1. Drenaje

En la parte más alta de cada circuito, se pondrá un drenaje o purga para eliminar el aire que pudiera acumularse. Se recomienda que esta purga se coloque con una conducción de diámetro no inferior a quince milímetros (15 mm), con un purgador y conducción de la posible agua que se eliminase con la purga. Esta conducción irá en pendiente hacia el punto de vaciado, que deberá ser visible.

Se colocarán, además, purgas automáticas o manuales, en cantidad suficiente para evitar la formación de bolsas de aire en tuberías o aparatos en los que por su disposición fuesen previsibles.

### 15.2. Vaciados

En cada rama de la instalación que pueda aislarse existirá un dispositivo de vaciado de la misma. Cuando las tuberías de vaciado puedan conectarse a un colector común que las lleve a un desagüe, esta conexión se realizará de forma que el paso del agua desde la tubería al colector sea visible.

Toda la instalación, salvo pequeños tramos, como pasos de puerta, etc., podrá vaciarse.

## 16. Acometidas de agua a equipos y redes

En toda instalación de agua existirá un círculo de alimentación que disponga de una válvula de retención y otra de corte, antes de la conexión a la instalación, recomendándose la instalación de un filtro.

La tubería de alimentación de agua podrá realizarse al depósito de expansión o a una tubería de retorno.

No podrá realizarse dicha alimentación con una conexión directa a la red de distribución de agua urbana, siendo necesaria una separación entre ambos circuitos.

Se instalará un equipo para el tratamiento de agua de alimentación en caso de que no se cumplan, para ésta, las limitaciones especificadas por los fabricantes de los equipos.

La alimentación automática de agua a las instalaciones únicamente se permitirá cuando esté suficientemente garantizado el control de la estanqueidad de la misma.

En cualquier caso, la alimentación de agua al sistema no podrá realizarse por razones de salubridad, con una conexión directa a la red de distribución urbana. Será necesaria la existencia de una separación física entre ambos circuitos. Para este fin, se considerará suficiente el llenado a través de depósitos de expansión abiertos, o bien que la instalación de fontanería disponga de grupo de presión instalado de acuerdo con la legislación vigente.

Se identificarán todas las tuberías mediante colores y sentidos de flujo del fluido que circula por ellas.

## 17. Pruebas y ensayos

### 17.1. General

Una vez finalizado totalmente el montaje de la instalación y habiendo sido probada y puesta a punto, (pruebas en vacío y en carga, control de fugas, etc.) el instalador procederá a la realización de las diferentes pruebas finales previas a la recepción provisional, según se indica en los capítulos siguientes.

Estas pruebas serán las mínimas exigidas, pudiendo la Dirección Facultativa, si lo considerase oportuno, dictaminar otras que tuviesen relación con la verificación de la prestación de la instalación.

Las pruebas serán realizadas por el instalador en presencia de las personas que determine la Dirección de Obra, pudiendo asistir a las mismas un representante de la Propiedad.

El instalador pondrá a disposición de la Dirección de Obra todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación. Se excluye la prestación de energía, agua y combustible necesarios, que será a cargo de otros salvo que el contrato, de forma expresa lo contemple de forma diferente, tanto para la realización de las pruebas como para la simulación de las condiciones nominales necesarias.

Todas las mediciones se realizarán con aparatos homologados, pertenecientes al instalador, previamente contrastados y aprobados por la Dirección de Obra. En ningún caso deben utilizarse los aparatos fijos pertenecientes a la instalación, sirviendo así mismo las mediciones para el contraste de éstos.

### 17.2. Pruebas parciales

Durante la construcción se realizarán pruebas de todos los elementos que deben quedar ocultos y no se cubrirán hasta que estas pruebas parciales den resultados satisfactorios a juicio del Director Facultativo. Igualmente, se deben hacer pruebas parciales de todos los elementos que indique el Director Facultativo.

Para la ejecución de las pruebas finales, es condición necesaria que la instalación haya sido previamente equilibrada y puesta a punto.

### PRUEBAS MECÁNICAS

Terminada la instalación será sometida en conjunto a todas las pruebas que aquí se indican así como a las que indique el Director, debiéndose realizar todas las modificaciones, reparaciones y sustituciones necesarias hasta que estas pruebas sean satisfactorias a juicio del Director Facultativo. El instalador está obligado a suministrar todo el equipo necesario para las pruebas requeridas.

Todos los equipos y materiales deberán ser sometidos a las pruebas siguientes:

- Intercambiadores de energía térmica: Para todos los equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica (baterías), se realizará una comprobación individual, midiendo los caudales en juego, las pérdidas de presión estática y las temperaturas seca y húmeda de los fluidos y se calculará la eficiencia, comparándola con la de proyecto.
- Red de agua: Independiente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, todos los equipos y conducciones deberán someterse a una prueba final de estanqueidad, como mínimo a una presión interior de prueba en frío, equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 400 KPa y una duración no menor a veinticuatro horas.

Posteriormente, se realizarán pruebas de circulación de agua de circuitos (bombas en marcha), comprobación de limpieza de los filtros de agua y medida de presiones. Por último, se realizará la comprobación de la estanqueidad del circuito con el fluido a temperatura de régimen

#### CIRCUITO REFRIGERANTE

Se separarán del circuito todas aquellas partes que recomiende el fabricante, cerrándole totalmente el exterior. El circuito así preparado se rellenará de gas inerte (nitrógeno) seco dándole una presión 300 psi (21 kg/cm<sup>2</sup>). Esta presión deberá mantenerse durante un periodo no menor de 48 horas. Con objeto de tener presente la corrección de la temperatura se tomarán las temperaturas en los momentos de lectura.

Una vez que la prueba de hermeticidad haya dado resultados satisfactorios, se procederá a permitir la salida de gas inerte del circuito. Concluida esta evacuación natural, se conectará una bomba de vacío del tipo adecuado para este uso, con la que llegará a un vacío del orden de 0,25 mmHg. de presión absoluta, debiéndose medir esta presión midiendo la temperatura de evaporación de agua destilada. Una vez conseguido este vacío se mantendrá la bomba de funcionamiento durante no menos de 72 horas, debiéndose hacer durante este tiempo, no menos de una determinación de presión cada 12 horas.

El circuito cerrado y separado la bomba, debe mantenerse el vacío durante 48 horas. Para determinar la presión absoluta después de pasadas las 48 horas, se operará con la bomba de funcionamiento.

#### PRUEBAS HIDROTÉRMICAS

Se realizarán las pruebas que, a criterio del Director, sean necesarias para comprobar el funcionamiento normal en régimen de invierno o verano, obteniendo un estadillo de



condiciones hidrotérmicas interiores para unas condiciones exteriores debidamente registradas.

### MOTORES

Para los motores eléctricos, se comprobará que la potencia absorbida por los motores eléctricos, en las condiciones de funcionamiento correspondientes al máximo caudal de los ventiladores, es igual a la de proyecto.

### VENTILADORES

Para ventiladores se medirán el caudal, las presiones totales en la aspiración y la descarga y la velocidad de rotación y se comprobará que las condiciones de funcionamiento del ventilador responden a las de proyecto, admitiéndose una diferencia máxima de más o menos diez por ciento (10%) entre el valor de proyecto y la media aritmética de, al menos, tres medidas consecutivas.

### CONDUCTOS

En los elementos para la impulsión y captación de aire, se comprobarán los caudales de todos los elementos, admitiéndose que la diferencia entre éstos y los datos de proyecto no sea superior a más o menos diez por ciento (10%). Antes de que una red de conductos se haga inaccesible por el aislamiento o cierre de obras de albañilería y de falsos techos, es preciso realizar una prueba de estanqueidad para asegurar la perfecta ejecución de los conductos y sus accesorios y del montaje de estos.

La prueba podrá realizarse sobre la red total o, si ésta es muy grande, podrá subdividirse en partes convenientemente. Las aperturas de terminación de los conductos, donde irán conectadas las rejillas o las unidades terminales, deberán cerrarse por medio de tapones, de chapa u otro material, perfectamente sellados. El montaje de los tapones se hará al mismo tiempo que los conductos para evitar la introducción de cualquier material en ellos y se quitarán en el momento de efectuar la conexión de los elementos terminales

#### 17.3. Otras pruebas

Por último, se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de sanidad, seguridad, confortabilidad, eficiencia energética, fiabilidad y duración marcada en el proyecto y de acuerdo con la reglamentación vigente. Particularmente, se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

## 18. Recepción

Una vez realizadas las pruebas mencionadas en los párrafos anteriores con resultados satisfactorios para el director, debiendo, además, estar la instalación debidamente acabada de pintura, limpieza, remates, etc., se presentará el certificado de la instalación según modelo del RITE, ante la Delegación Provincial del Ministerio correspondiente para potencias superiores a 10 kW en frío y superiores a 6 kW en producción de calor.

Una vez cumplimentados los requisitos previstos en el párrafo anterior, se realizará el acta de recepción provisional, en el que la firma instaladora entregará al Director Facultativo, si no lo hubiera hecho antes, los siguientes documentos:

- Resultados de las pruebas.
- Manual de instrucciones.
- Libro de mantenimiento.
- Libro-Registro del usuario del Ministerio, debidamente diligenciado.
- Proyecto “así construido”, en el que junto a una descripción de la instalación, se relacionarán todas las unidades y equipos empleados, indicando marca, modelo, características y fabricante, así como los planos definitivos de lo ejecutado.
- Un ejemplar de Copia del Certificado de la Instalación presentado ante la Delegación provincial del Ministerio correspondiente.

### 18.1. Condiciones de aceptación y rechazo

#### EQUIPOS FRIGORÍFICOS

Se determinarán las deficiencias energéticas de los equipos frigoríficos en las condiciones de trabajo. Los equipos frigoríficos montados en fábrica no deberán someterse a otras pruebas específicas, entendiéndose que han sido sometidos a las mismas en fábrica. No obstante, para los equipos frigoríficos de importación, la prueba de estanqueidad requerida por el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas se justificará mediante certificación de una entidad reconocida internacionalmente en el país de origen, legalizada por el representante español en aquel país o, en su caso, mediante certificación de laboratorio de ensayos nacional reconocido por el Ministerio de Industria y Energía.

El Director en caso de ser dudoso el estado de recepción del equipo importado, podrá exigir en cualquier caso la última certificación citada. Poseerán la documentación técnica exigible y especificada para cada equipo.

La carcasa de Equipos Unitarios de Acondicionamiento tendrá una robustez tal que pueda soportar, sin deformación, los esfuerzos que en su funcionamiento sean de prever, inclusive los impactos de transporte.

La carcasa estará protegida contra la corrosión. Las compuertas no tendrán en su movimiento contacto con otras partes móviles del aparato. Los paneles y secciones que forman la carcasa del aparato estarán firmemente fijados a la estructura. Esta fijación no perderá su eficacia por efecto del peso, las vibraciones o consecutivas maniobras de desmontaje y montaje.

Las partes móviles estarán protegidas contra la corrosión. No existirán válvulas entre el dispositivo limitador de presión del circuito frigorífico y el circuito de alta presión entre compresor y condensador.

Todas las partes del equipo que puedan quedar aisladas y sometidas a presión tendrán dispositivos de descarga para impedir presiones elevadas en caso de incendio, tales como:

- Válvulas de descarga.
- Tapones de máxima presión.
- Tapones fusibles.

Los tapones fusibles se autorizarán sólo para recipientes de diámetro inferior a siete centímetros (7 cm) y de capacidad inferior a ochenta litros (80 l). En cualquier caso, estos dispositivos, estarán situados por encima del nivel de líquido.

Las partes sometidas a presión del refrigerante, en el lado de alta presión, deberán resistir, como mínimo, las presiones como se establecen en el Reglamento de Seguridad para equipos e instalaciones frigoríficas.

Los motores y las transmisiones de las plantas enfriadoras de agua, deben estar suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal. La maquinaria frigorífica y sus elementos complementarios deben estar dispuestos de forma que todas sus partes sean fácilmente accesibles e inspeccionables y, en particular, las uniones mecánicas deben ser observables en todo momento.

Todo elemento de un equipo frigorífico, incluidos los indicadores de nivel de líquido, que forme parte del circuito de refrigerante debe ser probado, antes de su puesta en marcha, a una presión igual o superior a la de trabajo, pero nunca inferior a la indicada en la Tabla 1 de la Instrucción MI-IF 010, sin que se manifieste pérdida o escape alguno del fluido en la prueba.

### ELEMENTOS EMISORES

Se realizará una comprobación individual de todos los climatizadores y fan-coils que intervengan en la instalación, anotando las condiciones de funcionamiento. Se exigirá la documentación técnica especificada.

La carcasa será de robustez suficiente para soportar el transporte. Los fan-coils no tendrán ningún desperfecto en su acabado. La carcasa estará protegida contra la corrosión así como todas las partes.

Las partes móviles no entrarán en interferencia con ningún otro elemento y estarán protegidas para evitar daños a personas. Los paneles estarán firmemente unidos al bastidor sin posibilidad de desprenderse por efecto de la vibración en su funcionamiento.

### ELEMENTOS DE BOMBEO

Estarán en posesión de la documentación técnica exigible.

Los materiales de construcción del equipo deberán ser aptos de acuerdo con el líquido que circule por éste, en lo que se refiere a:

- Temperatura
- Grado de corrosividad.
- Características abrasivas.

El conjunto motor-bomba será fácilmente desmontable y el acoplamiento mecánico entre ambos tendrá la protección suficiente para evitar daños contra el personal.

Se comprobarán las condiciones de funcionamiento dadas por el fabricante y si los resultados varían en más de diez por ciento (10%) se rechazará el equipo.

# Documento 3:

Presupuesto Económico

Contenido

1. Sumas parciales ..... 3

2. Suma total ..... 6

## 1. Sumas parciales

### Fan-coils

| Modelo          | Unidades | Precio unitario | Precio total      |
|-----------------|----------|-----------------|-------------------|
| Termoven FCS-20 | 87       | 1.815,62        | 157.958,94        |
| Termoven FCS-30 | 27       | 1.939,67        | 52.371,09         |
| Termoven FCS-40 | 10       | 2.152,36        | 21.523,6          |
| Termoven FCS-50 | 8        | 2.214,05        | 17.712,4          |
|                 |          |                 | <b>249.566,03</b> |

### Climatizadores

|                | Caudal (m³/h) | Unidades | Precio unitario | Precio total    |
|----------------|---------------|----------|-----------------|-----------------|
| Climatizador 1 | 16456,385     | 1        | 18.429,5        | 18.429,5        |
| Climatizador 2 | 16958,912     | 1        | 18.429,5        | 18.429,5        |
| Climatizador 3 | 17892,173     | 1        | 18.429,5        | 18.429,5        |
|                |               |          |                 | <b>55.288.5</b> |

### Bombas

| Modelo                          | Unidades | Precio unitario | Precio total  |
|---------------------------------|----------|-----------------|---------------|
| Ebara Etherma Flex A(/D) 80-120 | 2        | 3.800           | 7.600         |
| Ebara Etherma Flex A(/D) 65-120 | 2        | 3.500           | 7.000         |
| Ebara Etherma Flex A(/D) 40-140 | 6        | 3.200           | 19.200        |
| Ebara Etherma Flex A(/D) 40-120 | 4        | 2.800           | 11.200        |
| Ebara Etherma Flex A(/D) 40-100 | 2        | 2.600           | 5.200         |
|                                 |          |                 | <b>50.200</b> |

### Difusores

| Modelo               | Unidades | Precio unitario | Precio total   |
|----------------------|----------|-----------------|----------------|
| TROX TECHNIK ALS15-2 | 306      | 280             | 85.680         |
| TROX TECHNIK ALS20-3 | 66       | 320             | 21.120         |
|                      |          |                 | <b>106.800</b> |

## Rejillas

| Modelo               | Unidades | Precio unitario | Precio total    |
|----------------------|----------|-----------------|-----------------|
| TROX TECHNIK 225x125 | 51       | 38,53           | 1.965,03        |
| TROX TECHNIK 325x125 | 17       | 41,25           | 701,25          |
| TROX TECHNIK 425x125 | 25       | 43,86           | 1.096,5         |
| TROX TECHNIK 525x125 | 7        | 49,95           | 349,65          |
| TROX TECHNIK 625x125 | 17       | 53,67           | 912,39          |
| TROX TECHNIK 825x125 | 11       | 58,39           | 642,29          |
|                      |          |                 | <b>5.667,11</b> |

## Grupo frigorífico

| Modelo            | Unidades | Precio unitario | Precio total      |
|-------------------|----------|-----------------|-------------------|
| Carrier 30xAS 342 | 1        | 125.765,34      | <b>125.765,34</b> |

## Caldera

| Modelo                     | Unidades    | Precio unitario | Precio total     |
|----------------------------|-------------|-----------------|------------------|
| Ygnis Varblock Eco 250-500 | 1-2 módulos | 76.260,56       | <b>76.260,56</b> |

## Tuberías de agua

| Modelo | Longitud | Precio unitario | Precio total     |
|--------|----------|-----------------|------------------|
| 1/2"   | 205.584  | 5.3             | 210.884          |
| 3/4"   | 158.45   | 6.4             | 1014.08          |
| 1"     | 364.943  | 8.3             | 3029.07          |
| 1 1/4" | 185.593  | 10.41           | 1932.023         |
| 1 1/2" | 86.42    | 11.63           | 1005.065         |
| 2"     | 165.31   | 16.78           | 2773.902         |
| 2 1/2" | 46.71    | 21.75           | 1016.595         |
| 3"     | 24.28    | 28.58           | 693.922          |
|        |          |                 | <b>11675.541</b> |

## Conductos de aire

Los conductos de aire son de chapa galvanizada de sección cuadrada. El precio medio ponderado es de 55,5 €/metro.

| Modelo            | Longitud  | Precio unitario | Precio total    |
|-------------------|-----------|-----------------|-----------------|
| Conductos de aire | 1.200,328 | 55,5            | <b>66.618,2</b> |



**Valvulería**

| <b>Modelo</b> | <b>Unidades</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Precio total</b> |
|---------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| Bola          | 93              | 340,8                  | 31.694,4            |
| Mariposa      | 71              | 172                    | 12.212              |
| Regulación    | 146             | 71,4                   | 10.424,4            |
| Retención     | 16              | 94,96                  | 1.519,36            |
| Filtro        | 148             | 116,35                 | 17.219,8            |
|               |                 |                        | <b>90.289,76</b>    |

**Elementos de medida y control**

| <b>Modelo</b> | <b>Longitud</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Precio total</b> |
|---------------|-----------------|------------------------|---------------------|
| Termómetro    | 35              | 51,8                   | 1.813               |
| Manómetro     | 50              | 34,62                  | 1.731               |
|               |                 |                        | <b>3.544</b>        |

## 2. Suma total

| Equipo                        | Precio             |
|-------------------------------|--------------------|
| Fan-coils                     | 249.566,03         |
| Climatizadores                | 55.288,5           |
| Bombas                        | 50.200             |
| Difusores                     | 106.800            |
| Rejillas                      | 5.667,11           |
| Grupo frigorífico             | 125.765,34         |
| Caldera                       | 76.260,56          |
| Tubería de agua               | 11.675,541         |
| Conductos de aire             | 66.618,2           |
| Valvulería                    | 90.289,76          |
| Elementos de medida y control | 3.544              |
|                               | <b>841.675,041</b> |

3272,07 m2

Tras haber realizado el estudio económico y el presupuesto de realizar el montaje de la instalación, el precio asciende a **841.675,041€** (ochocientos cuarenta y un mil seiscientos setenta y cinco con cuatro euros).