



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)  
INGENIERO INDUSTRIAL  
PROYECTO FIN DE CARRERA

## **CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN BARCELONA**

Autor: Antonio Parody Guzmán  
Director: Javier Martín Serrano

Madrid  
Agosto 2015

## **AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN ACCESO ABIERTO (RESTRINGIDO) DE DOCUMENTACIÓN**

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

El autor D. Antonio Parody Guzmán, como alumno de la UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS (COMILLAS),  
**DECLARA**

que es el titular de los derechos de propiedad intelectual, objeto de la presente cesión, en relación con la obra del proyecto fin de carrera, cuyo objetivo es la *climatización de un edificio de oficinas en Barcelona*, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual como titular único o cotitular de la obra.

En caso de ser cotitular, el autor (firmante) declara asimismo que cuenta con el consentimiento de los restantes titulares para hacer la presente cesión. En caso de previa cesión a terceros de derechos de explotación de la obra, el autor declara que tiene la oportuna autorización de dichos titulares de derechos a los fines de esta cesión o bien que retiene la facultad de ceder estos derechos en la forma prevista en la presente cesión y así lo acredita.

### **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 y hacer posible su utilización de *forma libre y gratuita ( con las limitaciones que más adelante se detallan)* por todos los usuarios del repositorio y del portal e-ciencia, 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, 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.**

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia, el repositorio institucional podrá:

(a) Transformarla para adaptarla a cualquier tecnología susceptible de incorporarla a internet; realizar adaptaciones para hacer posible la utilización de la obra en formatos electrónicos, así como 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 y ponerla a disposición del público a través de un archivo abierto institucional, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.<sup>1</sup>
- (d) Distribuir copias electrónicas de la obra a los usuarios en un soporte digital. <sup>2</sup>

#### **4º. Derechos del autor.**

El autor, en tanto que titular de una obra que cede con carácter no exclusivo a la Universidad por medio de su registro en el Repositorio Institucional tiene derecho a:

- a) A que la Universidad identifique claramente su nombre como el autor o propietario de los derechos del documento.
- 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. A tal fin deberá ponerse en contacto con el vicerrector/a de investigación ([curiarte@rec.upcomillas.es](mailto:curiarte@rec.upcomillas.es)).
- d) Autorizar expresamente a COMILLAS para, en su caso, realizar los trámites necesarios para la obtención del ISBN.
- 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.

---

<sup>1</sup> En el supuesto de que el autor opte por el acceso restringido, este apartado quedaría redactado en los siguientes términos:

(c) Comunicarla y ponerla a disposición del público a través de un archivo institucional, accesible de modo restringido, en los términos previstos en el Reglamento del Repositorio Institucional

<sup>2</sup> En el supuesto de que el autor opte por el acceso restringido, este apartado quedaría eliminado.

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:

a) Deberes del repositorio Institucional:

- 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.

b) Derechos que se reserva el Repositorio institucional respecto de las obras en él registradas:

- retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)  
Antonio Parody Guzmán - INGENIERO INDUSTRIAL

Madrid, a 23 de agosto de 2015

**ACEPTA**

Fdo..... 

Proyecto realizado por el alumno/a:

**Antonio Parody Guzmán**

Fdo.:  Fecha: 25/ 08/ 2015

Autorizada la entrega del proyecto cuya información no es de carácter  
confidencial

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

JAVIER MARTIN SERRANO

Fdo.:  P.o. .... Fecha: 25/ 08/ 2015

Vº Bº del Coordinador de Proyectos

José Ignacio Linares Hurtado

Fdo.: ..... Fecha: ...../...../.....



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)  
INGENIERO INDUSTRIAL  
PROYECTO FIN DE CARRERA

## **CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN BARCELONA**

Autor: Antonio Parody Guzmán  
Director: Javier Martín Serrano

Madrid  
Agosto 2015

## **CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN BARCELONA**

**Autor: Parody Guzmán, Antonio**

Director: Martín Serrano, Javier

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

### **RESUMEN DEL PROYECTO**

Este proyecto tiene por objeto la climatización de un edificio de oficinas situado en la ciudad de Barcelona, ajustándose a las condiciones técnicas y legales que le son de aplicación y garantizando unas condiciones de habitabilidad en términos climáticos adecuados.

El edificio se compone de tres plantas sobre rasante, con una superficie de 3528 m<sup>2</sup>, más dos plantas subterráneas de aparcamiento, las cuales no se incluyen en el estudio al no estar climatizadas. La superficie total del edificio es de 10.850 m<sup>2</sup>.

La planta del edificio es trapezoidal, con fachadas principales de orientación norte y sur. El cerramiento exterior está compuesto en su totalidad por cristal en sus orientaciones norte y sur. El edificio cuenta con dos accesos principales situados en las fachadas norte y sur.

La planta baja está compuesta por un vestíbulo de entrada, una pequeña sala de oficinas, así como por un auditorio. Se trata de un auditorio de doble altura (planta baja y primera). Tanto la primera como la segunda planta están formadas en su totalidad por oficinas (y el auditorio en el caso de la primera), salas de reuniones, despachos y zonas comunes.

Las instalaciones a desarrollar comprenderán la totalidad de los sistemas de refrigeración y calefacción necesarios durante todos los días del año, por lo tanto se han dimensionado los equipos teniendo en cuenta los supuestos más desfavorables en términos energéticos. Las condiciones climáticas interiores se han establecido en 24°C y una humedad relativa del 50% en verano y 22°C en invierno.

Para realizar el cálculo de las cargas, se han tenido en cuenta aquellos valores que supongan alejarse de las condiciones de confort. En verano se contemplan las cargas exteriores de transmisión, radiación, así como las cargas interiores de ocupación, iluminación y equipos que aportan calor al edificio. En invierno se consideran solamente las pérdidas exteriores de transmisión, que enfrían el edificio. En ambos casos se evitarán las cargas por infiltración al crearse una sobrepresión en el edificio.

Una vez obtenidas las cargas, se procederá a la selección de los equipos correspondientes. En todas las estancias se utilizarán fan-coils tipo cassette a cuatro tubos, salvo en el vestíbulo de la planta baja, el salón de actos y las oficinas de la primera planta, cuyo aire será tratado por completo mediante climatizadores. Se han proyectado un total de 58 fan-coils y 5 climatizadores.

La producción de agua caliente se realizará mediante dos calderas de baja temperatura de 120 kW cada una, mientras que el agua fría se obtendrá de dos enfriadoras de 273 kW de potencia unitaria.

Para transportar el agua entre la caldera, el grupo frigorífico, los climatizadores y los fan-coils se utilizarán tuberías de acero, las cuales se dimensionarán asegurándose que las pérdidas de carga sean inferiores a 20 mm.c.a./ml y que la velocidad del fluido no supere los 2 m/s.

Se instalarán 12 bombas simples de rotor húmedo para vencer la pérdida de carga de los circuitos de agua. Cada circuito dispondrá de dos bombas en paralelo de la misma potencia máxima calculada, asegurando el correcto funcionamiento de la instalación en caso de avería.

Para absorber el aumento de volumen del agua de la instalación producido por el incremento de temperatura, se dispondrá de vasos de expansión de tipo cerrado, uno para el circuito de agua fría y otro para el de agua caliente.

Asimismo, se ha diseñado una red de conductos que permita transportar el aire primario desde los climatizadores a los fan-coils. Este aire primario intercambiará calor con las tuberías de agua y se mezclará con el aire de retorno, para ser expulsado a la temperatura y humedad requerida.

En el caso de los módulos acondicionados mediante climatizadores, el aire se enviará por los conductos de impulsión de acuerdo con las condiciones de temperatura y humedad establecidas, distribuyéndose por la habitación mediante difusores. La extracción y el retorno utilizarán un mismo circuito, entrando el aire en los conductos a través de las rejillas distribuidas

Se han seleccionado los conductos de aire teniendo en cuenta que se prevé una velocidad de fluido inferior a 10 m/s en redes generales e inferior a 5 m/s en ramales finales y elementos de difusión. También se ha tenido en cuenta el criterio de pérdida de carga constante, siendo este de 0,1 mm.c.a/ml para conductos de impulsión y de 0,08 mm.c.a/ml para conductos de retorno.

Para impulsar el aire a través de los conductos se instalarán 8 ventiladores de tipo centrífugo en el interior de los climatizadores. Se han dimensionado atendiendo a la pérdida de carga más desfavorable de cada circuito.

Por último se han seleccionado las rejillas y difusores teniendo en cuenta la sección calculada del conducto en el ramal final, una velocidad de salida del aire entre 2 m/s y 5 m/s y una potencia sonora inferior a 45 dB.

En el proyecto se adjuntan las hojas de cálculo y tablas empleadas así como los catálogos de los equipos seleccionados. También se incluyen los planos de tuberías y conductos del edificio con sus correspondientes esquemas de principio.

El importe total del presupuesto de los equipos de aire acondicionado y calefacción, los materiales, el montaje y la puesta en marcha de la instalación de climatización del edificio de oficinas situado en Barcelona asciende a la cantidad de 1.424.453€ (un millón cuatrocientos veinticuatro mil cuatrocientos cincuenta y tres euros) antes de impuestos.

Madrid, 23 de agosto de 2015



**UNIVERSIDAD PONTIFICIA COMILLAS**  
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI)  
Antonio Parody Guzmán - INGENIERO INDUSTRIAL

## **CLIMATE CONTROL OF AN OFFICE BUILDING IN BARCELONA**

**Author: Parody Guzmán, Antonio**

Director: Martín Serrano, Javier

Supporting Entity: ICAI – University Pontifical Comillas

### **PROJECT SUMMARY**

The objective of this project is the climate control of an office building located in the city of Barcelona, in accordance with the applicable legal and technical requirements, and assuring adequate living conditions in climate terms.

The building consists of three floors above ground level, with a surface of 3.528 m<sup>2</sup> and two additional underground parking floors, which are not subject to climate control and, therefore, not included in the analysis. The total building surface is up to 10.850 m<sup>2</sup>.

The building exhibits a rectangular floor plan, and has north and south main facades with two main accesses to the building. The outer enclosure is fully made up of glass.

The ground floor consists of an entrance hall, a small office room, as well as an auditorium. It is a double-height auditorium (ground and first). Both the first and the second floors are made entirely of offices (and the audience in the first floor), meeting rooms, offices and common areas.

Project's facilities will include the cooling and heating systems required all year round. Accordingly, the systems have been sized taking into account the most unfavorable conditions energy wise. The climate values inside the building have been fixed at 24°C and a relative humidity of 50% in summer, and 22°C in winter.

In the computation of the loading factors, it has been considered those values that would imply to move away from the comfort zone. In summer, transmission, sun radiation are taking into account, as well as those inside loads related to the building occupation levels, lighting, and heat-generating devices. In winter, it has been only taken into account transmission outside leaks that cool the building. In both cases, infiltration related loads will be avoided due to the overpressure that will exist in the building.

Load calculation has been followed by the selection of the required equipment. All rooms and spaces will be equipped with four-tube cassette fan coil units, with the exception of the hall, the auditorium and the offices of the first floor where air will be fully processed using an air handler. The project envisages a total of 58 fan coils and 5 air handling units.

Two 120 kW-low-temperature boilers will take care of the production of hot water, whereas cold water will be obtained from two 273 kW-chiller units.

Steel pipes will be used for water transportation between the boiler, the chiller unit, the air-conditioning systems, and the fan coils. They will be dimensioned to assure that load leakage stays below 20 mm.Wg./m and that fluid speed does not exceed 2 m/s.

To overcome load leakage in water circuits, 12 simple-humid-rotor pumps will be installed. Each circuit will have in parallel two pumps of the same calculated power to assure the proper functioning of the facility in case of failure.

Two closed-expansion vessels will absorb the increase in water volume due to temperature rise, one for the cold-water circuit and the other one for the hot-water circuit.

Additionally, it has been designed a pipe network that will allow transporting the primary air from the air handling units to the fan coils. This primary air will interchange heat with the water tubes and will be mixed with the return air to be expelled out at the required temperature and humidity.

In the hall, the auditorium and the offices of the first floor, air will be sent through the supply ducts in accordance with the temperature and humidity fixed conditions, distributing it across the room by means of diffusors. Air extraction and return will occur through the same circuit. Air will enter the ducts through the grills spread across these places.

Air ducts have been selected considering an expected fluid speed lower than 10 m/s in the general network and lower than 5 m/s in the final branch lines and diffusion elements. It has also been taken into account the criterion of constant load loss, which amounts to 0.1 mm.Wg./m for the supply ducts and to 0.08 mm.Wg./m for the return ducts.

To drive the air through the ducts 8 centrifugal fans will be installed inside the air handling units. These fans have been dimensioned considering the most unfavorable load loss in each circuit.

Finally, grills and diffusors have been chosen bearing in mind the section computed in the final branch lines, an exit air speed between 2 m/s and 5 m/s, and a sound power below 45 dB.

The tables and spreadsheets used in the project are included, as well as the brochures of the selected equipment. Likewise, duct and pipeline building plans are attached together with their related schematic layouts.

The budget for the air-conditioning and heating equipment, other material, and setup of a climate control facility in a office building located in Barcelona amounts to 1.424.453 (one million four hundred twenty four thousands four hundred fifty three) before taxes.

Madrid, August 23th, 2015

## ÍNDICE

|   |   |    |
|---|---|----|
| ✚ | Parte I: Memoria.....   | 1  |
| • | Capítulo 1: Memoria descriptiva.....                            | 2  |
| - | 1.1. Objeto del proyecto.....                                   | 2  |
| - | 1.2. Descripción del edificio.....                              | 2  |
| - | 1.3. Datos de partida.....                                      | 3  |
|   | 1.3.1. Condiciones climáticas internas.....                     | 3  |
|   | 1.3.2. Condiciones climáticas externas.....                     | 4  |
|   | 1.3.3. Características constructivas.....                       | 5  |
|   | 1.3.4. Condiciones de uso.....                                  | 6  |
|   | 1.3.4.1. Ocupación.....   | 6  |
|   | 1.3.4.2. Iluminación.....                                       | 7  |
|   | 1.3.4.3. Equipos.....   | 7  |
| - | 1.4. Estimación de cargas.....                                  | 7  |
|   | 1.4.1. Cargas externas.....                                     | 8  |
|   | 1.4.2. Cargas internas.....                                     | 8  |
| - | 1.5. Caudal de ventilación.....                                 | 9  |
| - | 1.6. Diseño de la instalación.....                              | 10 |
|   | 1.6.1. Caldera.....   | 10 |
|   | 1.6.2. Equipo frigorífico.....                                  | 11 |
|   | 1.6.3. Fan-coils.....   | 11 |
|   | 1.6.4. Climatizadores.....                                      | 12 |
|   | 1.6.5. Red de tuberías de agua.....                             | 13 |
|   | 1.6.6. Bombas.....  | 13 |
|   | 1.6.7. Conductos de aire.....                                   | 14 |
|   | 1.6.8. Difusores.....   | 15 |
|   | 1.6.9. Rejillas.....  | 15 |
|   | 1.6.10. Ventiladores.....                                       | 15 |
|   | 1.6.11. Elementos auxiliares.....                               | 16 |
| - | 1.7. Normativa de aplicación.....                               | 17 |
| - | 1.8. Justificación del cumplimiento de la normativa (RITE)..... | 18 |
| - | 1.9. Importe, fecha y firma.....                                | 19 |
| • | Capítulo 2: Cálculos.....                                       | 20 |
| - | 2.1 Cálculo de cargas térmicas.....                             | 20 |
|   | 2.1.1. Cálculo de las cargas térmicas de verano.....            | 22 |
|   | 2.1.2. Cálculo de las cargas térmicas de invierno.....          | 28 |
| - | 2.2 Diseño de la instalación.....                               | 31 |
|   | 2.2.1. Cálculo y selección de equipos.....                      | 31 |
|   | 2.2.2. Cálculo de tuberías de agua.....                         | 46 |
|   | 2.2.3. Bombas.....  | 56 |

|   |     |
|---|-----|
| 2.2.4. Cálculo de conductos de aire.....      | 58  |
| 2.2.5. Ventiladores.....                      | 70  |
| 2.2.6. Difusores.....                         | 72  |
| 2.2.7. Rejillas.....                          | 73  |
| 2.2.8. Equipo frigorífico.....                | 75  |
| 2.2.9. Caldera.....                           | 77  |
| • Capítulo 3: Anexos.....                     | 79  |
| - 3.1. Hojas de cálculo.....                  | 79  |
| - 3.2. Diagramas y ábacos.....                | 98  |
| - 3.3. Catálogos.....                         | 103 |
| - 3.4. Bibliografía.....                      | 126 |
| ✚ Parte II: Planos.....                       | 127 |
| • Capítulo 1: Planos tuberías de agua.....    | 128 |
| - 1.1. TA. Esquema de principio               |     |
| - 1.2. TA. Planta baja                        |     |
| - 1.3. TA. Planta primera                     |     |
| - 1.4. TA. Planta segunda                     |     |
| - 1.5. TA. Cubierta                           |     |
| • Capítulo 2: Planos conductos aire.....      | 129 |
| - 2.1. CA. Esquema de principio               |     |
| - 2.2. CA. Planta baja                        |     |
| - 2.3. CA. Planta primera                     |     |
| - 2.4. CA. Planta segunda                     |     |
| - 2.5. CA. Cubierta                           |     |
| ✚ Parte III: Presupuesto.....                 | 130 |
| • Capítulo 1: Descripción de los equipos..... | 131 |
| - 1.1. Fan-coils CARRIER.....                 | 131 |
| - 1.2. Climatizadores TERMOVEN.....           | 133 |
| - 1.3. Equipos frigoríficos CARRIER.....      | 135 |
| - 1.4. Calderas YGNIS.....                    | 135 |
| - 1.5. Bombas EBARA.....                      | 136 |
| - 1.6. Tuberías de agua.....                  | 137 |
| - 1.7. Difusores TROX.....                    | 139 |
| - 1.8. Rejillas TROX.....                     | 139 |
| - 1.9. Conductos de aire.....                 | 140 |
| - 1.10. Depósito de expansión.....            | 140 |
| - 1.11. Válvulas.....                         | 141 |
| - 1.12. Elementos de medida y control.....    | 142 |
| - 1.13. Instalación eléctrica.....            | 142 |
| • Capítulo 2: Sumas parciales.....            | 143 |
| • Capítulo 3: Presupuesto total.....          | 145 |

|   |   |     |
|---|---|-----|
| ✚ | Parte IV: Pliego de condiciones.....                              | 146 |
| • | Capítulo 1: Generalidades.....                                    | 147 |
| - | 1.1 Objeto y alcance.....   | 147 |
| - | 1.2 Definiciones.....   | 148 |
| • | Capítulo 2: Dirección de obra.....                                | 150 |
| • | Capítulo 3: Aislamiento térmico.....                              | 151 |
| - | 3.1 General.....  | 151 |
| - | 3.2 Materiales y características.....                             | 152 |
| - | 3.3 Niveles de aislamiento.....                                   | 153 |
| - | 3.4 Barrera anti-vapor.....                                       | 153 |
| - | 3.5 Colocación.....   | 153 |
| - | 3.6 Aislamiento de tuberías.....                                  | 154 |
| - | 3.7 Aislamiento de conductos.....                                 | 155 |
| - | 3.8 Protección del aislamiento.....                               | 155 |
| • | Capítulo 4: Compuertas cortafuegos.....                           | 156 |
| - | 4.1 General.....  | 156 |
| - | 4.2 Instalación.....  | 156 |
| • | Capítulo 5: Conductos flexibles.....                              | 157 |
| - | 5.1 General.....  | 157 |
| - | 5.2 Instalación.....  | 157 |
| • | Capítulo 6: Fan-Coils.....  | 158 |
| - | 6.1 Generalidades.....  | 158 |
| - | 6.2 Elementos constitutivos.....                                  | 158 |
| - | 6.3 Instalación.....  | 159 |
| - | 6.4 Control y regulación.....                                     | 159 |
| - | 6.5 Información técnica.....                                      | 159 |
| • | Capítulo 7: Compensadores de dilatación.....                      | 161 |
| - | 7.1 General.....  | 161 |
| - | 7.2 Montaje.....  | 161 |
| • | Capítulo 8: Rotulación e identificación de equipos y fluidos..... | 162 |
| - | 8.1 General.....  | 162 |
| • | Capítulo 9: Unidades de tratamiento de aire.....                  | 163 |
| - | 9.1 General.....  | 163 |
| - | 9.2 Materiales.....   | 163 |
| - | 9.3 Elementos constitutivos.....                                  | 164 |
| - | 9.4 Instalación.....  | 165 |
| - | 9.5 Información técnica.....                                      | 165 |
| • | Capítulo 10: Depósitos de expansión.....                          | 167 |
| - | 10.1 General.....   | 167 |
| - | 10.2 Materiales.....  | 167 |

|  |     |
|--|-----|
| - 10.3 Instalación.....                                  | 168 |
| • Capítulo 11: Difusores y rejillas.....                 | 169 |
| - 11.1 General.....                                      | 169 |
| - 11.2 Materiales y construcción.....                    | 169 |
| - 11.3 Distribución y montaje.....                       | 170 |
| - 11.4 Medición de caudal.....                           | 170 |
| • Capítulo 12: Elementos de regulación y control.....    | 171 |
| - 12.1 General.....                                      | 171 |
| - 12.2 Materiales e instalación.....                     | 171 |
| • Capítulo 13: Valvulería.....                           | 172 |
| - 13.1 General.....                                      | 172 |
| - 13.2 Conexiones.....                                   | 172 |
| • Capítulo 14: Bombas.....                               | 173 |
| - 14.1 General.....                                      | 173 |
| - 14.2 Información técnica.....                          | 174 |
| • Capítulo 15: Elementos anti-vibratorios.....           | 175 |
| - 15.1 General.....                                      | 175 |
| - 15.2 Instalación.....                                  | 175 |
| • Capítulo 16: Drenajes y vaciados.....                  | 176 |
| - 16.1 Drenajes.....                                     | 176 |
| - 16.2 Vaciados.....                                     | 176 |
| • Capítulo 17: Acometidas de agua a equipos y redes..... | 177 |
| • Capítulo 18: Pruebas y ensayos.....                    | 178 |
| - 18.1 General.....                                      | 178 |
| - 18.2 Pruebas parciales.....                            | 179 |
| - 18.3 Otras pruebas.....                                | 182 |
| • Capítulo 19: Recepción.....                            | 183 |
| - 19.1 Condiciones de aceptación y rechazo.....          | 183 |

# *Parte I:*

# **MEMORIA**

## Capítulo 1: Memoria descriptiva

### **1.1. Objeto del proyecto**

Este proyecto tiene por objeto la climatización de un edificio de oficinas situado en la ciudad de Barcelona, ajustándose a las condiciones técnicas y legales que le son de aplicación y garantizando unas condiciones de habitabilidad en términos climáticos adecuados.

Las instalaciones a desarrollar comprenderán la totalidad de los sistemas de refrigeración y calefacción necesarios durante todos los días del año. Para ello, el dimensionamiento se realizará bajo las condiciones más desfavorables.

El proyecto habrá de ajustarse al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE07), cumplimentando todos los capítulos del RITE, con su contenido simplificado ajustado a un edificio de oficinas.

### **1.2. Descripción del edificio**

El edificio de oficinas a climatizar está situado en el Parque Empresarial Cristalia, Avenida de los Poblados, nº 58 de Barcelona.

Se compone de tres plantas sobre rasante más dos plantas subterráneas de aparcamiento. Las plantas subterráneas no se incluyen en el estudio al no ser necesaria su climatización.

La planta del edificio es trapezoidal, con fachadas principales de orientación norte y sur. El cerramiento exterior está compuesto en su totalidad por cristal en sus orientaciones norte y sur.

El edificio cuenta con dos accesos principales situados en las fachadas norte y sur.

La planta baja está compuesta por un vestíbulo de entrada, una pequeña sala de oficinas, así como por un auditorio. Se trata de un auditorio de doble altura (planta baja y primera). Tanto la primera como la segunda planta están formadas en su totalidad por oficinas (y el auditorio en el caso de la primera), salas de reuniones, despachos y zonas comunes.

Los equipos de climatización se distribuirán en la cubierta situada sobre la segunda planta.

La superficie total construida, dividida por plantas, es la siguiente:

|                | Superficie en m <sup>2</sup> |
|----------------|------------------------------|
| Sótano 1       | 3661                         |
| Sótano 2       | 3661                         |
| Planta BAJA    | 1478                         |
| Planta PRIMERA | 1025                         |
| Planta SEGUNDA | 1025                         |

*Tabla 1: Superficie construida sobre rasante*

Obtenemos un total de superficie construida de 10.850 m<sup>2</sup>.

### ***1.3. Datos de partida***

#### ***1.3.1. Condiciones climáticas interiores***

Las condiciones climáticas interiores se establecerán de acuerdo al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE07). Dentro de las variaciones permitidas por el RITE, se han escogido las temperaturas que supongan un menor gasto energético.

| <i>Estación</i> | <i>Temperatura interior (°C)</i> | <i>Humedad relativa</i> |
|-----------------|----------------------------------|-------------------------|
| <i>Verano</i>   | 24                               | 50%                     |
| <i>Invierno</i> | 22                               | 45%                     |

*Tabla 2: Condiciones internas de diseño*

Obtenida de la tabla 1.4.1.1. de la instrucción técnica IT.1 del R.I.T.E.

### **1.3.2. Condiciones climáticas exteriores**

Las condiciones exteriores de Barcelona se han obtenido de la Tabla 1 del manual Carrier, y son las siguientes:

Condiciones externas geográficas:

|                    |                            |
|--------------------|----------------------------|
| Longitud           | 2° 09' 32'' Este           |
| Latitud            | 41° 23' 20'' Norte         |
| Altitud            | 95 m (sobre nivel del mar) |
| Vientos dominantes | 8,5 km/h Sur               |

*Tabla 3: Condiciones externas geográficas de Barcelona*

Condiciones externas climáticas:

*Verano*

- *Temperatura seca: 31°C*
- *Humedad relativa: 68 %*
- *Variación diurna: 8°C*

*Invierno*

- *Temperatura seca: 2°C*

La normativa determina que en verano las condiciones exteriores se deben determinar en función de la hora solar y el mes más desfavorables, teniendo en cuenta la orientación.

Durante el invierno, la situación más desfavorable no es función de la orientación, ya que en este caso la radiación solar, al igual que los elementos eléctricos, son factores positivos que ayudan al calentamiento de la estancia, por lo que se considera siempre las ocho de la mañana como la hora más desfavorable.

Por tanto, para los cálculos de verano sí se tendrán en cuenta los meses y horas más desfavorables que aparecen recogidos en la siguiente tabla.

| ORIENTACION | HORA    | MES        |
|-------------|---------|------------|
| Norte       | 15:00 h | Julio      |
| Sur         | 12:00 h | Septiembre |
| Este        | 8:00 h  | Julio      |
| Oeste       | 16:00 h | Julio      |

*Tabla 4: Hora y mes más desfavorables para cada orientación*

### **1.3.3. Características constructivas**

Los coeficientes de transmisión térmica (K) de los materiales empleados en la construcción del edificio son:

- K Muros: 0,60 W/m<sup>2</sup> x °C
- K Techos-Cubiertas: 0,40 W/m<sup>2</sup> x °C
- K Medianerías (puertas y tabiques): 1,20 W/m<sup>2</sup> x °C
- K Ventanas: 2,50 W/m<sup>2</sup> x °C
- K suelos: 0,46 W/m<sup>2</sup> x °C

Además hay que incluir un factor solar de 0,29 para los cerramientos acristalados. El factor solar es la relación entre la energía solar que atraviesa la superficie y la que incide sobre ésta.

### 1.3.4. *Condiciones de uso*

#### 1.3.4.1. *Ocupación*

La ocupación humana supone un aporte calorífico, puesto que el cuerpo, debido a su función metabólica, genera calor y lo cede al ambiente. Este aporte varía en función de la temperatura ambiente y del tipo de actividad realizada por la persona.

Se divide en dos grupos:

- **Calor sensible:** Incremento de la temperatura ambiente (a humedad específica constante) debido al gradiente de temperatura entre el cuerpo y el entorno.
- **Calor latente:** Incremento de la humedad absoluta del ambiente (a temperatura constante) debido al vapor desprendido por el cuerpo humano.

En este proyecto, al tratarse de un edificio de oficinas, se consideraran los siguientes valores:

- Carga del calor sensible por persona: 61 kcal/h
- Carga del calor latente por persona: 52 kcal/h

En cuanto a la ocupación se considerarán los siguientes niveles:

| Nivel Ocupación       |                            |
|-----------------------|----------------------------|
| Oficinas              | 7 m <sup>2</sup> /persona  |
| Salas de reunión      | 1 pers/asiento             |
| Pasillos y vestíbulos | 10 m <sup>2</sup> /persona |
| Salón de actos        | 1 pers/asiento             |

*Tabla 5: Niveles de ocupación*

#### **1.3.4.2. Iluminación**

La iluminación supone un aporte de calor sensible al ambiente fruto de la conversión de la energía eléctrica en luz y calor. Puesto que la iluminación se realizará con tubos fluorescentes, habrá que añadirle un 25% al calor aportado debido a la reactancia de este tipo de alumbrado

El aporte energético de la iluminación se estimará en:

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

#### **1.3.4.3. Equipos**

Los aparatos eléctricos también suponen un aporte de calor sensible al ambiente. Al tratarse de un edificio de oficinas, estos equipos estarán compuestos en su mayor parte por ordenadores e impresoras. Se estimará una carga de 16,1 W/m<sup>2</sup>.

### **1.4. Estimación de cargas**

Para la estimación de cargas térmicas hay que distinguir entre cargas térmicas exteriores e interiores:

- **Cargas externas:** Aporte de calor proveniente del exterior en los cálculos de verano, así como aporte de frío (pérdida de calor) en los cálculos de invierno.
- **Cargas internas:** Aporte de calor generado en el interior del edificio. Solamente se tendrán en cuenta en los cálculos de verano, ya que en invierno el aporte de calor es favorable.

El método de cálculo de estas cargas se explicará detalladamente en el capítulo 2.

Asimismo, el dimensionamiento de los equipos se realizará para cargas máximas (cargas críticas) que se corresponderán para las situaciones más desfavorables. Esto se debe a que la carga térmica es un factor variable durante el día (y por lo tanto durante el año), y los equipos deben ser capaces de poder contrarrestarla en cualquier situación.

#### **1.4.1. Cargas externas**

Las cargas externas que se tendrán en cuenta para los cálculos serán las cargas provenientes de la radiación y la transmisión:

- **Transmisión:** Consiste en la transferencia de calor desde la zona de mayor temperatura hacia la zona de menor temperatura a través de suelos, muros y techos. En verano se transmite el calor hacia el interior del edificio mientras que en invierno se invierte el sentido del flujo.

- **Radiación:** La incidencia de los rayos solares a través de las superficies acristaladas provoca un incremento de temperatura. Se trata de un efecto muy variable condicionado por multitud de parámetros como pueden ser la altitud, el tipo de vidrio, la temperatura del punto de rocío, etc. Las cargas provenientes de la radiación sólo se considerarán en verano.

Las cargas provenientes de la infiltración de aire serán despreciadas al crearse una sobrepresión dentro del inmueble que evitará que se introduzca aire exterior dentro del edificio.

#### **1.4.2. Cargas internas**

Las cargas interiores son las responsables del aumento de temperatura en el interior del edificio. Se considerarán las siguientes cargas (solamente en verano):

- **Ocupación:** Descritas en el apartado 1.3.4.1.
- **Iluminación:** Descritas en el apartado 1.3.4.2.
- **Equipos:** Descritas en el apartado 1.3.4.3.

## **1.5. Caudal de Ventilación (de aire exterior)**

Para asegurar la eliminación de los malos olores así como una correcta calidad del aire interior, es necesario aportar un cierto caudal de aire exterior que permita su renovación. La cantidad de aire exterior a aportar dependerá del uso del local y atiende a las siguientes normativas del RITE (RITE07):

- IT 1.1.4.2.2. Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios
- IT 1.1.4.2.3. Caudal mínimo del aire exterior de ventilación

El edificio, al ser de oficinas, tendrá la categoría de calidad de aire interior IDA 2 (aire de buena calidad) en todos sus espacios salvo en el auditorio y baños de la planta baja, que tendrán categoría IDA 3 (aire de calidad media).

Los caudales de aire exterior aportados para las categorías anteriores serán:

- IDA 2: 12,5 dm<sup>3</sup>/s por persona.
- IDA 3: 8 dm<sup>3</sup>/s por persona.

## **1.6. Diseño de la instalación**

La climatización del edificio se ha diseñado para ser usada durante todo el año, por lo que tendrá que ser capaz de funcionar de manera eficiente tanto en verano como en invierno.

Se ha provisto al edificio de una producción centralizada de agua caliente y fría destinada a la climatización.

Los componentes principales de esta instalación son:

- Caldera
- Equipo frigorífico
- Fan-coils
- Climatizadores
- Red de tuberías de agua
- Bombas
- Conductos de aire
- Difusores
- Rejillas
- Ventiladores
- Elementos auxiliares

### **1.6.1. Caldera**

La caldera se encarga de la producción de agua caliente para combatir las cargas en invierno. Se emplearán dos calderas de baja temperatura, de las cuales el agua sale a 60°C hacia los climatizadores y los fan-coils y retorna a 50°C, por lo que su salto térmico es de 10°C.

Se emplazarán en la cubierta situada sobre la segunda planta y su ventilación se realizará directamente al exterior.

Para su selección, se debe tener en cuenta la potencia requerida en las condiciones de invierno. Debemos seleccionar una(s) caldera(s) cuya potencia nominal supere(n) a la requerida de forma que evitemos sobreesfuerzos en situaciones extremas.

### **1.6.2. Equipo frigorífico**

El equipo frigorífico se encarga de la producción de agua fría para combatir las cargas en verano. El agua sale del equipo frigorífico a 7°C hacia los climatizadores y los fan-coils y retorna a 12°C, por lo que posee un salto térmico de 5°C.

La instalación dispondrá de dos enfriadoras situadas sobre la cubierta de la segunda planta.

Su dimensionamiento se realizará sumando todas las cargas de verano del edificio y considerando que superen entre un 10 y 15% en su potencia nominal a la teórica calculada. Asimismo se aplicará un coeficiente de simultaneidad de 0.85 al suponerse que nunca estarán todas las estancias del edificio bajo su máxima ocupación.

### **1.6.3. Fan-Coils**

Los fan-coils serán utilizados principalmente en locales más pequeños y de menor carga térmica que vencer.

Éstos podrán ser regulados manualmente por sus ocupantes de modo que conseguiremos un control independiente de la temperatura de dichos locales. De esta forma se consigue un ahorro energético en caso de que ciertas habitaciones no se encuentren ocupadas así como la posibilidad de llevar a cabo la reparación de algún fan-coil sin dejar sin suministro al resto de locales de la misma planta.

Los fan-coils empleados serán sistemas a cuatro tubos tipo cassette, que facilitan el montaje y diseño al incorporar los sistemas de difusión y retorno de aire.

Se han instalado un total de 58 fan-coils, los cuales se colocarán en el falso techo de las estancias.

La elección del número de fan-coils por local se basará en la superficie de dicho local, así como en su geometría.

#### **1.6.4. Climatizadores**

Los climatizadores serán los equipos encargados de climatizar todos los módulos de mayor tamaño y, por tanto, de vencer grandes cargas térmicas, así como los encargados del acondicionamiento del aire exterior utilizado en los locales operados con fan-coils.

Se dispondrá de 5 climatizadores situados en la cubierta del edificio que atenderán a las siguientes estancias:

- **Climatizador 1:** Acondicionamiento planta baja y primera.
- **Climatizador 2:** Acondicionamiento planta segunda.
- **Climatizador 3:** Vestíbulo/Recepción planta baja.
- **Climatizador 4:** Salón de actos.
- **Climatizador 5:** Oficinas planta primera.

Los climatizadores están compuestos por ventiladores de impulsión y retorno, y baterías de frío y calor según el tamaño y las necesidades.

El principio de funcionamiento de estos equipos consiste en tomar aire del exterior igual al caudal de ventilación requerido en el local en cuestión, aprovechar y mezclarlo con el aire de retorno extraído a través de las rejillas de cada local (para un menor consumo de energía durante el enfriamiento o calentamiento de éste), y llevar esta mezcla a las condiciones idóneas para climatizar la zona impulsándolo de nuevo al local por medio de difusores.

### **1.6.5. Red de tuberías de agua**

Las tuberías serán las encargadas de transportar el agua fría y caliente entre la caldera, el equipo frigorífico, los climatizadores y los fan-coils.

Se dispondrá de circuitos de impulsión y retorno (ida y vuelta) tanto de agua fría como de agua caliente (se trata de dos circuitos independientes al transportar diferentes caudales). Todas las tuberías serán de acero y se colocarán en el hueco creado en cada planta por el falso techo.

Para dimensionar las tuberías se calculará el caudal necesario en cada tramo que permita combatir las cargas del edificio. Una vez determinado éste se dimensionarán las tuberías teniendo en cuenta que la pérdida de carga deberá ser inferior a 20 mm.c.a. y que la velocidad deberá ser inferior a 2 m/s. Para éste cálculo se utilizarán los diagramas de Moody para tuberías de agua fría a y agua caliente a 10°C. y 50°C respectivamente (ver Anexos).

### **1.6.6. Bombas**

Las bombas serán las encargadas de impulsar y retornar el agua por las tuberías. Todas las bombas se instalarán por duplicado para permitir el correcto funcionamiento en caso de avería.

En total se instalarán 12 bombas en la cubierta situada sobre la segunda planta del edificio.

Para el dimensionamiento de las bombas se ha calculado la pérdida de carga de las tuberías en el tramo más desfavorable de cada circuito, que generalmente coincide con el tramo más alejado de la bomba.

### **1.6.7. Conductos de aire**

Los conductos son los encargados de transportar el aire tratado en los climatizadores hasta las diferentes estancias del edificio. En el caso del vestíbulo de la planta baja, el salón de actos y las oficinas de la primera planta existirá también una red de conductos de retorno (de dichas estancias hacia sus climatizadores correspondientes). En el resto de estancias el retorno se realizará en el propio fan-coil.

Los conductos se alojarán en el hueco creado por el falso techo de cada planta, serán de acero galvanizado y su sección será rectangular.

Para los módulos operados con fan-coils (climatizadores de acondicionamiento 1 y 2), los conductos transportarán el aire exterior tratado a los mismos. Éste se mezclará con el caudal de retorno, el cual entra al fan-coil por su rejilla central con filtro incorporado. La mezcla de ambos caudales constituirá el caudal de impulsión, que tras intercambiar calor con las tuberías de agua será expulsado a la habitación a la temperatura y humedad requerida.

Para los módulos no operados mediante fan-coils, todo el aire se tratará en sus respectivos climatizadores (3, 4 y 5). El aire se enviará por los conductos de impulsión de acuerdo con las condiciones de temperatura y humedad establecidas, distribuyéndose por la habitación mediante difusores. La extracción y el retorno utilizarán un mismo circuito, entrando el aire en los conductos a través de las rejillas, distribuidas por el auditorio.

Para su dimensionamiento se calcularán los caudales de impulsión y retorno necesarios para cada tramo. Una vez determinados los caudales, se seleccionarán los conductos de aire teniendo en cuenta que la velocidad sea inferior a 7 m/s en redes generales e inferior a 5 m/s en ramales finales y elementos de difusión. También se tendrá en cuenta el criterio de pérdida de carga constante, siendo este de 0,1 mm.c.a/m para conductos de impulsión y de 0,08 mm.c.a/m para conductos de retorno.

### **1.6.8. Difusores**

Los difusores se colocarán únicamente en las estancias no climatizadas con fan-coils (vestíbulo, salón de actos y oficinas primera planta) para distribuir el aire de impulsión proveniente de sus respectivos climatizadores.

Se han seleccionado 50 difusores rotacionales para asegurar una correcta distribución del aire en dichas estancias.

Para su selección se ha tenido en cuenta la sección calculada del conducto en el ramal final, una velocidad de salida del aire entre 2 m/s y 5 m/s y una potencia sonora inferior a 45 dB de acuerdo al RITE (RITE07).

### **1.6.9. Rejillas**

Las rejillas serán los elementos por los que se introducirá el aire de retorno y extracción de cada estancia del edificio hacia los respectivos conductos. En total se han dimensionado 70 rejillas.

Al igual que para los difusores, su selección se realizará teniendo en cuenta la sección calculada del conducto en el ramal final, una velocidad de entrada del aire entre 2 m/s y 5 m/s y una potencia sonora inferior a 45 dB.

### **1.6.10. Ventiladores**

Los ventiladores se encargarán de impulsar el aire por los conductos de impulsión y retorno.

Los climatizadores 1 y 2 contendrán sendos ventiladores de impulsión, mientras que los climatizadores 3, 4 y 5 contendrán tanto ventiladores de impulsión como de retorno, lo que hace un total de 8 ventiladores.

Para el dimensionamiento de los ventiladores se ha calculado la pérdida de carga de los conductos en el tramo más desfavorable de cada circuito, que generalmente coincide con el tramo más alejado del ventilador.

### **1.6.11. Elementos auxiliares**

Otros elementos de los que constará el diseño de la instalación de climatización serán los siguientes:

- **Válvulas de seguridad:** Se deben colocar en cada una de las líneas, por cada caldera y equipo refrigerador, de manera que actúen ante un aumento excesivo de la presión o temperatura del fluido en ellos contenido. Cuando la presión del fluido alcanza un valor prefijado (presión y temperatura de pilotaje), la válvula pilotada por presión y temperatura, abre el obturador, consiguiendo que se disminuyan los valores de los mismos, permaneciendo así hasta que estos valores no desciendan por debajo de los asignados previamente.
- **Válvulas de control:** Son válvulas de tres vías que permiten regular el caudal necesario en cada momento para hacer frente a diferentes demandas de climatización. Éstas se sitúan en los climatizadores y en los fan-coils.
- **Válvulas de corte:** Serán de tipo bola o mariposa y se dispondrán en los equipos de refrigeración, caldera, fan-coils y climatizadores para facilitar las eventuales paradas que se den en estas instalaciones ya sea por mantenimiento o cambio de elementos. Permitirán detener la actividad en dichos circuitos sin pérdida de agua.
- **Equipos de medida:** Se trata de manómetros diferenciales y termómetros que se instalarán en todos los equipos y que nos permitirán conocer la presión y la temperatura del agua en todo momento.
- **Vasos de expansión:** Serán los encargados de evitar el problema de sobrepresión del agua por el cambio de sus condiciones físicas.

- **Filtros:** Evitan que partículas inmersas en los fluidos transportados se introduzcan en los equipos de climatización. Por este motivo tendremos filtros de agua en la entrada de caudal en las bombas. Con respecto a la limpieza del caudal de aire, para evitar posibles enfermedades de los ocupantes, no será necesario disponer de centros de tratamiento de aire ya que los climatizadores incorporan dos líneas de filtros, filtro grueso y fino de bolsas, para este fin.

## **1.7. Normativa de aplicación**

La normativa legal vigente, de aplicación en esta instalación, está constituida por las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 1027/2007 de 20.07.2007, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE07) y sus Instrucciones Técnicas complementarias.
- Real Decreto 138/2011 de 04.02.2011 por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para Plantas e Instalaciones Frigoríficas y sus Instrucciones Técnicas complementarias.
- Real Decreto 2060/2008 de 12.08.2008, por el que se aprueba el Reglamento de Equipos a Presión y sus Instrucciones Técnicas complementarias.
- Real Decreto 1909/81 de 24.07.1981, por el que se aprueba por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación NBE-CA-81 sobre Condiciones Acústicas en los edificios.
- Real Decreto 314/200 de 17.03.2006, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE) y sus Instrucciones Técnicas complementarias.
- Ley 34/2007 de 15.11.2007, de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera.

- Real Decreto 842/2002 de 02.08.2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas complementarias.
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Normas DIN para tuberías y accesorios

### **1.8. Justificación cumplimiento de la normativa (del RITE)**

Los equipos de control previstos permitirán la regulación de los siguientes parámetros:

- La temperatura de los fluidos portadores de la carga térmica según la demanda térmica.
- La temperatura de impulsión del aire o el agua en cada subsistema según la temperatura del ambiente o de retorno
- La temperatura y el caudal del fluido refrigerante.
- La temperatura de impulsión del aire o del agua, o el caudal del aire de cada unidad térmica terminal según la temperatura ambiente o retorno.

La humedad relativa en el interior de los locales tratados estará comprendida entre el 40% y el 60% en verano.

Los elementos de medición previstos en la instalación cumplirán con los requisitos solicitados en la ITE 02.12 del Reglamento de Instalaciones Térmicas de los edificios.

El aislamiento térmico de la instalación se realizará de acuerdo a lo estipulado en la ITE 03.12 y con los espesores indicados en el apéndice 03.1 del citado reglamento.

### ***1.9. Importe, fecha y firma***

El importe total del presupuesto de los equipos de aire acondicionado y calefacción, los materiales, el montaje y la puesta en marcha de la instalación de climatización del edificio de oficinas situado en Barcelona asciende a la cantidad de **1.424.453 €** antes de impuestos.

Antonio Parody Guzmán

20 de agosto de 2015

## Capítulo 2: Cálculos

### 2.1. Cálculo de cargas térmicas

Para realizar el cálculo de las cargas, se tendrán en cuenta aquellos valores que supongan alejarse de las condiciones de confort (diseñamos para las condiciones más desfavorables).

En verano se contemplan las cargas exteriores de transmisión y radiación, así como las cargas interiores de ocupación, iluminación y equipos que aportan calor al edificio. En invierno se consideran solamente las pérdidas exteriores de transmisión, que enfrían el edificio. En ambos casos se evitarán las cargas por infiltración al crearse una sobrepresión en el edificio.

Para llevar a cabo el cálculo de cargas y el de sus posteriores equipos se ha dividido el edificio en diferentes módulos, exceptuando los lugares que no se van a climatizar como aseos, escaleras, algunos pasillos y ciertos locales que no van a ser objeto de climatización en este proyecto.

De cada módulo se requiere información sobre su superficie total, su superficie acristalada, las diversas orientaciones de ésta, la superficie de muro exterior, detalles como su superficie de techo en el caso de tratarse la planta superior o de suelo en el caso de planta baja, la superficie de contacto si existe con un lugar no climatizado y datos relativos a la carga interna como la ocupación, iluminación y la carga de los equipos existentes en dicho módulo.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes módulos, separados por plantas, que se han considerado para la climatización del edificio, con sus respectivas superficies y nivel de ocupación.

| MÓDULO         |                             | Area (m <sup>2</sup> ) | Ocupación (personas) |
|----------------|-----------------------------|------------------------|----------------------|
| Planta Baja    | Oficinas Baja               | 131.32                 | 18                   |
|                | Vestíbulo / Recepción       | 387.14                 | 38                   |
|                | Aseo masculino              | 9.54                   | 3                    |
|                | Aseo femenino               | 15.1                   | 6                    |
|                | Aseo minusválidos           | 4.45                   | 1                    |
|                | Salón de actos              | 373.66                 | 150                  |
| Planta Primera | Sala de reunión             | 34.29                  | 5                    |
|                | Oficinas Primera            | 393.81                 | 56                   |
|                | Sala de control             | 22.92                  | 2                    |
|                | Sala de traducción          | 6.9                    | 2                    |
|                | Pasillos                    | 91.57                  | 9                    |
| Planta Segunda | Despacho Presidente         | 78.317                 | 3                    |
|                | Despacho Vicepresidente     | 28.45                  | 2                    |
|                | Despacho Secretario Consejo | 46.41                  | 2                    |
|                | Despacho Direc.             |                        |                      |
|                | Comunicaciones              | 28.45                  | 2                    |
|                | Sala Reunión Consejo        | 79.75                  | 20                   |
|                | Despacho Director General   | 52.46                  | 2                    |
|                | Secretaria                  | 28                     | 4                    |
|                | Sala Reuniones 1            | 22.95                  | 10                   |
|                | Sala Reuniones 2            | 30.13                  | 15                   |
|                | Salita 1                    | 27.8                   | 4                    |
|                | Salita 2                    | 27.8                   | 4                    |
|                | Sala espera                 | 42.22                  | 8                    |
|                | Cuarto Conductor            | 17                     | 1                    |
|                | Recepción / Sala de espera  | 82.46                  | 15                   |
|                | Comedor / Sala estar TV     | 151.45                 | 20                   |
|                | Consej 1                    | 10.73                  | 1                    |
|                | Consej 2                    | 10.73                  | 1                    |
|                | Consej 3                    | 10.73                  | 1                    |
|                | Consej 4                    | 10.73                  | 1                    |
| Consej 5       | 10.73                       | 1                      |                      |
| Consej 6       | 10.73                       | 1                      |                      |
| Consej 7       | 13.82                       | 1                      |                      |
| Consej 8       | 12.17                       | 1                      |                      |

|  |          |       |   |
|--|----------|-------|---|
|  | Consej 9 | 12.17 | 1 |
|  | Consej10 | 12.17 | 1 |
|  | Consej11 | 12.17 | 1 |
|  | Consej12 | 14.74 | 1 |

Tabla 6: Locales/Módulos a climatizar

### 2.1.1. Cálculo de las cargas térmicas de verano

#### 2.1.1.1. Datos de partida

A continuación se expone el procedimiento seguido para el cálculo de las cargas térmicas de verano y las expresiones empleadas en dichos cálculos.

Lo primero que hay que tener en cuenta es que estas cargas se subdividen en cargas por transmisión y radiación (cargas externas) y cargas por iluminación, equipos y por ocupación (cargas internas).

Otra manera de clasificar estas cargas es dividir las en carga sensible y latente. Dentro de carga sensible se engloban las cargas por transmisión, radiación, iluminación, equipos y calor sensible de las personas. Por tanto, la carga latente de cada local será el calor latente de ocupación.

La infiltración no se va a tener en cuenta debido a la sobrepresión a la que someteremos a los locales a climatizar (más de 1 volumen de sobrepresión).

Para su cálculo se ha tenido en cuenta, como se ha dicho anteriormente, la hora y el mes más desfavorables, así como la orientación de cada local y cada uno de los factores o desequilibrios que van a aportar calor al local estudiado.

El edificio de oficinas está situado en la ciudad de Barcelona. Concretando las condiciones climáticas exteriores expuestas anteriormente para verano se obtiene:

Condiciones externas climáticas:

*Verano*

- *Temperatura seca: 31°C*
- *Humedad relativa: 68 %*
- *Variación diurna: 8°C*

De igual forma, atendiendo a las condiciones interiores de diseño expuestas en la tabla 3 y concretadas para verano obtenemos:

| <i>Estación</i> | <i>Temperatura interior (°C)</i> | <i>Humedad relativa</i> |
|-----------------|----------------------------------|-------------------------|
| <i>Verano</i>   | <i>24</i>                        | <i>50%</i>              |

*Tabla 7: Condiciones internas verano*

### **2.1.1.2. Radiación (Carga Externa)**

La radiación solar a través de los cristales aumenta la temperatura en el interior del edificio. El ángulo de incidencia de los rayos del sol sobre los cristales hará variar en gran medida el calor aportado al interior. Por ello, los valores de aportación solar dependen de la latitud en la que se encuentra el edificio, la orientación del cerramiento de vidrio y de la hora y el mes.

Los valores de aportación solar se tomarán de la tabla 15 del manual Carrier (CARR80). Además se realizarán modificaciones a estos valores dependiendo de la altitud y el tipo de marco de las ventanas.

La fórmula que permite calcular la aportación por radiación solar es la siguiente:

$$Q_{sens\ radiacion} = q \times S \times f_s \times f_a \times f_m$$

donde  $q$  es la aportación solar según la latitud, el mes y la hora,  $S$  es la superficie del cerramiento,  $f_s$  es el factor solar del vidrio,  $f_a$  el factor de corrección por altitud y  $f_m$  el factor de corrección por marco de ventana.

### 2.1.2.2. Transmisión (Carga Externa)

La transmisión de calor se producirá cuando haya una diferencia de temperatura entre las dos caras de un cerramiento, y responde a la siguiente ecuación:

$$Q_{sens\ transmision} = K \times S \times \Delta T$$

donde  $Q_{sens\ transmision}$  es el calor transmitido,  $K$  es el coeficiente de transmisión térmica del material,  $S$  es la superficie del cerramiento e  $\Delta T$  es la diferencia de temperatura entre ambos lados del cerramiento.

Cuando el local a calcular este adyacente a uno no climatizado, habrá que tener en cuenta la transmisión entre ambos locales, siendo  $\Delta T$  la mitad de la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior del edificio.

La temperatura exterior variará según el mes y la hora en que se realice el cálculo para la carga más desfavorable. Por ello, se tendrán que realizar correcciones de temperatura según la hora y el mes elegidos, obtenidas de las tablas 2 y 3 del manual Carrier (CARR80).

Además para techos y muros exteriores, debido a la inercia térmica que poseen, se deberá corregir el  $\Delta T$  según la hora y el mes de cálculo, atendiendo a las tablas 19 y 20 del manual Carrier (CARR80).

### 2.1.2.3. Ocupación (Carga Interna)

Como ya se mencionó anteriormente en el capítulo 1.3.4.1, la ocupación humana supone un aporte calorífico, sensible y latente. En este proyecto, al tratarse de un edificio de oficinas, se consideraran los siguientes valores por persona:

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

El cálculo de la carga interna por ocupación responderá pues a la siguiente expresión:

$$Q_{sens\ ocupacion} = Calor\ sensible \times n^{\circ}\ personas$$

$$Q_{late\ ocupacion} = Calor\ latente \times n^{\circ}\ personas$$

### 2.1.2.4. Iluminación (Carga Interna)

Las cargas de la iluminación se supondrán de:

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

a las que habrá que añadir un 25% del valor calculado debido a la reactancia de los tubos halógenos. Queda:

$$Q_{sens\ iluminacion} = Carga\ iluminacion \times A \times 1,25$$

donde  $A$  es el área del módulo a calcular.

### 2.1.2.5. Equipos (Carga Interna)

Se considerará un valor de 16.1 W/m<sup>2</sup> para el aporte calorífico de los equipos, compuestos en su mayor parte por ordenadores de mesa.

$$Q_{sens\ equipos} = Carga\ equipos \times A$$

donde  $A$  es el área del módulo a calcular.

*Nota:* Tanto para las cargas de los equipos como para las cargas por iluminación debemos multiplicar por el factor 0.86 que pasa de W a kcal/h.

### 2.1.2.6. Coeficiente de seguridad

Se añadirá un coeficiente de seguridad del 10% a las cargas calculadas.

### 2.1.2.7. Resumen de las cargas de verano

A continuación se adjuntan los resultados finales (en kcal/h) de todas las cargas de verano descritas anteriormente, separadas en sensible y latente y para cada uno de los módulos a climatizar.

Los resultados parciales pueden verse con todo detalle en el capítulo 3 (Anexos) de la memoria, realizados mediante hojas de cálculo en Excel.

|    | Módulos                        | (kcal/h)              | (kcal/h)             | (kcal/h)           |
|----|--------------------------------|-----------------------|----------------------|--------------------|
|    |                                | Calor Sensible Verano | Calor Latente Verano | Calor Total Verano |
| 1  | Oficinas Baja                  | 12067.24              | 936                  | 13003.24           |
| 2  | Vestibulo / Recepcion          | 25716.05              | 1976                 | 27692.05           |
| 3  | Aseo masculino                 | 336.8325              | 156                  | 492.8325           |
| 4  | Aseo femenino                  | 609.4875              | 312                  | 921.4875           |
| 5  | Aseo minusvalidos              | 132.7563              | 52                   | 184.7563           |
| 6  | Salon de actos                 | 37696.73              | 7800                 | 45496.73           |
| 7  | Sala de reunion                | 3585.498              | 260                  | 3845.498           |
| 8  | Oficinas Primera               | 31287.64              | 2912                 | 34199.64           |
| 9  | Sala de control                | 1377.387              | 104                  | 1481.387           |
| 10 | Sala de traduccion             | 579.9451              | 104                  | 683.9451           |
| 11 | Pasillos                       | 10722.54              | 468                  | 11190.54           |
| 12 | Despacho Presidente            | 7582.11               | 156                  | 7738.11            |
| 13 | Despacho Vicepresidente        | 1614.381              | 104                  | 1718.381           |
| 14 | Despacho Secretario Consejo    | 2566.469              | 104                  | 2670.469           |
| 15 | Despacho Direc. Comunicaciones | 1652.307              | 104                  | 1756.307           |
| 16 | Sala Reunion Consejo           | 9141.629              | 1040                 | 10181.63           |
| 17 | Despacho Director General      | 6371.407              | 104                  | 6475.407           |
| 18 | Secretaria                     | 2154.204              | 208                  | 2362.204           |
| 19 | Sala Reuniones 1               | 3293.555              | 520                  | 3813.555           |
| 20 | Sala Reuniones 2               | 2363.181              | 780                  | 3143.181           |
| 21 | Salita 1                       | 1537.868              | 208                  | 1745.868           |
| 22 | Salita 2                       | 1537.868              | 208                  | 1745.868           |
| 23 | Sala espera                    | 2501.009              | 416                  | 2917.009           |
| 24 | Cuarto Conductor               | 1131.59               | 52                   | 1183.59            |
| 25 | Recepcion / Sala de espera     | 9124.721              | 780                  | 9904.721           |
| 26 | Comedor / Sala estar TV        | 9337.166              | 1040                 | 10377.17           |
| 27 | Consej 1                       | 719.8622              | 52                   | 771.8622           |
| 28 | Consej 2                       | 719.8622              | 52                   | 771.8622           |
| 29 | Consej 3                       | 719.8622              | 52                   | 771.8622           |
| 30 | Consej 4                       | 719.8622              | 52                   | 771.8622           |
| 31 | Consej 5                       | 719.8622              | 52                   | 771.8622           |
| 32 | Consej 6                       | 719.8622              | 52                   | 771.8622           |
| 33 | Consej 7                       | 882.2926              | 52                   | 934.2926           |
| 34 | Consej 8                       | 1696.034              | 52                   | 1748.034           |

|    |           |          |              |                 |
|----|-----------|----------|--------------|-----------------|
| 34 | Consej 9  | 1696.034 | 52           | 1748.034        |
| 36 | Consej 10 | 1696.034 | 52           | 1748.034        |
| 37 | Consej 11 | 1696.034 | 52           | 1748.034        |
| 38 | Consej 12 | 1591.045 | 52           | 1643.045        |
|    |           |          | <b>Total</b> | <b>221126.2</b> |

Tabla 8: Resumen Cargas Térmicas verano

## 2.1.2. Cálculo de las cargas térmicas de invierno

### 2.1.2.1. Datos de partida

Para el cálculo de las pérdidas de invierno de nuevo lo primero que hay que tener en cuenta son las condiciones exteriores del proyecto que vienen determinadas por la ciudad de estudio, a partir de la Tabla 1 del manual de Carrier.

Condiciones externas climáticas:

*Invierno*

- *Temperatura seca: 2°C*

Posteriormente han de definirse las condiciones de confort que se desean establecer en el edificio a climatizar a partir de la tabla 3, concretadas para el invierno:

| <i>Estación</i> | <i>Temperatura interior (°C)</i> | <i>Humedad relativa</i> |
|-----------------|----------------------------------|-------------------------|
| <i>Invierno</i> | <i>22</i>                        | <i>45%</i>              |

Tabla 9: Condiciones internas invierno

En este caso, la necesidad de combatir las bajas temperaturas hace que las cargas por radiación, ocupación, iluminación y debidas a equipos supongan un aporte de calor a los locales y que, por tanto, solamente se tendrá en cuenta la carga térmica debida a la transmisión (pérdidas por transmisión) (flujo de calor hacia el exterior).

### 2.1.2.2. Transmisión (Carga Externa)

Como se ha dicho anteriormente el cálculo de pérdidas en invierno se realizará para la situación más desfavorable, es decir, sin tener en cuenta cargas interiores de ocupación, iluminación y equipos, que aportarían calor y sin tener en cuenta la radiación solar, que también contribuiría a calentar el edificio. También se evitarán las cargas provenientes de la infiltración de aire al crear una sobrepresión en el edificio.

Por ello únicamente se calcularán las cargas obtenidas por transmisión entre el interior del edificio y el exterior y entre el local a climatizar y espacios del inmueble no climatizados.

La fórmula utilizada para los cálculos es la siguiente:

$$Q_{perdidas\ transmision} = K \times S \times \Delta T \times f_v \times C_{p,regimen}$$

donde  $Q_{perdidas\ transmision}$  es el calor transmitido,  $K$  es el coeficiente de transmisión térmica del material,  $S$  es la superficie del cerramiento,  $\Delta T$  la diferencia de temperatura entre ambos lados del cerramiento,  $f_v$  es el factor de viento y  $C_{p,regimen}$  el factor de puesta a régimen.

Cuando el local a calcular este adyacente a uno no climatizado, habrá que tener en cuenta la transmisión entre ambos locales,  $\Delta T$  siendo la mitad de la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del edificio.

El factor de viento  $f_v$  y el factor de puesta a régimen  $C_{p,regimen}$  dependerán del material del cerramiento así como de la orientación del mismo. Estos factores se obtienen del manual Carrier (CARR80) y se detallan en la siguiente tabla:

| Material | Orientación | $f_v$ | $C_{p,regimen}$ |
|----------|-------------|-------|-----------------|
| Cristal  | Norte       | 1.35  | 1.15            |
| Cristal  | Este        | 1.25  | 1.10            |
| Cristal  | Sur         | 1.00  | 1.10            |

|                |       |      |      |
|----------------|-------|------|------|
| Cristal        | Oeste | 1.20 | 1.15 |
| Muro exterior  | Norte | 1.20 | 1.15 |
| Muro exterior  | Este  | 1.15 | 1.10 |
| Muro exterior  | Sur   | 1.00 | 1.10 |
| Muro exterior  | Oeste | 1.10 | 1.15 |
| Cubierta       | -     | 1.00 | 1.15 |
| Tabique LNC    | -     | 1.00 | 1.00 |
| Techo LNC      | -     | 1.00 | 1.00 |
| Suelo interior | -     | 1.00 | 1.00 |
| Suelo exterior | -     | 1.00 | 1.15 |

Tabla 10: Factor de viento y factor de puesta a régimen

### 2.1.2.3. Resumen de las cargas (pérdidas) de invierno

A continuación se muestran, separadas por módulos, los resultados de las pérdidas de invierno del edificio en cuestión.

El cálculo detallado de cada módulo se ha realizado utilizando una hoja de Excel. Estas hojas de cálculo se incluyen en el capítulo 3 (Anexos) de la memoria.

|    | Módulos             | (kcal/h)     | (kcal/h)         | (kcal/h)     | (kcal/h) |
|----|---------------------|--------------|------------------|--------------|----------|
|    |                     | Perdidas ext | Perdidas ventana | Perdidas LNC | Total    |
| 1  | Oficinas baja       | 701          | 2915             | 341          | 3957     |
| 2  | Vestibulo/Recepcion | 0            | 7494             | 1682         | 9176     |
| 3  | Aseo masculino      | 0            | 0                | 50           | 50       |
| 4  | Aseo femenino       | 0            | 0                | 50           | 50       |
| 5  | Aseo Minusvalidos   | 0            | 0                | 50           | 50       |
| 6  | Salon de actos      | 1617         | 12216            | 0            | 13833    |
| 7  | Sala de reunion     | 0            | 681              | 0            | 681      |
| 8  | Oficinas primera    | 940          | 9757             | 360          | 11057    |
| 9  | Sala de control     | 0            | 1009             | 109          | 1118     |
| 10 | Sala de traduccion  | 0            | 531              | 0            | 531      |
| 11 | Pasillos            | 205          | 5522             | 1232         | 6959     |
| 12 | Despacho Presidente | 1010         | 1344             | 204          | 2558     |

|    |                                |      |      |              |              |
|----|--------------------------------|------|------|--------------|--------------|
| 13 | Despacho Vicepresidente        | 225  | 771  | 119          | 1115         |
| 14 | Despacho Secretario Consejo    | 652  | 1104 | 172          | 1928         |
| 15 | Despacho Direc. Comunicaciones | 225  | 771  | 228          | 1224         |
| 16 | Sala Reunion Consejo           | 631  | 1518 | 331          | 2480         |
| 17 | Despacho Director General      | 415  | 1313 | 462          | 2190         |
| 18 | Secretaria                     | 222  | 1552 | 464          | 2238         |
| 19 | Sala Reuniones 1               | 182  | 546  | 300          | 1028         |
| 20 | Sala Reuniones 2               | 238  | 0    | 689          | 927          |
| 21 | Salita 1                       | 220  | 1562 | 241          | 2023         |
| 22 | Salita 2                       | 220  | 1562 | 241          | 2023         |
| 23 | Sala espera                    | 334  | 2393 | 480          | 3207         |
| 24 | Cuarto Conductor               | 135  | 1051 | 163          | 1349         |
| 25 | Recepcion / Sala de espera     | 652  | 1696 | 572          | 2920         |
| 26 | Comedor / Sala estar TV        | 1542 | 1479 | 979          | 4000         |
| 27 | Consej 1                       | 85   | 501  | 77           | 663          |
| 28 | Consej 2                       | 85   | 501  | 77           | 663          |
| 29 | Consej 3                       | 85   | 501  | 77           | 663          |
| 30 | Consej 4                       | 85   | 501  | 77           | 663          |
| 31 | Consej 5                       | 85   | 501  | 77           | 663          |
| 32 | Consej 6                       | 85   | 501  | 77           | 663          |
| 33 | Consej 7                       | 348  | 534  | 50           | 932          |
| 34 | Consej 8                       | 96   | 369  | 77           | 542          |
| 35 | Consej 9                       | 96   | 369  | 77           | 542          |
| 36 | Consej 10                      | 96   | 369  | 77           | 542          |
| 37 | Consej 11                      | 96   | 369  | 77           | 542          |
| 38 | Consej 12                      | 352  | 284  | 124          | 760          |
|    |                                |      |      | <b>Total</b> | <b>86510</b> |

Tabla 11: Resumen Cargas Térmicas invierno

## 2.2. Diseño de la instalación

### 2.2.1. Cálculo y selección de equipos

Las cargas anteriores de verano e invierno se recogen, para cada uno de los módulos, en la siguiente gráfica:

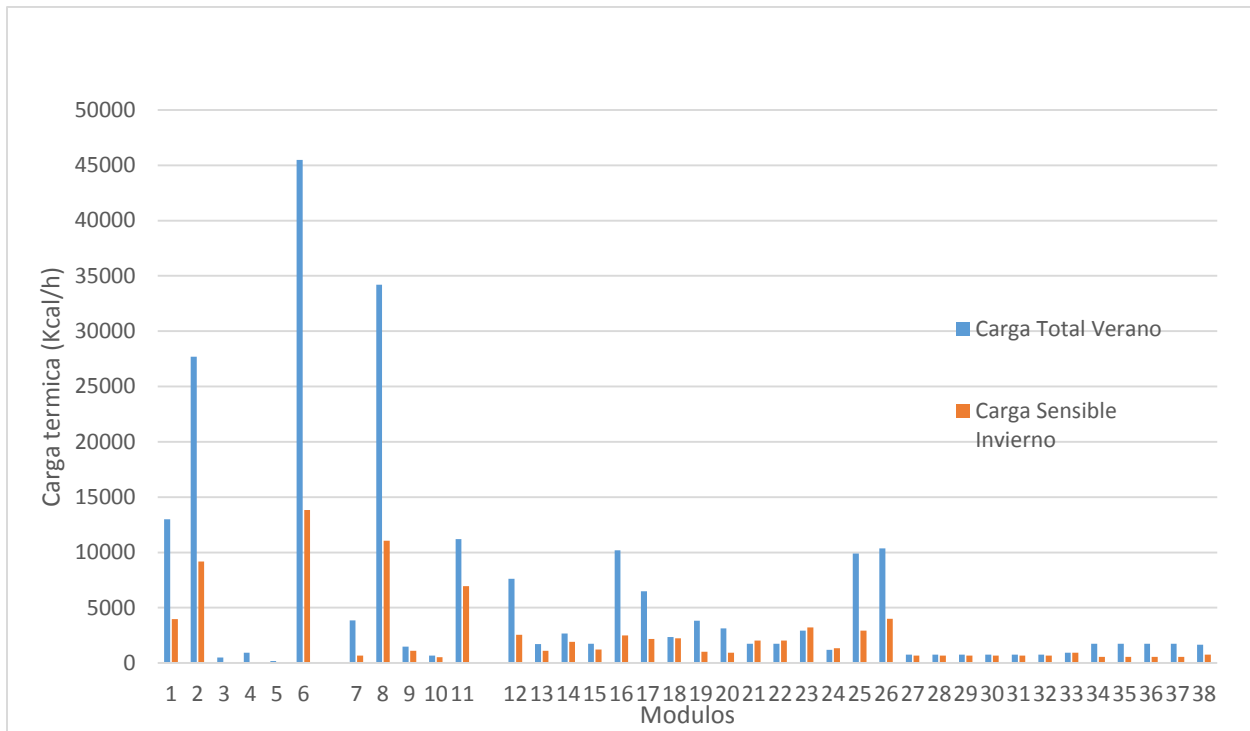


Tabla 12: Cargas térmicas totales distribuidas por módulos

Como sabemos, las zonas que van a tener climatizadores van a ser las que mayor carga térmica van a soportar. Por tanto, y a partir del gráfico anterior, decidimos utilizar climatizadores en los siguientes módulos:

*Planta baja:*

Módulo 2: Vestíbulo / Recepción.

Módulo 6: Salón de actos.

*Planta Primera:*

Módulo 8: Oficinas primera.

Para el resto de módulos se utilizarán fan-coils.

### 2.2.1.1. Fan-coils

A la hora de seleccionar los fan-coils debemos comprobar que la potencia tanto frigorífica como calorífica (medida en este caso en vatios) sea suficiente para contrarrestar las cargas que hay en el local en cuestión.

Para el edificio de oficinas en cuestión se han seleccionado unidades fan-coils de cassette hidrónicos de la marca Carrier modelo 42 GWD de 4 tuberías.

A continuación se muestra una tabla con los datos físicos de los modelos escogidos, pero para más detalle se recomienda consultar el catálogo de dichos fan-coils en el apartado de Anexos (capítulo 3 de la memoria).

|                                   | <b>Modelo: 42 GWD-</b> |          |           |           |
|-----------------------------------|------------------------|----------|-----------|-----------|
|                                   | <b>4</b>               | <b>8</b> | <b>10</b> | <b>20</b> |
| Potencia frigorífica total (W)    | 1900                   | 3400     | 4000      | 9800      |
| Potencia frigorífica sensible (W) | 1700                   | 2900     | 3400      | 7300      |
| Potencia calorífica (W)           | 1900                   | 4800     | 4600      | 9000      |
| Caudal aire (m <sup>3</sup> /h)   | 450                    | 489.6    | 601.2     | 1134      |
| Caudal agua fría (l/h)            | 324                    | 576      | 684       | 1548      |
| Caudal agua caliente (l/h)        | 180                    | 360      | 396       | 792       |

*Tabla 13: Modelos fan-coils*

La potencia necesaria para climatizar los locales será la suma de la carga sensible y latente de verano y la carga sensible de invierno, aunque en realidad bastaría con dimensionar los equipos para verano ya que en invierno la potencia necesaria es mucho menor que la máxima que es capaz de ofrecer el fan-coil.

Para calcular el caudal de agua que necesitan las baterías de frío y de calor de los fan-coils, debemos tener en cuenta el salto térmico que va a haber en dichas baterías, y dividir la potencia de las cargas del local entre este salto térmico de temperaturas. Volvemos a recordar que dicha diferencia de temperaturas es de 5°C tanto para las baterías de calor como de frío (entrada en la batería fría a 7°C y salida a 12°C, y entrada en la batería de calor a 50°C y salida a 45°C).

Tenemos:

| Módulos |                                   | Carga total<br>Verano (W)<br>Pot frigorífica | Carga sensible<br>Invierno (W)<br>Pot calorífica | Q agua<br>fria (l/h) | Q agua<br>caliente (l/h) |
|---------|-----------------------------------|--|--|----------------------|--------------------------|
| 1       | Oficinas Baja                     | 15120.05                                     | 4601.163   | 2600.648             | 791.4                    |
| 3       | Aseo masculino                    | 573.061                                      | 50   | 98.5665              | 10                       |
| 4       | Aseo femenino                     | 1071.497                                     | 50   | 184.2975             | 10                       |
| 5       | Aseo minusvalidos                 | 214.8328                                     | 50   | 36.95125             | 10                       |
| 7       | Sala de reunion                   | 4471.509                                     | 791.8605   | 769.0996             | 136.2                    |
| 9       | Sala de control                   | 1722.543                                     | 1300   | 296.2773             | 223.6                    |
| 10      | Sala de traduccion                | 795.285                                      | 617.4419   | 136.789              | 106.2                    |
| 11      | Pasillos                          | 13012.25                                     | 8091.86  | 2238.107             | 1391.8                   |
| 12      | Despacho Presidente               | 8866.407                                     | 2974.419   | 1547.622             | 511.6                    |
| 13      | Despacho<br>Vicepresidente        | 1998.117                                     | 1296.512   | 343.6762             | 223                      |
| 14      | Despacho Secretario<br>Consejo    | 3105.196                                     | 2241.86  | 534.0937             | 385.6                    |
| 15      | Despacho Direc.<br>Comunicaciones | 2042.217                                     | 1423.256   | 351.2614             | 244.8                    |
| 16      | Sala Reunion Consejo              | 11839.1                                      | 2883.721   | 2036.326             | 496                      |
| 17      | Despacho Director<br>General      | 7529.543                                     | 2546.512   | 1295.081             | 438                      |
| 18      | Secretaria                        | 2746.749                                     | 2602.326   | 472.4409             | 447.6                    |
| 19      | Sala Reuniones 1                  | 4434.366                                     | 1195.349   | 762.711              | 205.6                    |
| 20      | Sala Reuniones 2                  | 3654.862                                     | 1077.907   | 628.6362             | 185.4                    |
| 21      | Salita 1                          | 2030.079                                     | 2352.326   | 349.1737             | 404.6                    |
| 22      | Salita 2                          | 2030.079                                     | 2352.326   | 349.1737             | 404.6                    |
| 23      | Sala espera                       | 3391.871                                     | 3729.07  | 583.4018             | 641.4                    |
| 24      | Cuarto Conductor                  | 1376.268                                     | 1568.605   | 236.718              | 269.8                    |
| 25      | Recepcion / Sala de<br>espera     | 11517.12                                     | 3395.349   | 1980.944             | 584                      |
| 26      | Comedor / Sala estar<br>TV        | 12066.47                                     | 4651.163   | 2075.433             | 800                      |
| 27      | Consej 1                          | 897.5142                                     | 770.9302   | 154.3724             | 132.6                    |
| 28      | Consej 2                          | 897.5142                                     | 770.9302   | 154.3724             | 132.6                    |
| 29      | Consej 3                          | 897.5142                                     | 770.9302   | 154.3724             | 132.6                    |
| 30      | Consej 4                          | 897.5142                                     | 770.9302   | 154.3724             | 132.6                    |
| 31      | Consej 5                          | 897.5142                                     | 770.9302   | 154.3724             | 132.6                    |

|    |           |          |          |          |       |
|----|-----------|----------|----------|----------|-------|
| 32 | Consej 6  | 897.5142 | 770.9302 | 154.3724 | 132.6 |
| 33 | Consej 7  | 1086.387 | 1083.721 | 186.8585 | 186.4 |
| 34 | Consej 8  | 2032.598 | 630.2326 | 349.6069 | 108.4 |
| 35 | Consej 9  | 2032.598 | 630.2326 | 349.6069 | 108.4 |
| 36 | Consej 10 | 2032.598 | 630.2326 | 349.6069 | 108.4 |
| 37 | Consej 11 | 2032.598 | 630.2326 | 349.6069 | 108.4 |
| 38 | Consej 12 | 1910.517 | 883.7209 | 328.6089 | 152   |

Tabla 14: Cargas en W y caudales de agua fan-coils

Tras haber calculado las necesidades de potencia y caudal se pasa a elegir el modelo y el número de equipos a instalar por sala, que deberán vencer las cargas mostradas en la tabla anterior.

El número de fan-coils por sala depende de la superficie de cada sala y de su geometría. De esta manera, de forma genérica se pondrá un fan-coil en las salas con superficies menores a 32 m<sup>2</sup>, dos en las salas con superficies comprendidas entre 32 y 45 m<sup>2</sup>, y 3 o 4 en las que superen los 45m<sup>2</sup>. Esto es solo de forma genérica, pues también hemos tenido en cuenta la geometría, ya que si son salas alargadas se dispondrán los fan-coils de forma lineal, y si son salas cuadradas se dispondrán un número par de fan-coils (2 ó 4). Con esto lo que se busca es que haya simetría y que haya un buen reparto del aire dentro de las salas a climatizar con fan-coils.

En la siguiente tabla se muestran los equipos seleccionados y el número por local.

| Módulos |                                | Area   | Num Fan-Coils | Modelo 42 GWD -0 | P(W) FC |
|---------|--------------------------------|--------|---------------|------------------|---------|
| 1       | Oficinas Baja                  | 131.32 | 4             | 3*10+1*08        | 15400   |
| 3       | Aseo masculino                 | 9.54   | 1             | 4                | 1900    |
| 4       | Aseo femenino                  | 15.1   | 1             | 4                | 1900    |
| 5       | Aseo minusvalidos              | 4.45   | 1             | 4                | 1900    |
| 7       | Sala de reunion                | 34.29  | 2             | 1*08+1*04        | 5300    |
| 9       | Sala de control                | 22.92  | 1             | 4                | 1900    |
| 10      | Sala de traduccion             | 6.9    | 1             | 4                | 1900    |
| 11      | Pasillos                       | 91.57  | 4             | 3*08+1*10        | 14200   |
| 12      | Despacho Presidente            | 78.317 | 3             | 8                | 10200   |
| 13      | Despacho Vicepresidente        | 28.45  | 1             | 8                | 3400    |
| 14      | Despacho Secretario Consejo    | 46.41  | 2             | 4                | 3800    |
| 15      | Despacho Direc. Comunicaciones | 28.45  | 1             | 8                | 3400    |
| 16      | Sala Reunion Consejo           | 79.75  | 4             | 3*08+1*10        | 14200   |

|    |                            |        |   |           |       |
|----|----------------------------|--------|---|-----------|-------|
| 17 | Despacho Director General  | 52.46  | 3 | 2*08+1*04 | 8700  |
| 18 | Secretaria                 | 28     | 1 | 8         | 3400  |
| 19 | Sala Reuniones 1           | 22.95  | 1 | 20        | 9800  |
| 20 | Sala Reuniones 2           | 30.13  | 2 | 4         | 3800  |
| 21 | Salita 1                   | 27.8   | 1 | 8         | 3400  |
| 22 | Salita 2                   | 27.8   | 1 | 8         | 3400  |
| 23 | Sala espera                | 42.22  | 2 | 1*04+1*08 | 5300  |
| 24 | Cuarto Conductor           | 17     | 1 | 4         | 1900  |
| 25 | Recepcion / Sala de espera | 82.46  | 4 | 3*08+1*10 | 14200 |
| 26 | Comedor / Sala estar TV    | 151.45 | 4 | 3*08+1*10 | 14200 |
| 27 | Consej 1                   | 10.73  | 1 | 4         | 1900  |
| 28 | Consej 2                   | 10.73  | 1 | 4         | 1900  |
| 29 | Consej 3                   | 10.73  | 1 | 4         | 1900  |
| 30 | Consej 4                   | 10.73  | 1 | 4         | 1900  |
| 31 | Consej 5                   | 10.73  | 1 | 4         | 1900  |
| 32 | Consej 6                   | 10.73  | 1 | 4         | 1900  |
| 33 | Consej 7                   | 13.82  | 1 | 4         | 1900  |
| 34 | Consej 8                   | 12.17  | 1 | 4         | 1900  |
| 35 | Consej 9                   | 12.17  | 1 | 4         | 1900  |
| 36 | Consej 10                  | 12.17  | 1 | 4         | 1900  |
| 37 | Consej 11                  | 12.17  | 1 | 4         | 1900  |
| 38 | Consej 12                  | 14.74  | 1 | 8         | 3400  |

Tabla 15: Selección fan-coils

Obtenemos un total de 58 fan-coils cuya potencia total instalada asciende a 171.800 W. Para una carga máxima de verano de 132.121 W, tenemos un porcentaje de utilización de los mismos del 76,9%.

### 2.2.1.2. Climatizadores

En el cálculo de climatizadores se distinguen dos partes diferentes según se precise calcular en condiciones de verano o de invierno. Ambos cálculos van a estar basados en el diagrama psicrométrico, cuyo uso se explica a continuación.

#### Verano

Para calcular las condiciones del aire de impulsión (que es el aire inyectado en la habitación), necesitamos los valores totales ya calculados de carga sensible y latente de la zona a climatizar, el caudal de ventilación, las condiciones externas de referencia y confort y el factor de bypass.

Las condiciones de las que partimos son:

| Verano                        |          |          |
|-------------------------------|----------|----------|
|                               | Exterior | Interior |
| Temper. Seca Ts (°C)          | 31       | 24       |
| Humedad Relativa (%)          | 68       | 50       |
| Humedad específica (H) (g/kg) | 19.5     | 9.4      |

Tabla 16: Condiciones verano

Las baterías tienen un factor de bypass debido a que un caudal de aire entra a la batería, cuya temperatura es la temperatura de Rocío (Tr). Una parte de ese caudal pasa “de largo” por la batería, y sale en las mismas condiciones a las que entró. Esta parte está medida por el Factor de Bypass (FB). En nuestro caso dicho factor será del 15%. La otra parte será por lo tanto 1-FB, la cual será enfriada efectivamente por la batería y sale saturada a la temperatura de rocío. Finalmente estas dos corrientes se mezclan a la salida de la batería.

El primer paso es posicionar nuestros puntos de trabajo con las condiciones internas y externas en el ábaco psicrométrico. Al tratarse de mismas condiciones para todos los recintos que se van a climatizar mediante climatizadores, este primer paso es común a todos los módulos con climatizador.

A continuación, para obtener las condiciones del aire a la salida de la batería de frío del climatizador (punto 1), utilizamos las cargas efectivas. Estas se obtienen con los valores de calor sensible y latente ligeramente modificados debido al Factor de Bypass.

Las fórmulas son:

$$Q_{sensible\ efectivo} = Q_{sensible} + Q_v \times FB \times 0,3 \times (T_{ext} - T_{int})$$

$$Q_{latente\ efectivo} = Q_{latente} + Q_v \times FB \times 0,3 \times (H_{ext} - H_{int})$$

Con estas cargas efectivas se obtiene el Factor de Calor Sensible Efectivo (FCSE) que equivale a la cantidad de Calor Sensible Efectivo que se tiene comparado con la carga efectiva total.

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

Con este dato obtenemos la pendiente de la recta FCSE, y trazamos una recta con dicha pendiente pasando por las condiciones de confort (int) hasta que corte con la línea de saturación (HR=100%). Este punto será el punto del aire al salir de la batería de frío, al que llamamos Punto 1.

Con los datos del Punto 1 ya podemos calcular el caudal de impulsión del climatizador despejando de una de las siguientes expresiones:

$$Q_{sensible\ efectivo} = Q_{impulsion} \times (1 - FB) \times 0,3 \times (T_{int} - T_1)$$

$$Q_{latente\ efectivo} = Q_{impulsion} \times (1 - FB) \times 0,7 \times (H_{int} - H_1)$$

El caudal de ventilación se mezcla con el caudal de retorno procedente del local. Esta mezcla es previa a la entrada del aire a la batería de frío del climatizador, por lo que para lograr el equilibrio de flujos entre entrada y salida el caudal de retorno se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{retorno} = Q_{impulsion} - Q_{aire\ exterior} (Q_v)$$

Este punto de mezcla al que vamos a representar como Punto “m” se encuentra en la recta que une las condiciones exteriores con las de confort, por lo que la temperatura y la humedad absoluta de dicho punto se calcularán de la siguiente manera:

$$q_v = \frac{Q_v}{Q_{impulsion}}$$

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

Estos dos valores los utilizamos en las siguientes ecuaciones:

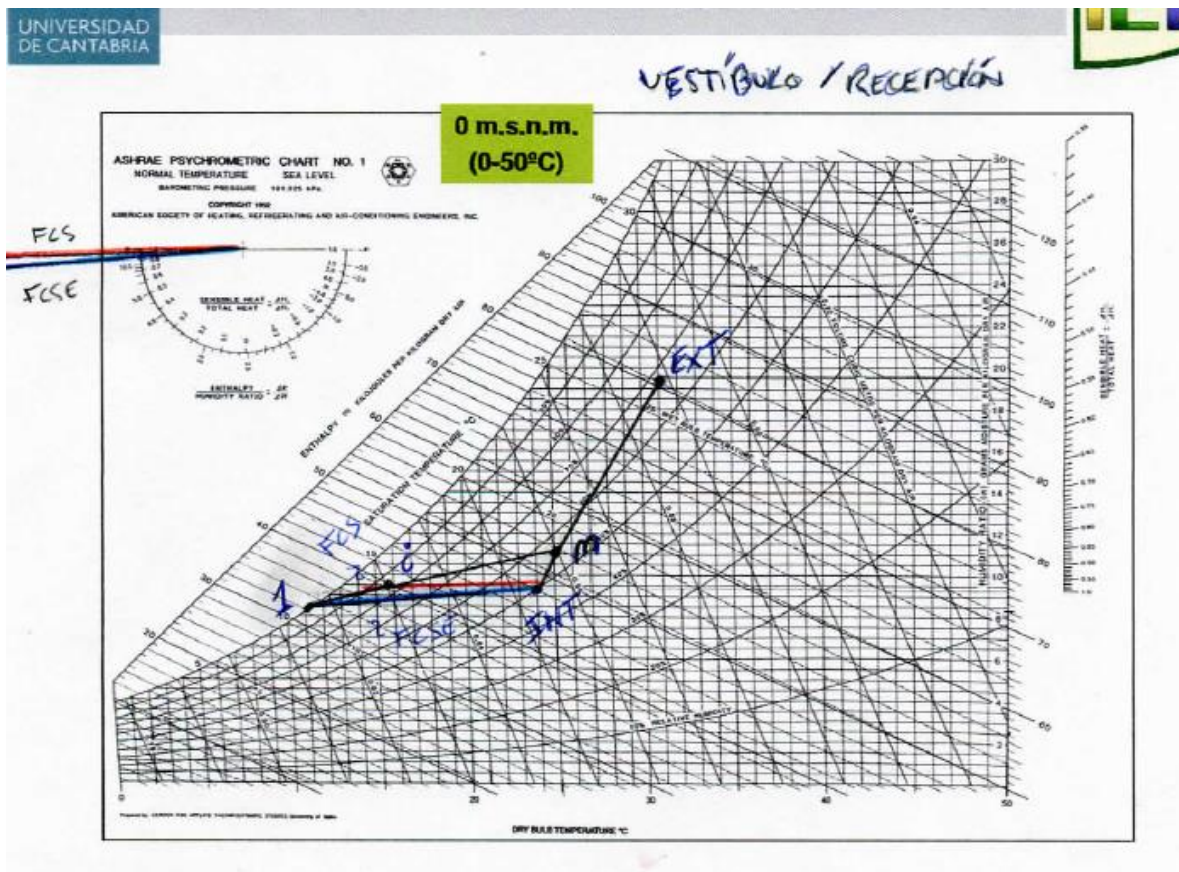
$$T_m = q_v \times T_{ext} + q_r \times T_{int}$$

$$H_m = q_v \times H_{ext} + q_r \times H_{int}$$

Para finalmente obtener las condiciones del punto de impulsión seguimos el procedimiento anterior, pero esta vez partiendo del Factor de Calor Sensible (FCS) que equivale a la cantidad de calor sensible que se tiene en comparación con la carga total:

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

De la misma forma que hemos hecho antes, con este dato y las condiciones de confort (int), trazamos una línea en el diagrama psicrométrico hasta donde corte con la línea que une el Punto “m” con el Punto 1, y éste será por tanto el Punto de Impulsión o Punto “i”.



Con estos datos ya tenemos todos los datos necesarios para calcular la potencia necesaria para la selección de los climatizadores.

$$Pot_{frigs} = Q_{impulsion} \times 0,3 \times (T_m - T_i)$$

$$Pot_{frigl} = Q_{impulsion} \times 0,7 \times (H_m - H_i)$$

$$Pot_{frigtot} = Pot_{frigs} + Pot_{frigl}$$

Para conocer el último dato, el caudal de agua fría que debe ser bombeado desde el grupo frigorífico, al que le entra el agua a 12°C y sale a 7°C, se emplea la siguiente ecuación, considerando que el calor específico del agua en las condiciones de trabajo es  $C_e = 1 \text{ Kcal/hL}$ .

$$Q_{agua\ fria} = \frac{Pot_{frigtot}}{C_e \times (12 - 7)} = \frac{Pot_{frigtot}}{5}$$

## Invierno

Las condiciones de las que partimos son:

| Invierno                      | Exterior | Interior |
|-------------------------------|----------|----------|
| Temper. Seca $T_s$ (°C)       | 2        | 22       |
| Humedad Relativa (%)          | -        | 45       |
| Humedad específica (H) (g/kg) | 2.5      | 7.5      |

Tabla 17: Condiciones invierno

En cuanto a las cargas, sabemos que las pérdidas son la carga sensible que existe en el módulo en invierno. Dado que los conductos no van a cambiar entre invierno y verano, sabemos de inicio que el valor del caudal de impulsión se mantiene igual al calculado previamente en la climatización de verano.

Aplicamos la siguiente fórmula a partir de los datos conocidos, obteniendo la temperatura de impulsión ( $T_i$ ):

$$Pérdidas = Q_{impulsion} \times 0,3 \times (T_i - T_{int})$$

De igual manera que hicimos en verano, se hace el balance de flujos y temperaturas para obtener el caudal de temperatura de mezcla.

$$q_v = \frac{Q_v}{Q_{impulsion}}$$

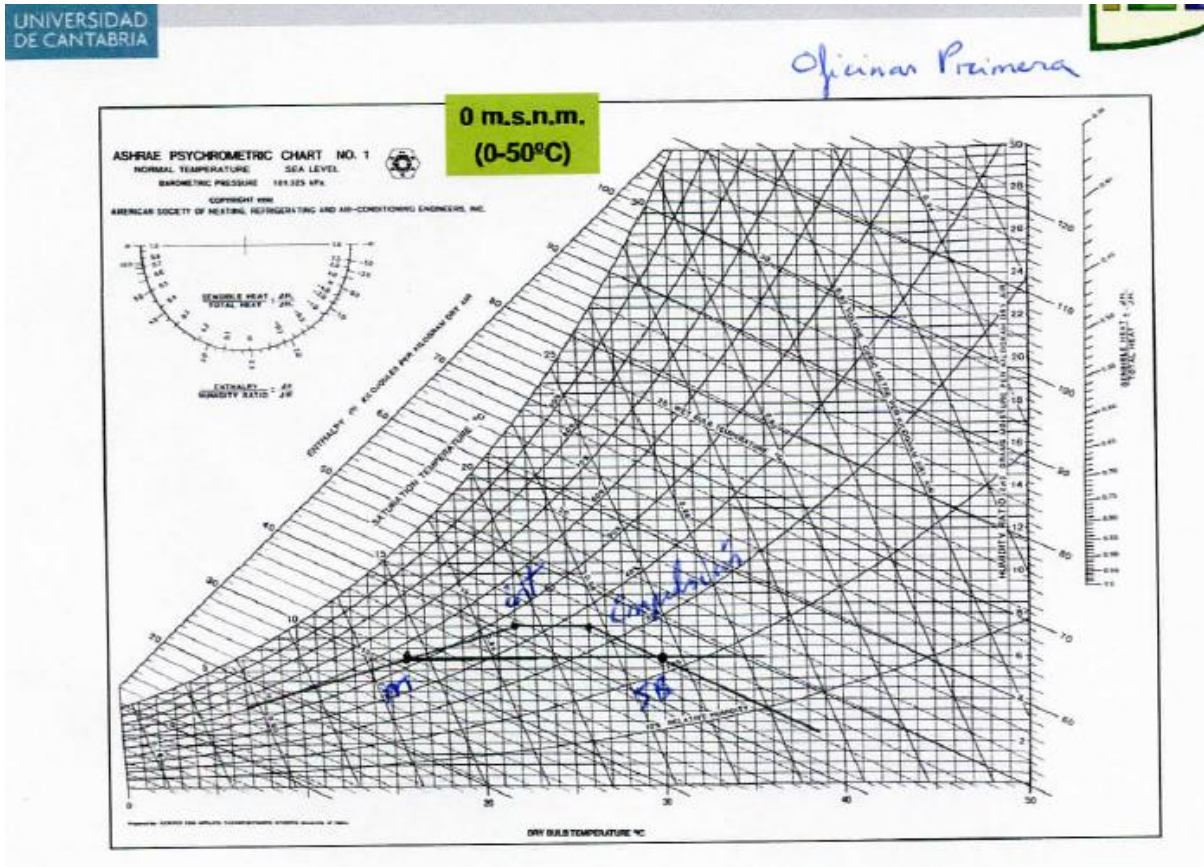
$$q_r = \frac{Q_{retorno}}{Q_{impulsion}}$$

$$T_m = q_v \times T_{ext} + q_r \times T_{int}$$

$$H_m = q_v \times H_{ext} + q_r \times H_{int}$$

En el caso de invierno la humedad relativa del aire va a ser más baja que la deseada, lo que provoca que en el interior de la sala el aire sea muy seco. Para solucionar esto, se humecta ese aire inyectando agua en el caudal de aire de impulsión mediante un humidificador isentálpico. Por lo tanto habrá que calentar más el aire hasta que llegue a un punto que vamos a llamar Punto “SB”, pues al añadir agua y ésta pasar a vapor, roba calor al hacer este cambio de estado. Para conseguir ese punto en el diagrama psicrométrico, trazamos una horizontal desde el Punto “m” (puesto que  $H_m = H_{SB}$ ), y desde el punto de impulsión ya calculado trazamos una línea a entalpía constante. Donde se corten ambas rectas estará nuestro Punto SB. La cantidad de agua necesaria se calcula con la siguiente fórmula:

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



La potencia de la batería será, por tanto:

$$Pot_{calorif} = Q_{impulsion} \times 0,3 \times (T_{SB} - T_m)$$

Y la cantidad de agua caliente necesaria será:

$$Q_{agua\ caliente} = \frac{Pot_{calorif}}{C_e \times (50 - 45)} = \frac{Pot_{frig\ total}}{5}$$

## Selección de climatizadores

Cada climatizador consta de dos ventiladores, de retorno e impulsión, dos filtros, fino y grueso, batería de calor y varias de frío, según sean las necesidades del climatizador. El climatizador de cada local debe hacer frente al caudal a tratar y a las pérdidas de carga que se vayan a producir buscando siempre el mayor rendimiento posible de los mismos.

Se muestran ahora los resultados relativos a los cálculos expuestos previamente. Todos ellos se han realizado manualmente con el ábaco. Estos datos son los requerimientos mínimos que deben cumplir los climatizadores de los 3 módulos (vestíbulo de la planta baja, salón de actos y oficinas de la primera planta) acondicionados mediante ellos:

|   |                                 |          |
|---|---------------------------------|----------|
| Climatizador 3:<br><br>Vestíbulo /<br>Recepción | Presión (Pa)                    | 500      |
|   | Q agua fría (l/h)               | 6874.365 |
|   | Q agua caliente                 | 5330.867 |
|   | Pot bat frío (W)                | 39967.24 |
|   | Pot bat calor (W)               | 30993.41 |
|   | Q impulsión (m <sup>3</sup> /h) | 7919.969 |
|   | Q retorno (m <sup>3</sup> /h)   | 6209.969 |
|   | Humectador isentálpico (l/h)    | 10.26    |

|                                   |                                 |          |
|-----------------------------------|---------------------------------|----------|
| Climatizador 4:<br>Salón de actos | Presión (Pa)                    | 500      |
|                                   | Q agua fría (l/h)               | 15862.79 |
|                                   | Q agua caliente                 | 12267.38 |
|                                   | Pot bat frío (W)                | 92225.53 |
|                                   | Pot bat calor (W)               | 71321.96 |
|                                   | Q impulsión (m <sup>3</sup> /h) | 10213.59 |
|                                   | Q retorno (m <sup>3</sup> /h)   | 5863.59  |
|                                   | Humectador isentálpico (l/h)    | 26.1     |

|                                     |                                 |          |
|-------------------------------------|---------------------------------|----------|
| Climatizador 5:<br>Oficinas Primera | Presión (Pa)                    | 500      |
|                                     | Q agua fría (l/h)               | 10175.94 |
|                                     | Q agua caliente                 | 7553.145 |
|                                     | Pot bat frío (W)                | 59162.44 |
|                                     | Pot bat calor (W)               | 43913.63 |
|                                     | Q impulsión (m <sup>3</sup> /h) | 9319.228 |
|                                     | Q retorno (m <sup>3</sup> /h)   | 6799.228 |
|                                     | Humectador isentálpico (l/h)    | 15.12    |

Ahora se muestran los requerimientos de los 2 climatizadores de acondicionamiento de aire primario de los fan-coils distribuidos por las 3 plantas:

|  |                                 |       |
|--|---------------------------------|-------|
| Climatizador 1:<br>Planta baja y primera | Presión (Pa)                    | 500   |
|  | Q agua fría (l/h)               | 6500  |
|  | Q agua caliente                 | 3500  |
|  | Pot bat frío (W)                | 76950 |
|  | Pot bat calor (W)               | 46400 |
|  | Q impulsión (m <sup>3</sup> /h) | 2100  |

|                                   |                                 |       |
|-----------------------------------|---------------------------------|-------|
| Climatizador 2:<br>Planta segunda | Presión (Pa)                    | 500   |
|                                   | Q agua fría (l/h)               | 8000  |
|                                   | Q agua caliente                 | 4500  |
|                                   | Pot bat frío (W)                | 95200 |
|                                   | Pot bat calor (W)               | 45400 |
|                                   | Q impulsión (m <sup>3</sup> /h) | 6000  |

Para la asignación de cada uno de los climatizadores, se han recopilado todos los datos anteriores con el fin de facilitárselos a un fabricante de climatizadores de la marca TERMOVEN, y pedir así un asesoramiento en la elección del climatizador más conveniente en cada caso.

Las especificaciones de los climatizadores elegidos se pueden encontrar asimismo en el capítulo 3 (Anexos) de la memoria.

## 2.2.2. Cálculo de tuberías de agua

Las tuberías serán las encargadas de transportar el agua fría y caliente entre la caldera, el grupo frigorífico, los climatizadores y los fan-coils. Se dispondrá un sistema a cuatro tubos con circuitos de impulsión y retorno tanto de agua fría como de agua caliente. Todas las tuberías serán de acero y de sección circular.

Las tuberías bajarán por el patinillo del edificio hasta las diferentes plantas y se distribuirán hasta los fan-coils a lo largo del hueco creado por el falso techo. La disposición detallada se mostrará en los planos de tuberías de agua, que se encuentran en el capítulo 1 de la parte II.

### 2.2.2.1. Tuberías de agua fría

El diseño de las tuberías de agua fría se realizará utilizando las cargas de verano calculadas en el capítulo 2.1.1.

Para su dimensionamiento se necesitará en primer lugar conocer los caudales de acuerdo a la siguiente fórmula:

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

donde  $Calor \left( \frac{kcal}{h} \right)$  se refiere a la carga térmica de verano calculada en cada estancia (módulo) del edificio e  $\Delta Temperatura\ agua\ fría \text{ (}^\circ\text{C)}$  es el incremento de temperatura existente en las tuberías de agua fría. Dicho incremento es de 5°C en todos los circuitos al enviarse el agua a 7°C y retornar a 12°C.

Una vez obtenidos todos los caudales se seleccionará el diámetro de las tuberías. Para ello se utilizará el diagrama de Moody correspondiente a tuberías de acero para agua fría a 10°C, el cual se adjunta en el capítulo 3 (Anexos) de la memoria. En dicha tabla se seleccionará el diámetro asegurándose que las pérdidas de carga sean inferiores a 20 mm.c.a./ml y que la velocidad del fluido no supere los 2 m/s.

A continuación se muestran los circuitos de tuberías de agua fría, indicando el caudal, la longitud y el diámetro de cada tramo:

|       | (l/h)  | (pulgadas)         | (mm)               | (mm)                | (m/s)     | (m)      |
|-------|--------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|----------|
| Tramo | Caudal | ∅ diametro nominal | ∅ diametro nominal | ∅ diametro interior | Velocidad | Longitud |
| 1     | 2920   | 1 1/2"             | 40                 | 41.8                | 0.6       | 2.2      |
| 2     | 2601   | 1 1/2"             | 40                 | 41.8                | 0.55      | 22       |
| 3     | 1300.5 | 1 1/2"             | 40                 | 41.8                | 0.3       | 3.25     |
| 4     | 650.25 | 1 1/4"             | 32                 | 35.9                | 0.23      | 3.25     |
| 5     | 650.25 | 1 1/4"             | 32                 | 35.9                | 0.23      | 1.8      |
| 6     | 1300.5 | 1 1/2"             | 40                 | 41.8                | 0.3       | 1.68     |
| 7     | 650.25 | 1 1/4"             | 32                 | 35.9                | 0.23      | 2        |
| 8     | 650.25 | 1 1/4"             | 32                 | 35.9                | 0.23      | 5.87     |
| 9     | 319    | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.18      | 8.16     |
| 10    | 98     | 3/8"               | 10                 | 12.5                | 0.24      | 4.45     |
| 11    | 221    | 3/4"               | 20                 | 21.6                | 0.19      | 5.25     |
| 12    | 184    | 3/4"               | 20                 | 21.6                | 0.16      | 2.5      |
| 13    | 37     | 3/8"               | 10                 | 12.5                | 0.11      | 5.34     |

Tabla 18: Circuito 1.1 Tuberías agua fría

|       | (l/h)  | (pulgadas)         | (mm)               | (mm)                | (m/s)     | (m)      |
|-------|--------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|----------|
| Tramo | Caudal | ∅ diametro nominal | ∅ diametro nominal | ∅ diametro interior | Velocidad | Longitud |
| 1     | 3440   | 1 1/2"             | 40                 | 41.8                | 0.7       | 1.17     |
| 2     | 1678.5 | 1 1/2"             | 40                 | 41.8                | 0.34      | 3.74     |
| 3     | 559.5  | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.28      | 3        |
| 4     | 1119   | 1 1/2"             | 40                 | 41.8                | 0.26      | 4.78     |
| 5     | 559.5  | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.28      | 0.4      |
| 6     | 559.5  | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.28      | 9.1      |
| 7     | 1761.5 | 1 1/2"             | 40                 | 41.8                | 0.37      | 5        |
| 8     | 559.5  | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.28      | 3.34     |
| 9     | 1202   | 1 1/2"             | 40                 | 41.8                | 0.26      | 0.87     |
| 10    | 769    | 1 1/4"             | 32                 | 35.9                | 0.23      | 1.4      |
| 11    | 384.5  | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.19      | 3.43     |
| 12    | 384.5  | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.19      | 6.72     |
| 13    | 433    | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.22      | 11.31    |
| 14    | 296    | 3/4"               | 20                 | 21.6                | 0.23      | 6.88     |
| 15    | 137    | 1/2"               | 15                 | 16                  | 0.19      | 2.58     |

Tabla 19: Circuito 1.2 Tuberías agua fría

| Tramo | (l/h)<br>Caudal | (pulgadas)<br>Ø diametro nominal | (mm)<br>Ø diametro nominal | (mm)<br>Ø diametro interior | (m/s)<br>Velocidad | (m)<br>Longitud |
|-------|-----------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------|
| 1     | 16364           | 3"                               | 80                         | 80.8                        | 0.89               | 2               |
| 2     | 10820           | 3"                               | 80                         | 80.8                        | 0.59               | 1.57            |
| 3     | 1981            | 1 1/2"                           | 40                         | 41.8                        | 0.41               | 1.53            |
| 4     | 495.25          | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.26               | 0.66            |
| 5     | 495.25          | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.26               | 0.85            |
| 6     | 990.5           | 1 1/4"                           | 32                         | 35.9                        | 0.27               | 2.22            |
| 7     | 495.25          | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.26               | 0.82            |
| 8     | 495.25          | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.26               | 3.67            |
| 9     | 8839            | 2 1/2"                           | 65                         | 68.8                        | 0.69               | 8.65            |
| 10    | 763             | 1 1/4"                           | 32                         | 35.9                        | 0.23               | 3               |
| 11    | 8076            | 2 1/2"                           | 65                         | 68.8                        | 0.62               | 8.65            |
| 12    | 1295            | 1 1/2"                           | 40                         | 41.8                        | 0.3                | 3.14            |
| 13    | 431             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.22               | 0.7             |
| 14    | 864             | 1 1/4"                           | 32                         | 35.9                        | 0.27               | 2.61            |
| 15    | 432             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.22               | 0.85            |
| 16    | 432             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.22               | 1.65            |
| 17    | 6781            | 2 1/2"                           | 65                         | 68.8                        | 0.53               | 6.31            |
| 18    | 2036            | 1 1/2"                           | 40                         | 41.8                        | 0.44               | 9.78            |
| 19    | 509             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.26               | 4.2             |
| 20    | 509             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.26               | 3               |
| 21    | 1018            | 1 1/2"                           | 40                         | 41.8                        | 0.26               | 4.67            |
| 22    | 509             | 1'                               | 25                         | 27.2                        | 0.26               | 2.87            |
| 23    | 509             | 1'                               | 25                         | 27.2                        | 0.26               | 4.25            |
| 24    | 4745            | 2 1/2"                           | 65                         | 68.8                        | 0.37               | 0.95            |
| 25    | 1525            | 1 1/2"                           | 40                         | 41.8                        | 0.34               | 16.22           |
| 26    | 508             | 1'                               | 25                         | 27.2                        | 0.26               | 3.57            |
| 27    | 1017            | 1 1/2"                           | 40                         | 41.8                        | 0.26               | 2.15            |
| 28    | 508.5           | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.26               | 4               |
| 29    | 508.5           | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.26               | 5.1             |
| 30    | 3220            | 1 1/2"                           | 40                         | 41.8                        | 0.66               | 1.1             |
| 31    | 1229            | 1 1/2"                           | 40                         | 41.8                        | 0.26               | 3               |
| 32    | 351             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.18               | 4               |
| 33    | 878             | 1 1/4"                           | 32                         | 35.9                        | 0.27               | 4.1             |
| 34    | 344             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.18               | 4.36            |
| 35    | 534             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.28               | 8.65            |
| 36    | 267             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.21               | 2.68            |
| 37    | 267             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.21               | 1.28            |
| 38    | 1991            | 1 1/2"                           | 40                         | 41.8                        | 0.41               | 11              |
| 39    | 472             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.26               | 2.37            |
| 40    | 1519            | 1 1/2"                           | 40                         | 41.8                        | 0.34               | 13.42           |

|    |        |        |    |      |      |       |
|----|--------|--------|----|------|------|-------|
| 41 | 583    | 1"     | 25 | 27.2 | 0.28 | 3     |
| 42 | 291.5  | 1"     | 25 | 27.2 | 0.18 | 1.46  |
| 43 | 291.5  | 1"     | 25 | 27.2 | 0.18 | 2.16  |
| 44 | 936    | 1 1/4" | 32 | 35.9 | 0.27 | 10.47 |
| 45 | 349    | 1"     | 25 | 27.2 | 0.18 | 2.3   |
| 46 | 587    | 1"     | 25 | 27.2 | 0.28 | 8.6   |
| 47 | 349    | 1"     | 25 | 27.2 | 0.18 | 2.27  |
| 48 | 238    | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.19 | 9     |
| 49 | 5544   | 2 1/2" | 65 | 68.8 | 0.42 | 11    |
| 50 | 2075   | 2"     | 50 | 53   | 0.32 | 0.5   |
| 51 | 1037.5 | 1 1/2" | 40 | 41.8 | 0.26 | 2.66  |
| 52 | 518.75 | 1"     | 25 | 27.2 | 0.25 | 0.92  |
| 53 | 518.75 | 1"     | 25 | 27.2 | 0.25 | 1.82  |
| 54 | 1037.5 | 1 1/2" | 40 | 41.8 | 0.26 | 8.5   |
| 55 | 518.75 | 1"     | 25 | 27.2 | 0.25 | 1.6   |
| 56 | 518.75 | 1"     | 25 | 27.2 | 0.25 | 1.9   |
| 57 | 3469   | 2 1/2" | 65 | 68.8 | 0.37 | 19.25 |
| 58 | 2358   | 2"     | 50 | 53   | 0.31 | 5.42  |
| 59 | 629    | 1 1/4" | 32 | 35.9 | 0.23 | 13.76 |
| 60 | 314.5  | 1"     | 25 | 27.2 | 0.18 | 0.88  |
| 61 | 314.5  | 1"     | 25 | 27.2 | 0.18 | 1.25  |
| 62 | 1729   | 1 1/2" | 40 | 41.8 | 0.37 | 2.18  |
| 63 | 350    | 1"     | 25 | 27.2 | 0.18 | 3.5   |
| 64 | 1379   | 1 1/2" | 40 | 41.8 | 0.3  | 2.8   |
| 65 | 350    | 1"     | 25 | 27.2 | 0.18 | 3.5   |
| 66 | 1029   | 1 1/2" | 40 | 41.8 | 0.26 | 2.8   |
| 67 | 350    | 1"     | 25 | 27.2 | 0.18 | 3.5   |
| 68 | 679    | 1 1/4" | 32 | 35.9 | 0.23 | 3     |
| 69 | 350    | 1"     | 25 | 27.2 | 0.18 | 3.5   |
| 70 | 329    | 1"     | 25 | 27.2 | 0.18 | 5.4   |
| 71 | 1111   | 1 1/4" | 32 | 35.9 | 0.31 | 2.8   |
| 72 | 154    | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.16 | 3.12  |
| 73 | 957    | 1 1/4" | 32 | 35.9 | 0.27 | 2.75  |
| 74 | 154    | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.16 | 3.12  |
| 75 | 803    | 1 1/4" | 32 | 35.9 | 0.23 | 2.75  |
| 76 | 154    | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.16 | 3.12  |
| 77 | 649    | 1"     | 25 | 27.2 | 0.33 | 2.75  |
| 78 | 154    | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.16 | 3.12  |
| 79 | 495    | 1"     | 25 | 27.2 | 0.25 | 2.75  |
| 80 | 154    | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.16 | 3.12  |
| 81 | 341    | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.27 | 2     |
| 82 | 154    | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.16 | 3.12  |
| 83 | 187    | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.16 | 4     |

Tabla 20: Circuito 1.3 Tuberías agua fría

|       | (l/h)  | (pulgadas)         | (mm)               | (mm)                | (m/s)     | (m)      |
|-------|--------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|----------|
| Tramo | Caudal | Ø diametro nominal | Ø diametro nominal | Ø diametro interior | Velocidad | Longitud |
| 1     | 22724  | 4"                 | 100                | 105.3               | 0.76      | 16       |
| 2     | 6360   | 2"                 | 50                 | 53                  | 0.8       | 4        |
| 3     | 2920   | 1 1/2"             | 40                 | 41.8                | 0.6       | 4        |

Tabla 21: Circuito 1.4 Tuberías agua fría

|       | (l/h)  | (pulgadas)         | (mm)               | (mm)                | (m/s)     | (m)      |
|-------|--------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|----------|
| Tramo | Caudal | Ø diametro nominal | Ø diametro nominal | Ø diametro interior | Velocidad | Longitud |
| 1     | 47413  | 6"                 | 150                | 155.4               | 0.73      | 2        |
| 2     | 14500  | 4"                 | 100                | 105.3               | 0.49      | 1        |
| 3     | 6500   | 2 1/2"             | 65                 | 68.8                | 0.42      | 5        |
| 4     | 8000   | 2 1/2"             | 65                 | 68.8                | 0.62      | 12.65    |
| 5     | 32913  | 5"                 | 125                | 130                 | 0.73      | 18.25    |
| 6     | 6874   | 2 1/2"             | 65                 | 68.8                | 0.53      | 2.6      |
| 7     | 26039  | 5"                 | 125                | 130                 | 0.66      | 1.45     |
| 8     | 15863  | 4"                 | 100                | 105.3               | 0.58      | 3.8      |
| 9     | 10176  | 3"                 | 80                 | 80.8                | 0.59      | 0.5      |

Tabla 22: Circuito 1.5 Tuberías agua fría

|       | (l/h)  | (pulgadas)         | (mm)               | (mm)                | (m/s)     | (m)      |
|-------|--------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|----------|
| Tramo | Caudal | Ø diametro nominal | Ø diametro nominal | Ø diametro interior | Velocidad | Longitud |
| 1     | 55637  | 6"                 | 150                | 155.4               | 0.83      | 14       |

Tabla 23: Circuito 1.6 Tuberías agua fría

**Circuito 1.1 Tuberías agua fría:** Red de tuberías de agua fría planta baja.

**Circuito 1.2 Tuberías agua fría:** Red de tuberías de agua fría primera planta.

**Circuito 1.3 Tuberías agua fría:** Red de tuberías de agua fría segunda planta.

**Circuito 1.4 Tuberías agua fría:** Red de tuberías de agua fría cubierta 1 (bombas frío a fan-coils).

**Circuito 1.5 Tuberías agua fría:** Red de tuberías de agua fría cubierta 2 (bombas frío a climatizadores).

**Circuito 1.6 Tuberías agua fría:** Red de tuberías de agua fría cubierta 3 (equipo frigorífico a bombas frío).

### 2.2.2.2. Tuberías de agua caliente

El diseño de las tuberías de agua caliente se realizará utilizando las cargas de invierno calculadas en el capítulo 2.1.2.

De igual forma que las tuberías de agua fría, para su dimensionamiento se necesitará conocer en primer lugar los caudales de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{agua caliente}} \left( \frac{l}{h} \right) = \frac{\text{Pérdidas} \left( \frac{kcal}{h} \right)}{\Delta \text{Temperatura agua caliente} (^\circ\text{C})}$$

donde  $\text{Pérdidas} \left( \frac{kcal}{h} \right)$  se refiere a la carga térmica de invierno calculada en cada estancia (módulo) del edificio e  $\Delta \text{Temperatura agua caliente} (^\circ\text{C})$  es el incremento de temperatura existente en las tuberías de agua caliente. Dicho incremento es de  $5^\circ\text{C}$  en todos los circuitos al enviarse el agua a  $50^\circ\text{C}$  y retornar a  $45^\circ\text{C}$ , salvo en el circuito de la caldera, cuyo salto térmico será de  $10^\circ\text{C}$  al enviar el agua a  $60^\circ\text{C}$  y retornar a  $50^\circ\text{C}$ .

Una vez obtenidos todos los caudales se seleccionará el diámetro de las tuberías. Para ello se utilizará el diagrama de Moody correspondiente a tuberías de acero para agua caliente a  $50^\circ\text{C}$ , el cual se adjunta en el capítulo 3 (Anexos) de la memoria. En dicha tabla se seleccionará el diámetro asegurándose que las pérdidas de carga sean inferiores a  $20 \text{ mm.c.a./ml}$  y que la velocidad del fluido no supere los  $2 \text{ m/s}$ .

A continuación se muestran los circuitos de tuberías de agua caliente, indicando el caudal, la longitud y el diámetro de cada tramo:

|       | (l/h)  | (pulgadas)         | (mm)               | (mm)                | (m/s)     | (m)      |
|-------|--------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|----------|
| Tramo | Caudal | ∅ diametro nominal | ∅ diametro nominal | ∅ diametro interior | Velocidad | Longitud |
| 1     | 821    | 1 1/4"             | 32                 | 35.9                | 0.25      | 2.2      |
| 2     | 791    | 1 1/4"             | 32                 | 35.9                | 0.25      | 22       |
| 3     | 395.5  | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.21      | 3.25     |
| 4     | 197.75 | 3/4"               | 20                 | 21.6                | 0.17      | 3.25     |
| 5     | 197.75 | 3/4"               | 20                 | 21.6                | 0.17      | 1.8      |
| 6     | 395.5  | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.21      | 1.68     |
| 7     | 197.75 | 3/4"               | 20                 | 21.6                | 0.17      | 2        |
| 8     | 197.75 | 3/4"               | 20                 | 21.6                | 0.17      | 5.87     |
| 9     | 30     | 3/8"               | 10                 | 12.5                | 0.12      | 8.16     |
| 10    | 10     | 3/8"               | 10                 | 12.5                | 0.12      | 4.45     |
| 11    | 20     | 3/8"               | 10                 | 12.5                | 0.12      | 5.25     |
| 12    | 10     | 3/8"               | 10                 | 12.5                | 0.12      | 2.5      |
| 13    | 10     | 3/8"               | 10                 | 12.5                | 0.12      | 5.34     |

Tabla 24: Circuito 1.1 Tuberías agua caliente

|       | (l/h)  | (pulgadas)         | (mm)               | (mm)                | (m/s)     | (m)      |
|-------|--------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|----------|
| Tramo | Caudal | ∅ diametro nominal | ∅ diametro nominal | ∅ diametro interior | Velocidad | Longitud |
| 1     | 1858   | 1 1/2"             | 40                 | 41.8                | 0.4       | 1.17     |
| 2     | 1044   | 1 1/2"             | 40                 | 41.8                | 0.28      | 3.74     |
| 3     | 348    | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.21      | 3        |
| 4     | 696    | 1 1/4"             | 32                 | 35.9                | 0.25      | 4.78     |
| 5     | 348    | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.21      | 0.4      |
| 6     | 348    | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.21      | 9.1      |
| 7     | 814    | 1 1/4"             | 32                 | 35.9                | 0.25      | 5        |
| 8     | 348    | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.21      | 3.34     |
| 9     | 466    | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.24      | 0.87     |
| 10    | 136    | 3/4"               | 20                 | 21.6                | 0.17      | 1.4      |
| 11    | 68     | 1/2"               | 15                 | 16                  | 0.14      | 3.43     |
| 12    | 68     | 1/2"               | 15                 | 16                  | 0.14      | 6.72     |
| 13    | 330    | 1"                 | 25                 | 27.2                | 0.21      | 11.31    |
| 14    | 224    | 3/4"               | 20                 | 21.6                | 0.17      | 6.88     |
| 15    | 106    | 3/4"               | 20                 | 21.6                | 0.17      | 2.58     |

Tabla 25: Circuito 1.2 Tuberías agua caliente

| Tramo | (l/h)<br>Caudal | (pulgadas)<br>Ø diametro nominal | (mm)<br>Ø diametro nominal | (mm)<br>Ø diametro interior | (m/s)<br>Velocidad | (m)<br>Longitud |
|-------|-----------------|----------------------------------|----------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------|
| 1     | 7810            | 2 1/2"                           | 65                         | 68.8                        | 0.6                | 2               |
| 2     | 5257            | 2 1/2"                           | 65                         | 68.8                        | 0.45               | 1.57            |
| 3     | 584             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.3                | 1.53            |
| 4     | 146             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 0.66            |
| 5     | 146             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 0.85            |
| 6     | 292             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.23               | 2.22            |
| 7     | 146             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 0.82            |
| 8     | 146             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 3.67            |
| 9     | 4673            | 2"                               | 50                         | 53                          | 0.61               | 8.65            |
| 10    | 206             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 3               |
| 11    | 4467            | 2"                               | 50                         | 53                          | 0.58               | 8.65            |
| 12    | 438             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.24               | 3.14            |
| 13    | 146             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 0.7             |
| 14    | 292             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.23               | 2.61            |
| 15    | 146             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 0.85            |
| 16    | 146             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 1.65            |
| 17    | 4029            | 2"                               | 50                         | 53                          | 0.51               | 6.31            |
| 18    | 496             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.24               | 9.78            |
| 19    | 124             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 4.2             |
| 20    | 124             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 3               |
| 21    | 248             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.2                | 4.67            |
| 22    | 124             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 2.87            |
| 23    | 124             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 4.25            |
| 24    | 3533            | 2"                               | 50                         | 53                          | 0.47               | 0.95            |
| 25    | 512             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.27               | 16.22           |
| 26    | 171             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 3.57            |
| 27    | 341             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.28               | 2.15            |
| 28    | 170.5           | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 4               |
| 29    | 170.5           | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 5.1             |
| 30    | 3021            | 2"                               | 50                         | 53                          | 0.42               | 1.1             |
| 31    | 854             | 1 1/4"                           | 32                         | 35.9                        | 0.25               | 3               |
| 32    | 245             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.2                | 4               |
| 33    | 609             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.3                | 4.1             |
| 34    | 223             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 4.36            |
| 35    | 386             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.21               | 8.65            |
| 36    | 193             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 2.68            |
| 37    | 193             | 3/4"                             | 20                         | 21.6                        | 0.17               | 1.28            |
| 38    | 2167            | 1 1/2"                           | 40                         | 41.8                        | 0.47               | 11              |
| 39    | 448             | 1"                               | 25                         | 27.2                        | 0.24               | 2.37            |
| 40    | 1719            | 1 1/2"                           | 40                         | 41.8                        | 0.36               | 13.42           |

|    |       |        |    |      |      |       |
|----|-------|--------|----|------|------|-------|
| 41 | 641   | 1"     | 25 | 27.2 | 0.32 | 3     |
| 42 | 320.5 | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.26 | 1.46  |
| 43 | 320.5 | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.26 | 2.16  |
| 44 | 1078  | 1 1/4" | 32 | 35.9 | 0.33 | 10.47 |
| 45 | 405   | 1"     | 25 | 27.2 | 0.21 | 2.3   |
| 46 | 673   | 1"     | 25 | 27.2 | 0.32 | 8.6   |
| 47 | 405   | 1"     | 25 | 27.2 | 0.21 | 2.27  |
| 48 | 268   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.2  | 9     |
| 49 | 2553  | 2"     | 50 | 53   | 0.33 | 11    |
| 50 | 800   | 1 1/4" | 32 | 35.9 | 0.25 | 0.5   |
| 51 | 400   | 1"     | 25 | 27.2 | 0.21 | 2.66  |
| 52 | 200   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 0.92  |
| 53 | 200   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 1.82  |
| 54 | 400   | 1"     | 25 | 27.2 | 0.21 | 8.5   |
| 55 | 200   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 1.6   |
| 56 | 200   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 1.9   |
| 57 | 1753  | 1 1/2" | 40 | 41.8 | 0.36 | 19.25 |
| 58 | 769   | 1 1/4" | 32 | 35.9 | 0.25 | 5.42  |
| 59 | 185   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 13.76 |
| 60 | 92.5  | 1/2"   | 15 | 16   | 0.14 | 0.88  |
| 61 | 92.5  | 1/2"   | 15 | 16   | 0.14 | 1.25  |
| 62 | 584   | 1 1/4" | 32 | 35.9 | 0.25 | 2.18  |
| 63 | 108   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 3.5   |
| 64 | 476   | 1"     | 25 | 27.2 | 0.24 | 2.8   |
| 65 | 108   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 3.5   |
| 66 | 368   | 1"     | 25 | 27.2 | 0.21 | 2.8   |
| 67 | 108   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 3.5   |
| 68 | 260   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.2  | 3     |
| 69 | 108   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 3.5   |
| 70 | 152   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 5.4   |
| 71 | 984   | 1 1/4" | 25 | 27.2 | 0.29 | 2.8   |
| 72 | 133   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 3.12  |
| 73 | 851   | 1"     | 25 | 27.2 | 0.41 | 2.75  |
| 74 | 133   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 3.12  |
| 75 | 718   | 1"     | 25 | 27.2 | 0.35 | 2.75  |
| 76 | 133   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 3.12  |
| 77 | 585   | 1"     | 25 | 27.2 | 0.3  | 2.75  |
| 78 | 133   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 3.12  |
| 79 | 452   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.35 | 2.75  |
| 80 | 133   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 3.12  |
| 81 | 319   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.26 | 2     |
| 82 | 133   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 3.12  |
| 83 | 186   | 3/4"   | 20 | 21.6 | 0.17 | 4     |

Tabla 26: Circuito 1.3 Tuberías agua caliente

|       | (l/h)  | (pulgadas)         | (mm)               | (mm)                | (m/s)     | (m)      |
|-------|--------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|----------|
| Tramo | Caudal | Ø diametro nominal | Ø diametro nominal | Ø diametro interior | Velocidad | Longitud |
| 1     | 10489  | 3"                 | 80                 | 80.8                | 0.62      | 14.5     |
| 2     | 2679   | 1 1/2"             | 40                 | 41.8                | 0.55      | 4        |
| 3     | 821    | 1 1/4"             | 32                 | 35.9                | 0.25      | 4        |

Tabla 27: Circuito 1.4 Tuberías agua caliente

|       | (l/h)  | (pulgadas)         | (mm)               | (mm)                | (m/s)     | (m)      |
|-------|--------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|----------|
| Tramo | Caudal | Ø diametro nominal | Ø diametro nominal | Ø diametro interior | Velocidad | Longitud |
| 1     | 33151  | 5"                 | 125                | 130                 | 0.76      | 5.8      |
| 2     | 8000   | 2 1/2"             | 65                 | 68.8                | 0.6       | 10.9     |
| 3     | 4500   | 2 1/2"             | 65                 | 68.8                | 0.39      | 13.8     |
| 4     | 3500   | 2"                 | 50                 | 53                  | 0.47      | 4.4      |
| 5     | 25151  | 4"                 | 100                | 105.3               | 0.85      | 1.8      |
| 6     | 5331   | 2 1/2"             | 65                 | 68.8                | 0.45      | 0.5      |
| 7     | 19820  | 4"                 | 100                | 105.3               | 0.67      | 3.2      |
| 8     | 12267  | 3"                 | 80                 | 80.8                | 0.67      | 0.5      |
| 9     | 7553   | 3"                 | 80                 | 80.8                | 0.43      | 7        |

Tabla 28: Circuito 1.5 Tuberías agua caliente

|       | (l/h)  | (pulgadas)         | (mm)               | (mm)                | (m/s)     | (m)      |
|-------|--------|--------------------|--------------------|---------------------|-----------|----------|
| Tramo | Caudal | Ø diametro nominal | Ø diametro nominal | Ø diametro interior | Velocidad | Longitud |
| 1     | 35640  | 5"                 | 125                | 130                 | 0.76      | 3        |

Tabla 29: Circuito 1.6 Tuberías agua caliente

**Circuito 1.1 Tuberías agua caliente:** Red de tuberías de agua caliente planta baja.

**Circuito 1.2 Tuberías agua caliente:** Red de tuberías de agua caliente primera planta.

**Circuito 1.3 Tuberías agua caliente:** Red de tuberías de agua caliente segunda planta.

**Circuito 1.4 Tuberías agua caliente:** Red de tuberías de agua caliente cubierta 1 (bombas caliente a fan-coils).

**Circuito 1.5 Tuberías agua caliente:** Red de tuberías de agua caliente cubierta 2 (bombas caliente a climatizadores).

**Circuito 1.6 Tuberías agua caliente:** Red de tuberías de agua caliente cubierta 3 (caldera a bombas caliente).

### 2.2.3. Bombas

Para impulsar el agua a lo largo de las tuberías se instalarán bombas en la cubierta. En cada circuito se instalarán dos bombas simples de rotor húmedo en paralelo. Ambas serán de la misma potencia máxima calculada, para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación en caso de avería.

Los circuitos se dividirán de la siguiente forma:

- **Circuito primario frío:** entre el grupo frigorífico y las bombas frío.
- **Circuito primario calor:** entre las calderas y las bombas caliente.
- **Circuito secundario fan-coils frío:** entre las bombas frío y los fan-coils.
- **Circuito secundario climatizadores frío:** entre las bombas frío y los climatizadores.
- **Circuito secundario fan-coils calor:** entre las bombas caliente y los fan-coils.
- **Circuito secundario climatizadores calor:** entre las bombas caliente y los climatizadores.

Para seleccionar las bombas se tendrá en cuenta el máximo caudal que recorre el circuito así como la pérdida de carga más desfavorable, que coincidirá generalmente con el tramo más alejado de las bombas.

Una vez obtenidos ambos valores se escogerán las bombas utilizando el catálogo proporcionado por el fabricante (EBARA).

Las pérdidas de carga de cada tramo se obtendrán de las tablas utilizadas para dimensionar las tuberías. Además se incluirán las pérdidas de carga debido a codos y uniones, así como las provenientes de los filtros, las válvulas y los equipos. Los cálculos se multiplicarán por dos para incluir el circuito de retorno.

Para obtener las pérdidas de carga se han utilizado unas hojas Excel que se adjuntan en el capítulo 3 (Anexos) de la memoria.

A continuación se muestran las bombas seleccionadas, indicando el modelo escogido, el caudal de impulsión y la pérdida de carga a la que deberán hacer frente:

| Circuito primario frio |        |
|------------------------|--------|
| Marca                  | EBARA  |
| Modelo                 | 80-160 |
| Caudal (l/h)           | 55637  |
| Pérdida carga (m.c.a.) | 5.71   |

*Tabla 30: Bombas cpf*

| Circuito primario calor |        |
|-------------------------|--------|
| Marca                   | EBARA  |
| Modelo                  | 65-125 |
| Caudal (l/h)            | 35640  |
| Pérdida carga (m.c.a.)  | 2.42   |

*Tabla 31: Bombas cpc*

| Circuito secundario fancoils frio |        |
|-----------------------------------|--------|
| Marca                             | EBARA  |
| Modelo                            | 50-160 |
| Caudal (l/h)                      | 22724  |
| Pérdida carga (m.c.a.)            | 6.11   |

*Tabla 32: Bombas csff*

| Circuito secundario climatizadores frio |        |
|---|--------|
| Marca                                   | EBARA  |
| Modelo                                  | 65-125 |
| Caudal (l/h)                            | 47413  |
| Pérdida carga (m.c.a.)                  | 5.04   |

*Tabla 33: Bombas cscf*

| Circuito secundario fancoils calor |        |
|------------------------------------|--------|
| Marca                              | EBARA  |
| Modelo                             | 50-125 |
| Caudal (l/h)                       | 10489  |
| Pérdida carga (m.c.a.)             | 5.39   |

*Tabla 34: Bombas csec*

| Circuito secundario climatizadores calor |        |
|--|--------|
| Marca                                    | EBARA  |
| Modelo                                   | 65-125 |
| Caudal (l/h)                             | 33151  |
| Pérdida carga (m.c.a.)                   | 4.93   |

*Tabla 35: Bombas csec*

#### 2.2.4. Cálculo de conductos de aire

Los conductos son los encargados de transportar el aire tratado desde el climatizador hasta las habitaciones del edificio y retornarlo de vuelta al climatizador en el caso del vestíbulo de la planta baja, el salón de actos y las oficinas de la primera planta. En el resto de estancias el retorno se realizará en el propio fan-coil.

Los conductos se alojarán en el hueco creado por el falso techo de cada planta, serán de acero galvanizado y su sección será rectangular.

Para los módulos operados con fan-coils (climatizadores de acondicionamiento 1 y 2), los conductos transportarán el aire exterior tratado a los mismos. Éste se mezclará con el caudal de retorno, el cual entra al fan-coil por su rejilla central con filtro incorporado. La mezcla de ambos caudales constituirá el caudal de impulsión, que tras intercambiar calor con las tuberías de agua será expulsado a la habitación a la temperatura y humedad requerida.

Para los módulos no operados mediante fan-coils, todo el aire se tratará en sus respectivos climatizadores (3, 4 y 5). El aire se enviará por los conductos de impulsión de acuerdo con las condiciones de temperatura y humedad establecidas, distribuyéndose por la habitación mediante difusores. La extracción y el retorno utilizarán un mismo circuito, entrando el aire en los conductos a través de las rejillas, distribuidas por el auditorio.

La disposición detallada se mostrará en los planos de conductos de aire, que se encuentran en el capítulo 2 de la parte II.

### 2.2.4.1. Cálculo de caudales

Se diseñarán circuitos de impulsión y retorno, para lo cual será necesario determinar dichos caudales.

Los caudales de impulsión se obtienen con la siguiente formula:

$$Q_{impulsion} \left( \frac{m^3}{h} \right) = \frac{Q_{sensible\ efectivo} \left( \frac{kcal}{h} \right)}{0.3 \times (1 - FB) \times (T_{int} - T_{sab})}$$

donde  $Q_{impulsion}$  es el caudal de aire que se introduce en el espacio,  $Q_{sensible\ efectivo}$  es el calor sensible efectivo,  $FB$  es el factor de by-pass,  $T_{int}$  es la temperatura interior de diseño y  $T_{sab}$  es la temperatura de salida del agua de la batería.

El factor de by-pass tendrá un valor del 15%, la temperatura interior de diseño será de 24°C y la temperatura de salida del agua de la batería será de 12°C.

Los caudales de retorno se obtienen con la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{retorno}} \left( \frac{m^3}{h} \right) = Q_{\text{impulsion}} \left( \frac{m^3}{h} \right) - Q_{\text{aire exterior}} \left( \frac{m^3}{h} \right)$$

donde  $Q_{\text{retorno}}$  es el caudal que se mezcla con el caudal de aire exterior,  $Q_{\text{impulsion}}$  es el caudal introducido en el espacio y  $Q_{\text{aire exterior}}$  es el caudal de aire que los climatizadores obtienen del exterior.

El caudal de aire exterior o caudal de ventilación (definido en el apartado 1.5. de la memoria) de cada módulo se obtiene de la siguiente manera:

$$Q_{\text{aire exterior}} \left( \frac{m^3}{h} \right) = Q_v \left( \frac{m^3}{h} \right) = TIPO IDA \left( \frac{m^3}{\text{persona} \times h} \right) \times Superficie (m^2) \times Ocupación \left( \frac{\text{persona}}{m^2} \right)$$

A partir de dicho caudal podemos sacar el calor sensible efectivo:

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

de donde el  $Q_{\text{sensible}}$  es el calor sensible ya calculado como carga sensible de verano,  $T_{\text{ext}}$  es la temperatura exterior asociada a Barcelona en verano y  $T_{\text{int}}$  la temperatura interior de diseño.

Aplicando de forma sucesiva estas ecuaciones obtenemos, para cada módulo, los siguientes caudales de ventilación, impulsión y retorno:

|                                | (kcal/h)       | (m3/h)        | (kcal/h)                | (m3/h)      | (m3/h)    |
|--------------------------------|----------------|---------------|-------------------------|-------------|-----------|
|                                | Calor sensible | Q ventilacion | Calor sensible efectivo | Q impulsión | Q retorno |
| Oficinas Baja                  | 12067.24       | 810           | 12322.39                | 4026.925    | 3216.925  |
| Vestibulo / Recepcion          | 25716.05       | 1710          | 26254.7                 | 7919.969    | 6209.969  |
| Aseo masculino                 | 336.8325       | 87            | 364.2375                | 119.0319    | 32.03186  |
| Aseo femenino                  | 609.4875       | 174           | 664.2975                | 217.0907    | 43.09069  |
| Aseo minusvalidos              | 132.7563       | 29            | 141.8913                | 46.36969    | 17.36969  |
| Salon de actos                 | 37696.73       | 4350          | 39066.98                | 10213.59    | 5863.59   |
| Sala de reunion                | 3585.498       | 225           | 3656.373                | 1194.893    | 969.8931  |
| Oficinas Primera               | 31287.64       | 2520          | 32081.44                | 9319.228    | 6799.228  |
| Sala de control                | 1377.387       | 90            | 1405.737                | 459.391     | 369.391   |
| Sala de traduccion             | 579.9451       | 90            | 608.2951                | 198.7893    | 108.7893  |
| Pasillos                       | 10722.54       | 405           | 10850.11                | 3545.788    | 3140.788  |
| Despacho Presidente            | 7521.11        | 135           | 7563.635                | 2471.776    | 2336.776  |
| Despacho Vicepresidente        | 1614.381       | 90            | 1642.731                | 536.8402    | 446.8402  |
| Despacho Secretario Consejo    | 2566.469       | 90            | 2594.819                | 847.9799    | 757.9799  |
| Despacho Direc. Comunicaciones | 1652.307       | 90            | 1680.657                | 549.2343    | 459.2343  |
| Sala Reunion Consejo           | 9141.629       | 900           | 9425.129                | 3080.108    | 2180.108  |
| Despacho Director General      | 6371.407       | 90            | 6399.757                | 2091.424    | 2001.424  |
| Secretaria                     | 2154.204       | 180           | 2210.904                | 722.5177    | 542.5177  |
| Sala Reuniones 1               | 3293.555       | 450           | 3435.305                | 1122.649    | 672.6487  |
| Sala Reuniones 2               | 2363.181       | 675           | 2575.806                | 841.7667    | 166.7667  |
| Salita 1                       | 1537.868       | 180           | 1594.568                | 521.1008    | 341.1008  |
| Salita 2                       | 1537.868       | 180           | 1594.568                | 521.1008    | 341.1008  |
| Sala espera                    | 2501.009       | 360           | 2614.409                | 854.3821    | 494.3821  |
| Cuarto Conductor               | 1131.59        | 45            | 1145.765                | 374.4331    | 329.4331  |
| Recepcion / Sala de espera     | 9124.721       | 675           | 9337.346                | 3051.42     | 2376.42   |
| Comedor / Sala estar TV        | 9337.166       | 900           | 9620.666                | 3144.009    | 2244.009  |
| Consej 1                       | 719.8622       | 45            | 734.0372                | 239.8814    | 194.8814  |
| Consej 2                       | 719.8622       | 45            | 734.0372                | 239.8814    | 194.8814  |
| Consej 3                       | 719.8622       | 45            | 734.0372                | 239.8814    | 194.8814  |
| Consej 4                       | 719.8622       | 45            | 734.0372                | 239.8814    | 194.8814  |
| Consej 5                       | 719.8622       | 45            | 734.0372                | 239.8814    | 194.8814  |
| Consej 6                       | 719.8622       | 45            | 734.0372                | 239.8814    | 194.8814  |
| Consej 7                       | 882.2926       | 45            | 896.4676                | 292.9633    | 247.9633  |
| Consej 8                       | 1696.034       | 45            | 1710.209                | 558.8919    | 513.8919  |

|           |          |    |          |          |          |
|-----------|----------|----|----------|----------|----------|
| Consej 9  | 1696.034 | 45 | 1710.209 | 558.8919 | 513.8919 |
| Consej 10 | 1696.034 | 45 | 1710.209 | 558.8919 | 513.8919 |
| Consej 11 | 1696.034 | 45 | 1710.209 | 558.8919 | 513.8919 |
| Consej 12 | 1591.045 | 45 | 1605.22  | 524.5815 | 479.5815 |

Tabla 36: Cálculo de caudales

Dividiendo por plantas y separando los módulos acondicionados mediante climatizadores de aquellos regulados mediante fan-coils (distintos circuitos de impulsión de aire) obtenemos:

|                     | Q aire exterior (m <sup>3</sup> /h) |                               |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------|
| Planta baja         | 1100                                |                               |
| Planta primera      | 810                                 |                               |
| Planta segunda      | 5580                                |                               |
|                     | Q impulsión (m <sup>3</sup> /h)     | Q retorno (m <sup>3</sup> /h) |
| Vestíbulo/Recepción | 7920                                | 6210                          |
| Salón de actos      | 10214                               | 5864                          |
| Oficinas Primera    | 9319                                | 6800                          |

Tabla 37: Cálculo de caudales 2

### 2.2.4.2. Cálculo de conductos

Una vez determinados los caudales se calcularán los conductos. La división de tramos se ha realizado con respecto a los climatizadores, que tratan el aire de las siguientes zonas:

- Climatizador 1: Planta baja y primera.
  - Circuito 1.1: Impulsión aire externo planta baja
  - Circuito 1.2: Impulsión aire externo primera planta
- Climatizador 2
  - Circuito 2.1: Impulsión aire externo segunda planta
- Climatizador 3
  - Circuito 3.1: Impulsión vestíbulo planta baja (desde la planta baja)
  - Circuito 3.2: Impulsión vestíbulo planta baja (desde la primera planta)
  - Circuito 3.3: Retorno vestíbulo planta baja

- Climatizador 4
  - Circuito 4.1: Impulsión salón de actos (desde la primera planta)
  - Circuito 4.2: Retorno salón de actos (desde la planta baja)
  
- Climatizador 5
  - Circuito 5.1: Impulsión oficinas primera
  - Circuito 5.2: Retorno oficinas primera

Se seleccionarán los conductos de aire teniendo en cuenta que la velocidad del fluido será inferior a 10 m/s en redes generales e inferior a 5 m/s en ramales finales y elementos de difusión. También se tendrá en cuenta el criterio de pérdida de carga constante, siendo este de 0,1 mm.c.a/ml para conductos de impulsión y de 0,08 mm.c.a/ml para conductos de retorno.

A continuación se muestran los conductos de aire calculados:

|       | (m <sup>3</sup> /h) | (cm)   | (cm)  | (m)      |
|-------|---------------------|--------|-------|----------|
| Tramo | Caudal              | Ø equi | axb   | Longitud |
| 1     | 1100                | 30     | 32x24 | 5        |
| 2     | 290                 | 18     | 20x15 | 15.24    |
| 3     | 87                  | 12     | 20x15 | 3        |
| 4     | 203                 | 15     | 20x15 | 3.5      |
| 5     | 174                 | 14     | 20x15 | 0.5      |
| 6     | 29                  | 10     | 20x15 | 3.56     |
| 7     | 810                 | 25     | 24x22 | 18.2     |
| 8     | 405                 | 19     | 20x18 | 2.7      |
| 9     | 202.5               | 14     | 20x15 | 1.9      |
| 10    | 202.5               | 14     | 20x15 | 2.9      |
| 11    | 405                 | 19     | 20x18 | 1.65     |
| 12    | 202.5               | 14     | 20x15 | 1.65     |
| 13    | 202.5               | 14     | 20x15 | 5.8      |

Tabla 38: Circuito 1.1 Conductos aire

|       | (m <sup>3</sup> /h) | (cm)   | (cm)  | (m)      |
|-------|---------------------|--------|-------|----------|
| Tramo | Caudal              | Ø equi | axb   | Longitud |
| 1     | 1910                | 36     | 36x30 | 9        |
| 2     | 810                 | 25     | 24x22 | 1.35     |
| 3     | 202.5               | 15     | 20x15 | 1.2      |
| 4     | 101.25              | 11     | 20x15 | 0.5      |
| 6     | 101.25              | 11     | 20x15 | 8.84     |
| 7     | 607.5               | 24     | 22x22 | 1        |
| 8     | 101.25              | 11     | 20x15 | 3.9      |
| 9     | 506.25              | 21     | 20x20 | 10       |
| 10    | 101.25              | 11     | 20x15 | 3.15     |
| 11    | 405                 | 19     | 20x18 | 3.6      |
| 12    | 225                 | 16     | 20x15 | 3.5      |
| 13    | 112.5               | 12     | 20x15 | 1.2      |
| 14    | 112.5               | 12     | 20x15 | 0.8      |
| 15    | 180                 | 14     | 20x15 | 6.8      |
| 16    | 90                  | 11     | 20x15 | 5.71     |
| 17    | 90                  | 11     | 20x15 | 2.3      |

Tabla 39: Circuito 1.2 Conductos aire

|       | (m <sup>3</sup> /h) | (cm)   | (cm)  | (m)      |
|-------|---------------------|--------|-------|----------|
| Tramo | Caudal              | Ø equi | axb   | Longitud |
| 1     | 5580                | 50     | 50x42 | 6.5      |
| 2     | 2790                | 40     | 40x34 | 3.12     |
| 3     | 450                 | 20     | 20x18 | 2.57     |
| 4     | 2340                | 38     | 36x36 | 8.64     |
| 5     | 90                  | 11     | 20x15 | 2.78     |
| 6     | 30                  | 10     | 20x15 | 0.8      |
| 7     | 60                  | 10     | 20x15 | 1.4      |
| 8     | 30                  | 10     | 20x15 | 1.7      |
| 9     | 30                  | 10     | 20x15 | 1.26     |
| 10    | 2250                | 36     | 36x30 | 5.84     |
| 11    | 900                 | 26     | 24x24 | 9.18     |
| 12    | 225                 | 16     | 20x15 | 4.28     |
| 13    | 225                 | 16     | 20x15 | 2.7      |
| 14    | 450                 | 21     | 20x20 | 4.37     |
| 15    | 225                 | 16     | 20x15 | 4.28     |
| 16    | 225                 | 16     | 20x15 | 2.7      |
| 17    | 1350                | 32     | 30x28 | 0.88     |
| 18    | 135                 | 12     | 20x15 | 16.17    |

|    |        |    |       |       |
|----|--------|----|-------|-------|
| 19 | 45     | 10 | 20x15 | 2.18  |
| 20 | 90     | 11 | 20x15 | 2     |
| 21 | 45     | 10 | 20x15 | 2.7   |
| 22 | 45     | 10 | 20x15 | 3.5   |
| 23 | 1215   | 30 | 28x26 | 0.75  |
| 24 | 270    | 17 | 20x15 | 2.52  |
| 25 | 90     | 11 | 20x15 | 3.95  |
| 26 | 180    | 14 | 20x15 | 3.8   |
| 27 | 90     | 11 | 20x15 | 4.2   |
| 28 | 90     | 11 | 20x15 | 4.32  |
| 29 | 45     | 10 | 20x15 | 1.7   |
| 30 | 45     | 10 | 20x15 | 2.12  |
| 31 | 945    | 27 | 28x22 | 11    |
| 32 | 180    | 14 | 20x15 | 2     |
| 33 | 765    | 24 | 24x20 | 12.6  |
| 34 | 360    | 18 | 20x18 | 2.42  |
| 35 | 180    | 14 | 20x15 | 2.1   |
| 36 | 180    | 14 | 20x15 | 1.2   |
| 37 | 405    | 19 | 20x18 | 11    |
| 38 | 180    | 14 | 20x15 | 2     |
| 39 | 225    | 16 | 20x15 | 8     |
| 40 | 180    | 14 | 20x15 | 2     |
| 41 | 45     | 10 | 20x15 | 7.95  |
| 42 | 2790   | 37 | 36x32 | 4.75  |
| 43 | 675    | 24 | 22x22 | 1     |
| 44 | 168.75 | 13 | 20x15 | 0.7   |
| 45 | 168.75 | 13 | 20x15 | 0.7   |
| 46 | 337.5  | 18 | 20x18 | 2.2   |
| 47 | 168.75 | 13 | 20x15 | 0.7   |
| 48 | 168.75 | 13 | 20x15 | 3.35  |
| 49 | 2115   | 36 | 36x30 | 12.24 |
| 50 | 900    | 27 | 26x24 | 1.42  |
| 51 | 450    | 21 | 20x20 | 2.65  |
| 52 | 225    | 16 | 20x15 | 0.5   |
| 53 | 225    | 16 | 20x15 | 2.15  |
| 54 | 450    | 21 | 20x20 | 6     |
| 55 | 225    | 16 | 20x15 | 3     |
| 56 | 225    | 16 | 20x15 | 0.5   |
| 57 | 1215   | 30 | 28x26 | 18.85 |
| 58 | 900    | 26 | 24x24 | 6     |
| 59 | 675    | 24 | 24x20 | 13.54 |
| 60 | 337.5  | 18 | 20x18 | 0.62  |
| 61 | 337.5  | 18 | 20x18 | 1.16  |
| 62 | 225    | 16 | 20x15 | 1.95  |

|    |     |    |       |      |
|----|-----|----|-------|------|
| 63 | 45  | 10 | 20x15 | 3.42 |
| 64 | 180 | 14 | 20x15 | 2.5  |
| 65 | 45  | 10 | 20x15 | 3.42 |
| 66 | 135 | 12 | 20x15 | 2.5  |
| 67 | 45  | 10 | 20x15 | 3.42 |
| 68 | 90  | 11 | 20x15 | 2.8  |
| 69 | 45  | 10 | 20x15 | 3.42 |
| 70 | 45  | 10 | 20x15 | 5.56 |
| 71 | 315 | 18 | 20x18 | 2.31 |
| 72 | 45  | 10 | 20x15 | 2.8  |
| 73 | 270 | 16 | 20x15 | 2.5  |
| 74 | 45  | 10 | 20x15 | 2.8  |
| 75 | 225 | 16 | 20x15 | 2.5  |
| 76 | 45  | 10 | 20x15 | 2.8  |
| 77 | 180 | 14 | 20x15 | 2.5  |
| 78 | 45  | 10 | 20x15 | 2.8  |
| 79 | 135 | 12 | 20x15 | 2.5  |
| 80 | 45  | 10 | 20x15 | 2.8  |
| 81 | 90  | 11 | 20x15 | 2.5  |
| 82 | 45  | 10 | 20x15 | 2.8  |
| 83 | 45  | 10 | 20x15 | 4.3  |

Tabla 40: Circuito 2.1 Conductos aire

|       | (m <sup>3</sup> /h) | (cm)   | (cm)  | (m)      |
|-------|---------------------|--------|-------|----------|
| Tramo | Caudal              | Ø equi | axb   | Longitud |
| 1     | 3960                | 44     | 40x40 | 5        |
| 2     | 1980                | 36     | 36x30 | 8.32     |
| 3     | 990                 | 27     | 26x24 | 2.71     |
| 4     | 495                 | 22     | 20x20 | 0.8      |
| 5     | 495                 | 22     | 20x20 | 2.31     |
| 6     | 990                 | 27     | 26x24 | 3.32     |
| 7     | 495                 | 22     | 20x20 | 0.8      |
| 8     | 495                 | 22     | 20x20 | 3.35     |
| 9     | 1980                | 36     | 36x30 | 13.8     |
| 10    | 990                 | 27     | 26x24 | 3.23     |
| 11    | 495                 | 22     | 20x20 | 0.8      |
| 12    | 495                 | 22     | 20x20 | 2.8      |
| 13    | 990                 | 27     | 26x24 | 3.7      |
| 14    | 495                 | 22     | 20x20 | 0.8      |
| 15    | 495                 | 22     | 20x20 | 2.67     |

Tabla 41: Circuito 3.1 Conductos aire

|       | (m <sup>3</sup> /h) | (cm)   | (cm)  | (m)      |
|-------|---------------------|--------|-------|----------|
| Tramo | Caudal              | Ø equi | axb   | Longitud |
| 1     | 7920                | 58     | 58x48 | 15       |
| 2     | 3960                | 44     | 40x40 | 1        |
| 3     | 1980                | 36     | 36x30 | 4.5      |
| 4     | 990                 | 27     | 26x24 | 0.5      |
| 5     | 495                 | 22     | 20x20 | 0.8      |
| 6     | 495                 | 22     | 20x20 | 3.28     |
| 7     | 990                 | 27     | 26x24 | 3.86     |
| 8     | 495                 | 22     | 20x20 | 0.8      |
| 9     | 495                 | 22     | 20x20 | 3.5      |
| 10    | 1980                | 36     | 36x30 | 5.54     |
| 11    | 990                 | 27     | 26x24 | 3.22     |
| 12    | 495                 | 22     | 20x20 | 0.8      |
| 13    | 495                 | 22     | 20x20 | 3.94     |
| 14    | 990                 | 27     | 26x24 | 1.96     |
| 15    | 495                 | 22     | 20x20 | 0.8      |
| 16    | 495                 | 22     | 20x20 | 3.5      |

*Tabla 42: Circuito 3.2 Conductos aire*

|       | (m <sup>3</sup> /h) | (cm)   | (cm)  | (m)      |
|-------|---------------------|--------|-------|----------|
| Tramo | Caudal              | Ø equi | axb   | Longitud |
| 1     | 6210                | 51     | 48x46 | 20       |
| 2     | 3105                | 42     | 38x38 | 9.24     |
| 3     | 1552.5              | 33     | 30x30 | 6.56     |
| 4     | 1552.5              | 33     | 30x30 | 5.65     |
| 5     | 3105                | 42     | 42x36 | 13.52    |
| 6     | 1552.5              | 33     | 30x30 | 11       |
| 7     | 1552.5              | 33     | 30x30 | 8.2      |

*Tabla 43: Circuito 3.3 Conductos aire*

|       | (m <sup>3</sup> /h) | (cm)   | (cm)  | (m)      |
|-------|---------------------|--------|-------|----------|
| Tramo | Caudal              | Ø equi | axb   | Longitud |
| 1     | 10214               | 72     | 72x60 | 54       |
| 2     | 4640                | 47     | 44x42 | 2.66     |
| 3     | 1856                | 35     | 32x32 | 1.85     |
| 4     | 464                 | 21     | 20x20 | 1.58     |
| 5     | 464                 | 21     | 20x20 | 1.52     |
| 6     | 928                 | 26     | 26x22 | 4.2      |
| 7     | 464                 | 21     | 20x20 | 1.58     |
| 8     | 464                 | 21     | 20x20 | 1.52     |
| 9     | 2784                | 40     | 40x34 | 1        |
| 10    | 464                 | 21     | 20x20 | 1.58     |
| 11    | 464                 | 21     | 20x20 | 1.52     |
| 12    | 1856                | 35     | 32x32 | 1.92     |
| 13    | 464                 | 21     | 20x20 | 1.58     |
| 14    | 464                 | 21     | 20x20 | 1.52     |
| 15    | 928                 | 26     | 26x22 | 2        |
| 16    | 464                 | 21     | 20x20 | 1.58     |
| 17    | 464                 | 21     | 20x20 | 1.52     |
| 18    | 5574                | 49     | 46x44 | 4        |
| 19    | 928                 | 26     | 26x22 | 5.6      |
| 20    | 464                 | 21     | 20x20 | 3.16     |
| 21    | 464                 | 21     | 20x20 | 3.2      |
| 22    | 1856                | 35     | 32x32 | 1.92     |
| 23    | 464                 | 21     | 20x20 | 1.58     |
| 24    | 464                 | 21     | 20x20 | 1.52     |
| 25    | 928                 | 26     | 26x22 | 2        |
| 26    | 464                 | 21     | 20x20 | 1.58     |
| 27    | 464                 | 21     | 20x20 | 1.52     |
| 28    | 2790                | 40     | 40x34 | 1        |
| 29    | 465                 | 21     | 20x20 | 1.58     |
| 30    | 465                 | 21     | 20x20 | 1.52     |
| 31    | 1860                | 35     | 32x32 | 1.92     |
| 32    | 465                 | 21     | 20x20 | 1.58     |
| 33    | 465                 | 21     | 20x20 | 1.52     |
| 34    | 930                 | 26     | 26x22 | 2        |
| 35    | 465                 | 21     | 20x20 | 1.58     |
| 36    | 465                 | 21     | 20x20 | 1.52     |

Tabla 44: Circuito 4.1 Conductos aire

|       | (m <sup>3</sup> /h) | (cm)   | (cm)  | (m)      |
|-------|---------------------|--------|-------|----------|
| Tramo | Caudal              | Ø equi | axb   | Longitud |
| 1     | 5864                | 50     | 50x42 | 38       |
| 2     | 1466                | 32     | 30x28 | 8.6      |
| 3     | 1466                | 32     | 30x28 | 8.6      |
| 4     | 2932                | 42     | 42x36 | 9        |
| 5     | 1466                | 32     | 30x28 | 8.6      |
| 6     | 1466                | 32     | 30x28 | 8.6      |

Tabla 45: Circuito 4.2 Conductos aire

|       | (m <sup>3</sup> /h) | (cm)   | (cm)  | (m)      |
|-------|---------------------|--------|-------|----------|
| Tramo | Caudal              | Ø equi | axb   | Longitud |
| 1     | 9319                | 70     | 68x60 | 25.5     |
| 2     | 3104                | 42     | 42x36 | 5        |
| 3     | 1552                | 33     | 30x30 | 2.65     |
| 4     | 776                 | 24     | 24x20 | 1.4      |
| 5     | 776                 | 24     | 24x20 | 7.6      |
| 6     | 1552                | 33     | 30x30 | 3.7      |
| 7     | 776                 | 24     | 24x20 | 1.4      |
| 8     | 776                 | 24     | 24x20 | 9        |
| 9     | 6215                | 51     | 48x46 | 2.56     |
| 10    | 3104                | 42     | 42x36 | 5.2      |
| 11    | 776                 | 24     | 24x20 | 1.62     |
| 12    | 776                 | 24     | 24x20 | 1.62     |
| 13    | 2328                | 38     | 38x32 | 6        |
| 14    | 776                 | 24     | 24x20 | 1.5      |
| 15    | 776                 | 24     | 24x20 | 1.5      |
| 16    | 3111                | 42     | 42x36 | 4.7      |
| 17    | 1555.5              | 33     | 30x30 | 5.78     |
| 18    | 777.75              | 24     | 24x20 | 0.8      |
| 19    | 777.75              | 24     | 24x20 | 6.5      |
| 20    | 1555.5              | 33     | 30x30 | 0.8      |
| 21    | 777.75              | 24     | 24x20 | 0.8      |
| 22    | 777.75              | 24     | 24x20 | 6.2      |

Tabla 46: Circuito 5.1 Conductos aire

|       | (m <sup>3</sup> /h) | (cm)   | (cm)  | (m)      |
|-------|---------------------|--------|-------|----------|
| Tramo | Caudal              | ∅ equi | axb   | Longitud |
| 1     | 6800                | 53     | 48x48 | 33.5     |
| 2     | 3400                | 43     | 40x38 | 6        |
| 3     | 3400                | 43     | 40x38 | 6        |

Tabla 47: Circuito 5.2 Conductos aire

### 2.2.5. Ventiladores

Los ventiladores permitirán impulsar el aire a lo largo de los conductos. Serán de tipo centrífugo y formarán parte de los climatizadores, por lo que no se seleccionará ningún modelo.

En total se requerirán 8 ventiladores:

- **Climatizador 1:** Ventilador de impulsión de aire exterior.
- **Climatizador 2:** Ventilador de impulsión de aire exterior.
- **Climatizador 3:** Ventilador de impulsión y de retorno.
- **Climatizador 4:** Ventilador de impulsión y de retorno.
- **Climatizador 5:** Ventilador de impulsión y de retorno.

Para seleccionar los ventiladores se tendrá en cuenta el máximo caudal que recorre los conductos así como la pérdida de carga más desfavorable, que coincidirá generalmente con el tramo más alejado de los ventiladores.

Las pérdidas de carga de cada tramo serán constantes como se indicó anteriormente.

Para obtener las pérdidas de carga se han utilizado unas hojas Excel que se adjuntarán en el capítulo 3 (Anexos) de la memoria.

El caudal y la pérdida de carga que deberán combatir los ventiladores se muestran a continuación:

|                |                      |                        |
|----------------|----------------------|------------------------|
| Climatizador 1 |                      |                        |
|                | Q imp aire externo   | 1910 m <sup>3</sup> /h |
|                | Pérdida carga (mmca) | 3,765                  |

*Tabla 48: ventilador c1*

|                |                      |                        |
|----------------|----------------------|------------------------|
| Climatizador 2 |                      |                        |
|                | Q imp aire externo   | 5580 m <sup>3</sup> /h |
|                | Pérdida carga (mmca) | 7,478                  |

*Tabla 49: ventilador c2*

|                |                      |                        |
|----------------|----------------------|------------------------|
| Climatizador 3 | Q imp                | 7920 m <sup>3</sup> /h |
|                | Pérdida carga (mmca) | 2,172                  |
|                | Q retorno            | 6210 m <sup>3</sup> /h |
|                | Pérdida carga (mmca) | 2,7616                 |

*Tabla 50: ventilador c3*

|                |                      |                         |
|----------------|----------------------|-------------------------|
| Climatizador 4 | Q imp                | 10214 m <sup>3</sup> /h |
|                | Pérdida carga (mmca) | 6,68                    |
|                | Q retorno            | 5864 m <sup>3</sup> /h  |
|                | Pérdida carga (mmca) | 4,656                   |

Tabla 51: ventilador c4

|                |                      |                        |
|----------------|----------------------|------------------------|
| Climatizador 5 | Q imp                | 9319 m <sup>3</sup> /h |
|                | Pérdida carga (mmca) | 4,518                  |
|                | Q retorno            | 6800 m <sup>3</sup> /h |
|                | Pérdida carga (mmca) | 2,96                   |

Tabla 52: ventilador c5

### 2.2.6. Difusores

Para los módulos acondicionados mediante un climatizador (vestíbulo planta baja, salón de actos y oficinas de la primera planta) es necesario el diseño de los difusores que se encargarán de la distribución del aire por dicho módulo. Para el resto de modulos no es necesario ya que todos los fan-coils llevan incorporados este sistema de difusión.

Los difusores tratarán de distribuirse de la manera más simétrica posible procurando que la superficie de acción abarque la totalidad del área a climatizar y facilitando así la distribución de aire uniforme a través de los conductos de impulsión. Del mismo modo se evitará la superposición de los caudales de impulsión de manera que no se produzcan efectos de turbulencia que pudieran resultar molestos para los usuarios del módulo. Estos difusores se ubicarán en un falso techo del módulo.

Para elegir el modelo adecuado de difusores se han tenido en cuenta dos restricciones importantes:

- La velocidad no será superior a los 7 m/s.
- El nivel de ruido admisible nunca superará los 35 dB.

De esta forma y a partir de los caudales de impulsión y las restricciones anteriores, los difusores seleccionados quedan:

|                       | (m3/h)<br>Q imp | Tipo               | Modelo          | Num<br>Difusores |
|-----------------------|-----------------|--------------------|-----------------|------------------|
| Vestibulo / Recepcion | 7919.969        | Difusor Rotacional | TROX VDW 600x24 | 16               |
| Salon de actos        | 10213.59        | Difusor Rotacional | TROX VDW 600x24 | 22               |
| Oficinas Primera      | 9319.228        | Difusor Rotacional | TROX VDW 625x54 | 12               |

Tabla 53: Difusores

Obtenemos un total de 50 difusores.

|                                    | (m3/h) | (m3/h) | (m3/h)                     |
|------------------------------------|--------|--------|----------------------------|
|                                    | Vmax   | Vmin   | Consideramos que trabaja a |
| Difusor Rotacional TROX VDW 600x24 | 684    | 216    | 500                        |
| Difusor Rotacional TROX VDW 625x54 | 846    | 432    | 790                        |

Tabla 54: Difusores 2

### 2.2.7. Rejillas

Las rejillas van a ser los elementos encargados de la extracción del aire de retorno del local.

Para su cálculo hay que tener en cuenta que la velocidad de paso por la rejilla no puede ser superior a los 2 m/s.

A partir de los caudales de retorno ya calculados y mediante la siguiente fórmula

$$Ax B = \frac{Q_{\text{retorno}}}{3600 \times 2}$$

de donde 2 es la velocidad máxima citada anteriormente, obtenemos el área de rejilla necesaria.

Los resultados se muestran a continuación:

|                                   | (m <sup>3</sup> /h) | Rejillas TROX AH                |                         |                                    |                 |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-----------------|
|                                   | Q<br>retorno        | A rejilla<br>(cm <sup>2</sup> ) | Dimensiones<br>(modelo) | A catalogada<br>(cm <sup>2</sup> ) | Num<br>Rejillas |
| Oficinas Baja                     | 3216.925            | 4467.951                        | 300x400                 | 1200                               | 4               |
| Vestibulo / Recepcion             | 6209.969            | 8624.957                        | 500x500                 | 2500                               | 4               |
| Aseo masculino                    | 32.03186            | 44.4887                         | 100x200                 | 200                                | 1               |
| Aseo femenino                     | 43.09069            | 59.84818                        | 100x200                 | 200                                | 1               |
| Aseo minusvalidos                 | 17.36969            | 24.12457                        | 100x200                 | 200                                | 1               |
| Salon de actos                    | 5863.59             | 8143.875                        | 500x500                 | 2500                               | 4               |
| Sala de reunion                   | 969.8931            | 1347.074                        | 200x300                 | 600                                | 3               |
| Oficinas Primera                  | 6799.228            | 9443.372                        | 700x800                 | 5600                               | 2               |
| Sala de control                   | 369.391             | 513.0431                        | 200x300                 | 600                                | 1               |
| Sala de traduccion                | 108.7893            | 151.0962                        | 200x200                 | 400                                | 1               |
| Pasillos                          | 3140.788            | 4362.205                        | 200x300                 | 600                                | 1               |
| Despacho Presidente               | 2336.776            | 3245.522                        | 300x400                 | 1200                               | 3               |
| Despacho Vicepresidente           | 446.8402            | 620.6114                        | 200x200                 | 400                                | 2               |
| Despacho Secretario Consejo       | 757.9799            | 1052.75                         | 200x300                 | 600                                | 2               |
| Despacho Direc.<br>Comunicaciones | 459.2343            | 637.8254                        | 200x200                 | 400                                | 2               |
| Sala Reunion Consejo              | 2180.108            | 3027.927                        | 300x400                 | 1200                               | 3               |
| Despacho Director General         | 2001.424            | 2779.755                        | 400x400                 | 1600                               | 2               |
| Secretaria                        | 542.5177            | 753.4969                        | 200x200                 | 400                                | 2               |
| Sala Reuniones 1                  | 672.6487            | 934.2343                        | 200x300                 | 600                                | 2               |
| Sala Reuniones 2                  | 166.7667            | 231.6204                        | 200x200                 | 400                                | 1               |
| Salita 1                          | 341.1008            | 473.7511                        | 200x300                 | 600                                | 1               |
| Salita 2                          | 341.1008            | 473.7511                        | 200x300                 | 600                                | 1               |
| Sala espera                       | 494.3821            | 686.6417                        | 200x200                 | 400                                | 2               |
| Cuarto Conductor                  | 329.4331            | 457.5459                        | 200x300                 | 600                                | 1               |
| Recepcion / Sala de espera        | 2376.42             | 3300.584                        | 300x400                 | 1200                               | 3               |
| Comedor / Sala estar TV           | 2244.009            | 3116.679                        | 300x400                 | 1200                               | 3               |
| Consej 1                          | 194.8814            | 270.6687                        | 200x200                 | 400                                | 1               |
| Consej 2                          | 194.8814            | 270.6687                        | 200x200                 | 400                                | 1               |

|           |          |          |         |     |   |
|-----------|----------|----------|---------|-----|---|
| Consej 3  | 194.8814 | 270.6687 | 200x200 | 400 | 1 |
| Consej 4  | 194.8814 | 270.6687 | 200x200 | 400 | 1 |
| Consej 5  | 194.8814 | 270.6687 | 200x200 | 400 | 1 |
| Consej 6  | 194.8814 | 270.6687 | 200x200 | 400 | 1 |
| Consej 7  | 247.9633 | 344.3934 | 200x200 | 400 | 1 |
| Consej 8  | 513.8919 | 713.7388 | 200x200 | 400 | 2 |
| Consej 9  | 513.8919 | 713.7388 | 200x200 | 400 | 2 |
| Consej 10 | 513.8919 | 713.7388 | 200x200 | 400 | 2 |
| Consej 11 | 513.8919 | 713.7388 | 200x200 | 400 | 2 |
| Consej 12 | 479.5815 | 666.0855 | 200x200 | 400 | 2 |

Tabla 55: Rejillas

Obtenemos un total de 70 rejillas marca TROX AH.

### 2.2.8. Equipo frigorífico

En la elección del equipo refrigerador se debe tener en cuenta la potencia frigorífica que exigen tanto los fan-coils como los climatizadores. En el régimen de verano, la máxima potencia no se da a la misma hora en todos los locales, pues depende de su orientación y ocupación, por lo que podremos disminuir esa carga máxima con un coeficiente de simultaneidad que se ha tomado del 0,85. Además tomaremos un coeficiente de seguridad del 10% para la carga frigorífica.

|                       | (W)             | (l/h)       |
|-----------------------|-----------------|-------------|
|                       | Pot frigorifica | Q agua fria |
|                       |                 |             |
| Oficinas Baja         | 15120.05        | 2600.648    |
| Vestibulo / Recepcion | 39967.24        | 6874.365    |
| Aseo masculino        | 573.061         | 98.5665     |
| Aseo femenino         | 1071.497        | 184.2975    |
| Aseo minusvalidos     | 214.8328        | 36.95125    |
| Salon de actos        | 92225.53        | 15862.79    |
| Sala de reunion       | 4471.509        | 769.0996    |
| Oficinas Primera      | 59162.44        | 10175.94    |
| Sala de control       | 1722.543        | 296.2773    |
| Sala de traduccion    | 795.285         | 136.789     |
| Pasillos              | 13012.25        | 2238.107    |
| Despacho Presidente   | 8866.407        | 1525.022    |

|                                |              |              |
|--------------------------------|--------------|--------------|
| Despacho Vicepresidente        | 1998.117     | 343.6762     |
| Despacho Secretario Consejo    | 3105.196     | 534.0937     |
| Despacho Direc. Comunicaciones | 2042.217     | 351.2614     |
| Sala Reunion Consejo           | 11839.1      | 2036.326     |
| Despacho Director General      | 7529.543     | 1295.081     |
| Secretaria                     | 2746.749     | 472.4409     |
| Sala Reuniones 1               | 4434.366     | 762.711      |
| Sala Reuniones 2               | 3654.862     | 628.6362     |
| Salita 1                       | 2030.079     | 349.1737     |
| Salita 2                       | 2030.079     | 349.1737     |
| Sala espera                    | 3391.871     | 583.4018     |
| Cuarto Conductor               | 1376.268     | 236.718      |
| Recepcion / Sala de espera     | 11517.12     | 1980.944     |
| Comedor / Sala estar TV        | 12066.47     | 2075.433     |
| Consej 1                       | 897.5142     | 154.3724     |
| Consej 2                       | 897.5142     | 154.3724     |
| Consej 3                       | 897.5142     | 154.3724     |
| Consej 4                       | 897.5142     | 154.3724     |
| Consej 5                       | 897.5142     | 154.3724     |
| Consej 6                       | 897.5142     | 154.3724     |
| Consej 7                       | 1086.387     | 186.8585     |
| Consej 8                       | 2032.598     | 349.6069     |
| Consej 9                       | 2032.598     | 349.6069     |
| Consej 10                      | 2032.598     | 349.6069     |
| Consej 11                      | 2032.598     | 349.6069     |
| Consej 12                      | 1910.517     | 328.6089     |
|                                | <b>Total</b> | <b>Total</b> |
|                                | 323477.1     | 55638.06     |

Tabla 56: Equipo Frigorífico

A la vista del resultado obtenido, el equipo frigorífico seleccionado queda:

|                |                                |
|----------------|--------------------------------|
| Marca          | Carrier                        |
| Modelo         | 30XA 252 Unidad con opcion 119 |
| Num            | 2                              |
| Pot nominal    | 273 kW                         |
| Pot disponible | 546 kW                         |
| Pot requerida  | 303 kW                         |

### 2.2.9. Caldera

Las calderas serán las encargadas de suministrar el agua caliente a los fan coils y a los climatizadores, debiendo proporcionar (al igual que los grupos frigoríficos) la potencia calorífica necesaria demandada por los fan-coils y climatizadores.

|                                | (W)            | (l/h)           |
|--------------------------------|----------------|-----------------|
|                                | Pot calorífica | Q agua caliente |
| Oficinas Baja                  | 4601.163       | 791.4           |
| Vestibulo / Recepcion          | 30993.41       | 5330.867        |
| Aseo masculino                 | 0              | 10              |
| Aseo femenino                  | 0              | 10              |
| Aseo minusvalidos              | 0              | 10              |
| Salon de actos                 | 71321.96       | 12267.38        |
| Sala de reunion                | 791.8605       | 136.2           |
| Oficinas Primera               | 43913.63       | 7553.145        |
| Sala de control                | 1300           | 223.6           |
| Sala de traduccion             | 617.4419       | 106.2           |
| Pasillos                       | 8091.86        | 1391.8          |
| Despacho Presidente            | 2974.419       | 511.6           |
| Despacho Vicepresidente        | 1296.512       | 223             |
| Despacho Secretario Consejo    | 2241.86        | 385.6           |
| Despacho Direc. Comunicaciones | 1423.256       | 244.8           |
| Sala Reunion Consejo           | 2883.721       | 496             |
| Despacho Director General      | 2546.512       | 438             |
| Secretaria                     | 2602.326       | 447.6           |
| Sala Reuniones 1               | 1195.349       | 205.6           |
| Sala Reuniones 2               | 1077.907       | 185.4           |
| Salita 1                       | 2352.326       | 404.6           |
| Salita 2                       | 2352.326       | 404.6           |
| Sala espera                    | 3729.07        | 641.4           |
| Cuarto Conductor               | 1568.605       | 269.8           |
| Recepcion / Sala de espera     | 3395.349       | 584             |
| Comedor / Sala estar TV        | 4651.163       | 800             |
| Consej 1                       | 770.9302       | 132.6           |
| Consej 2                       | 770.9302       | 132.6           |
| Consej 3                       | 770.9302       | 132.6           |

|           |              |              |
|-----------|--------------|--------------|
| Consej 4  | 770.9302     | 132.6        |
| Consej 5  | 770.9302     | 132.6        |
| Consej 6  | 770.9302     | 132.6        |
| Consej 7  | 1083.721     | 186.4        |
| Consej 8  | 630.2326     | 108.4        |
| Consej 9  | 630.2326     | 108.4        |
| Consej 10 | 630.2326     | 108.4        |
| Consej 11 | 630.2326     | 108.4        |
| Consej 12 | 883.7209     | 152          |
|           | <b>Total</b> | <b>Total</b> |
|           | 207036       | 35640.19     |

*Tabla 57: Caldera*

A la vista del resultado obtenido, el sistema de calderas seleccionado queda:

|                |                  |
|----------------|------------------|
| Marca          | Ygnis            |
| Modelo         | Pyronox LRP-NT 3 |
| Num            | 2                |
| Pot nominal    | 120 kW           |
| Pot disponible | 240 kW           |
| Pot requerida  | 207 kW           |

## Capítulo 3: Anexos

### 3.1. Hojas de cálculo

#### Cálculo de cargas térmicas

##### *Datos de partida*

| Condiciones externas Barcelona |      |
|--------------------------------|------|
| Verano                         |      |
| Temperatura seca (Ts)          | 31°C |
| Humedad relativa               | 68%  |
| Variación diurna               | 8°C  |
| Invierno                       |      |
| Temperatura seca (Ts)          | 2°C  |

| Condiciones internas  |       |
|-----------------------|-------|
| Verano                |       |
| Temperatura seca (Ts) | 24 °C |
| Humedad relativa      | 50%   |
| Invierno              |       |
| Temperatura seca (Ts) | 22 °C |
| Humedad relativa      | 45%   |

| Aportaciones solares vidrio sencillo<br>(Latitud 40) (kcal/h*m2) |     |
|--|-----|
| N  | 35  |
| S  | 379 |
| E  | 444 |
| O  | 444 |

| Factores de corrección Radiación |      |
|----------------------------------|------|
| Vidrio fs                        | 0.29 |
| Altitud                          | 1    |
| T-rocio                          | 1    |
| Marco                            | 1.17 |

| Ocupación             |                            |
|-----------------------|----------------------------|
| Oficinas              | 7 m <sup>2</sup> /persona  |
| Salas de reunión      | 1 pers/asiento             |
| Pasillos y vestíbulos | 10 m <sup>2</sup> /persona |
| Salón de actos        | 1 pers/asiento             |

| Cargas ocupación         | (kcal/h*persona) |
|--------------------------|------------------|
| Calor sensible ocupantes | 61               |
| Calor latente ocupantes  | 52               |

| Cargas iluminación    | (w/m <sup>2</sup> ) |
|-----------------------|---------------------|
| Oficinas              | 20                  |
| Salones de reunión    | 20                  |
| Pasillos y vestíbulos | 15                  |
| Salón de actos        | 25                  |

| Cargas equipos   | (w/m <sup>2</sup> ) |
|------------------|---------------------|
| Ordenadores, etc | 16.1                |

| Coefficientes transmisión | (kcal/h*m <sup>2</sup> *C) |
|---------------------------|----------------------------|
| Muros                     | 0.516                      |
| Techos/Cubiertas          | 0.344                      |
| Puertas y tabiques        | 1.032                      |
| Ventanas (cristal)        | 2.15                       |
| Suelo                     | 0.3956                     |

| Gradientes térmicos (verano) |     |
|------------------------------|-----|
| Text (°C)                    | 31  |
| Corrección                   | 0   |
|                              | 31  |
| Tint (°C)                    | 24  |
| GT ventanas                  | 7   |
| GT LNC                       | 3.5 |

| GT muros (Inercia Térmica) |      |
|----------------------------|------|
| N                          | 0.9  |
| NE                         | 2.6  |
| E                          | 3.7  |
| SE                         | 8.2  |
| S                          | 10.4 |
| SO                         | 9.8  |
| O                          | 7.1  |
| NO                         | 2.0  |
| Tejado                     | 13.7 |

*Verano*

| Modulo                         | Área (m <sup>2</sup> ) | Ocupación (personas) | Carga Interna Latente Ocupación (kcal/h) | Carga Interna Sensible Ocupación (kcal/h) | Carga Interna Sensible Iluminación (kcal/h) | Carga Interna Sensible Equipos (kcal/h) |
|--------------------------------|------------------------|----------------------|--|---|---|---|
| Oficinas Baja                  | 131.32                 | 18                   | 936                                      | 1098                                      | 2823.38                                     | 1818.257                                |
| Vestibulo / Recepcion          | 387.14                 | 38                   | 1976                                     | 2318                                      | 6242.633                                    | 5360.34                                 |
| Aseo masculino                 | 9.54                   | 3                    | 156                                      | 183                                       | 153.8325                                    | 0                                       |
| Aseo femenino                  | 15.1                   | 6                    | 312                                      | 366                                       | 243.4875                                    | 0                                       |
| Aseo minusvalidos              | 4.45                   | 1                    | 52                                       | 61  | 71.75625                                    | 0                                       |
| Salon de actos                 | 373.66                 | 150                  | 7800                                     | 9150                                      | 10042.11                                    | 0                                       |
| Sala de reunion                | 34.29                  | 5                    | 260                                      | 305                                       | 737.235                                     | 474.7793                                |
| Oficinas Primera               | 393.81                 | 56                   | 2912                                     | 3416                                      | 8466.915                                    | 5452.693                                |
| Sala de control                | 22.92                  | 2                    | 104                                      | 122                                       | 492.78                                      | 317.3503                                |
| Sala de traduccion             | 6.9                    | 2                    | 104                                      | 122                                       | 148.35                                      | 95.5374                                 |
| Pasillos                       | 91.57                  | 9                    | 468                                      | 549                                       | 1476.566                                    | 0                                       |
| Despacho Presidente            | 78.317                 | 3                    | 156                                      | 183                                       | 1683.816                                    | 1084.377                                |
| Despacho Vicepresidente        | 28.45                  | 2                    | 104                                      | 122                                       | 611.675                                     | 393.9187                                |
| Despacho Secretario Consejo    | 46.41                  | 2                    | 104                                      | 122                                       | 997.815                                     | 642.5929                                |
| Despacho Direc. Comunicaciones | 28.45                  | 2                    | 104                                      | 122                                       | 611.675                                     | 393.9187                                |
| Sala Reunion Consejo           | 79.75                  | 20                   | 1040                                     | 1220                                      | 1714.625                                    | 1104.219                                |
| Despacho Director General      | 52.46                  | 2                    | 104                                      | 122                                       | 1127.89                                     | 726.3612                                |
| Secretaria                     | 28                     | 4                    | 208                                      | 244                                       | 602   | 387.688                                 |
| Sala Reuniones 1               | 22.95                  | 10                   | 520                                      | 610                                       | 493.425                                     | 317.7657                                |
| Sala Reuniones 2               | 30.13                  | 15                   | 780                                      | 915                                       | 647.795                                     | 417.18                                  |
| Salita 1                       | 27.8                   | 4                    | 208                                      | 244                                       | 448.275                                     | 0                                       |
| Salita 2                       | 27.8                   | 4                    | 208                                      | 244                                       | 448.275                                     | 0                                       |
| Sala espera                    | 42.22                  | 8                    | 416                                      | 488                                       | 680.7975                                    | 0                                       |
| Cuarto Conductor               | 17                     | 1                    | 52                                       | 61  | 274.125                                     | 235.382                                 |
| Recepcion / Sala de espera     | 82.46                  | 15                   | 780                                      | 915                                       | 1329.668                                    | 1141.741                                |
| Comedor / Sala estar TV        | 151.45                 | 20                   | 1040                                     | 1220                                      | 2442.131                                    | 0                                       |
| Consej 1                       | 10.73                  | 1                    | 52                                       | 61  | 230.695                                     | 148.5676                                |
| Consej 2                       | 10.73                  | 1                    | 52                                       | 61  | 230.695                                     | 148.5676                                |
| Consej 3                       | 10.73                  | 1                    | 52                                       | 61  | 230.695                                     | 148.5676                                |

|           |       |   |    |    |         |          |
|-----------|-------|---|----|----|---------|----------|
| Consej 4  | 10.73 | 1 | 52 | 61 | 230.695 | 148.5676 |
| Consej 5  | 10.73 | 1 | 52 | 61 | 230.695 | 148.5676 |
| Consej 6  | 10.73 | 1 | 52 | 61 | 230.695 | 148.5676 |
| Consej 7  | 13.82 | 1 | 52 | 61 | 297.13  | 191.3517 |
| Consej 8  | 12.17 | 1 | 52 | 61 | 261.655 | 168.5058 |
| Consej 9  | 12.17 | 1 | 52 | 61 | 261.655 | 168.5058 |
| Consej 10 | 12.17 | 1 | 52 | 61 | 261.655 | 168.5058 |
| Consej 11 | 12.17 | 1 | 52 | 61 | 261.655 | 168.5058 |
| Consej 12 | 14.74 | 1 | 52 | 61 | 316.91  | 204.09   |

| Modulo                  | Orientación | Aportación solar (kcal/h*m2) | Superficie acristalada (m2) | Carga Externa Sensible Radiación (kcal/h) |
|-------------------------|-------------|------------------------------|-----------------------------|---|
| Oficinas Baja           | N           | 35                           | 16.17                       | 192.0268                                  |
|                         | S           | 379                          | 38.82                       | 4992.046                                  |
| Vestibulo/Recep         | N           | 35                           | 65.7                        | 780.2204                                  |
|                         | S           | 379                          | 65.7                        | 8448.672                                  |
| Aseo Masculino          |             |                              | 0                           | 0   |
| Aseo femenino           |             |                              | 0                           | 0   |
| Aseo minusvalidos       |             |                              | 0                           | 0   |
| Salon de actos          | N           | 35                           | 107.1                       | 1271.866                                  |
|                         | S           | 379                          | 107.1                       | 13772.49                                  |
| Sala de reunion         | S           | 379                          | 14.4                        | 1851.764                                  |
| Oficinas Primera        | N           | 35                           | 91.41                       | 1085.539                                  |
|                         | S           | 379                          | 77.28                       | 9937.798                                  |
| Sala de control         | N           | 35                           | 15.12                       | 179.5576                                  |
| Sala de traduccion      | N           | 35                           | 7.95                        | 94.41023                                  |
| Pasillos                | N           | 35                           | 48.42                       | 575.0117                                  |
|                         | S           | 379                          | 48.42                       | 6226.555                                  |
| D. Presidente           | S           | 379                          | 28.41                       | 3653.375                                  |
| D. Vicepresidente       | N           | 35                           | 11.55                       | 137.162                                   |
| D. Secretario Consejo   | N           | 35                           | 16.53                       | 196.302                                   |
| D. Direc Comunicaciones | N           | 35                           | 11.55                       | 137.162                                   |
| Sala Reunion Consejo    | S           | 379                          | 32.1                        | 4127.89                                   |
| D. Director General     | S           | 379                          | 27.75                       | 3568.503                                  |
| Secretaria              | N           | 35                           | 23.25                       | 276.1054                                  |
| Sala de Reuniones 1     | S           | 379                          | 11.55                       | 1485.269                                  |
| Sala de Reuniones 2     |             |                              | 0                           | 0   |

|                         |   |     |       |          |
|-------------------------|---|-----|-------|----------|
| Salita 1                | N | 35  | 23.4  | 277.8867 |
| Salita 2                | N | 35  | 23.4  | 277.8867 |
| Sala de espera          | N | 35  | 35.85 | 425.7367 |
| Cuarto conductor        | N | 35  | 15.75 | 187.0391 |
| Recep / Sala espera     | S | 379 | 35.85 | 4610.12  |
| Comedor / Sala estar TV | S | 379 | 31.26 | 4019.87  |
| Consej 1                | N | 35  | 7.5   | 89.06625 |
| Consej 2                | N | 35  | 7.5   | 89.06625 |
| Consej 3                | N | 35  | 7.5   | 89.06625 |
| Consej 4                | N | 35  | 7.5   | 89.06625 |
| Consej 5                | N | 35  | 7.5   | 89.06625 |
| Consej 6                | N | 35  | 7.5   | 89.06625 |
| Consej 7                | N | 35  | 8     | 95.004   |
| Consej 8                | S | 379 | 7.8   | 1003.039 |
| Consej 9                | S | 379 | 7.8   | 1003.039 |
| Consej 10               | S | 379 | 7.8   | 1003.039 |
| Consej 11               | S | 379 | 7.8   | 1003.039 |
| Consej 12               | S | 379 | 6     | 771.5682 |

| Agrupando                      | Carga Externa Sensible Radiación (kcal/h) |
|--------------------------------|---|
| Oficinas Baja                  | 5184.073                                  |
| Vestibulo / Recepcion          | 9228.892                                  |
| Aseo masculino                 | 0   |
| Aseo femenino                  | 0   |
| Aseo minusvalidos              | 0   |
| Salon de actos                 | 15044.36                                  |
| Sala de reunion                | 1851.764                                  |
| Oficinas Primera               | 11023.34                                  |
| Sala de control                | 179.5576                                  |
| Sala de traduccion             | 94.41023                                  |
| Pasillos                       | 6801.567                                  |
| Despacho Presidente            | 3653.375                                  |
| Despacho Vicepresidente        | 137.162                                   |
| Despacho Secretario Consejo    | 196.302                                   |
| Despacho Direc. Comunicaciones | 137.162                                   |
| Sala Reunion Consejo           | 4127.89                                   |

|                            |          |
|----------------------------|----------|
| Despacho Director General  | 3568.503 |
| Secretaria                 | 276.1054 |
| Sala Reuniones 1           | 1485.269 |
| Sala Reuniones 2           | 0        |
| Salita 1                   | 277.8867 |
| Salita 2                   | 277.8867 |
| Sala espera                | 425.7367 |
| Cuarto Conductor           | 187.0391 |
| Recepcion / Sala de espera | 4610.12  |
| Comedor / Sala estar TV    | 4019.87  |
| Consej 1                   | 89.06625 |
| Consej 2                   | 89.06625 |
| Consej 3                   | 89.06625 |
| Consej 4                   | 89.06625 |
| Consej 5                   | 89.06625 |
| Consej 6                   | 89.06625 |
| Consej 7                   | 95.004   |
| Consej 8                   | 1003.039 |
| Consej 9                   | 1003.039 |
| Consej 10                  | 1003.039 |
| Consej 11                  | 1003.039 |
| Consej 12                  | 771.5682 |

| Módulo                  | Superficie vent (m2) | Transmisión Ventanas (kcal/h) | Superficie LNC (m2) | Transmisión LNC (kcal/h) |
|-------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------------|
| Oficinas Baja           | 54.99                | 827.5995                      | 33                  | 119.196                  |
| Vestibulo / Recepcion   | 131.4                | 1977.57                       | 162.96              | 588.6115                 |
| Aseo masculino          | 0                    | 0                             | 0                   | 0                        |
| Aseo femenino           | 0                    | 0                             | 0                   | 0                        |
| Aseo minusvalidos       | 0                    | 0                             | 0                   | 0                        |
| Salon de actos          | 214.2                | 3223.71                       | 0                   | 0                        |
| Sala de reunion         | 14.4                 | 216.72                        | 0                   | 0                        |
| Oficinas Primera        | 168.69               | 2538.785                      | 34.92               | 126.131                  |
| Sala de control         | 15.12                | 227.556                       | 10.56               | 38.14272                 |
| Sala de traduccion      | 7.95                 | 119.6475                      | 0                   | 0                        |
| Pasillos                | 96.84                | 1457.442                      | 119.4               | 431.2728                 |
| Despacho Presidente     | 28.41                | 427.5705                      | 19.74               | 71.30088                 |
| Despacho Vicepresidente | 11.55                | 173.8275                      | 11.55               | 41.7186                  |

|                                   |       |          |       |          |
|-----------------------------------|-------|----------|-------|----------|
| Despacho Secretario Consejo       | 16.53 | 248.7765 | 16.68 | 60.24816 |
| Despacho Direc.<br>Comunicaciones | 11.55 | 173.8275 | 22.05 | 79.6446  |
| Sala Reunion Consejo              | 32.1  | 483.105  | 32.1  | 115.9452 |
| Despacho Director General         | 27.75 | 417.6375 | 44.79 | 161.7815 |
| Secretaria                        | 23.25 | 349.9125 | 45    | 162.54   |
| Sala Reuniones 1                  | 11.55 | 173.8275 | 29.1  | 105.1092 |
| Sala Reuniones 2                  | 0     | 0        | 66.78 | 241.2094 |
| Salita 1                          | 23.4  | 352.17   | 23.4  | 84.5208  |
| Salita 2                          | 23.4  | 352.17   | 23.4  | 84.5208  |
| Sala espera                       | 35.85 | 539.5425 | 46.5  | 167.958  |
| Cuarto Conductor                  | 15.75 | 237.0375 | 15.75 | 56.889   |
| Recepcion / Sala de espera        | 35.85 | 539.5425 | 55.38 | 200.0326 |
| Comedor / Sala estar TV           | 31.26 | 470.463  | 94.89 | 342.7427 |
| Consej 1                          | 7.5   | 112.875  | 7.5   | 27.09    |
| Consej 2                          | 7.5   | 112.875  | 7.5   | 27.09    |
| Consej 3                          | 7.5   | 112.875  | 7.5   | 27.09    |
| Consej 4                          | 7.5   | 112.875  | 7.5   | 27.09    |
| Consej 5                          | 7.5   | 112.875  | 7.5   | 27.09    |
| Consej 6                          | 7.5   | 112.875  | 7.5   | 27.09    |
| Consej 7                          | 8     | 120.4    | 4.8   | 17.3376  |
| Consej 8                          | 7.8   | 117.39   | 7.5   | 27.09    |
| Consej 9                          | 7.8   | 117.39   | 7.5   | 27.09    |
| Consej 10                         | 7.8   | 117.39   | 7.5   | 27.09    |
| Consej 11                         | 7.8   | 117.39   | 7.5   | 27.09    |
| Consej 12                         | 6     | 90.3     | 12    | 43.344   |

| Módulo                | Sup. Ext. Muros (m2) |       | Transmision Ext Muros (kcal/h) | Sup. Ext. Techos (m2) | Transmision Ext Techos (kcal/h) | Transm Ext Total (kcal/h) | Transm TOTAL (kcal/h) |
|-----------------------|----------------------|-------|--------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|
| Oficinas Baja         | 53.7                 | Oeste | 196.7353                       | 0                     | 0                               | 196.7353                  | 1143.531              |
| Vestibulo / Recepcion | 0                    |       | 0                              | 0                     | 0                               | 0                         | 2566.182              |
| Aseo masculino        | 0                    |       | 0                              | 0                     | 0                               | 0                         | 0                     |
| Aseo femenino         | 0                    |       | 0                              | 0                     | 0                               | 0                         | 0                     |
| Aseo minusvalidos     | 0                    |       | 0                              | 0                     | 0                               | 0                         | 0                     |
| Salon de actos        | 123.9                | Este  | 236.5499                       | 0                     | 0                               | 236.5499                  | 3460.26               |
| Sala de reunion       | 0                    |       | 0                              | 0                     | 0                               | 0                         | 216.72                |
| Oficinas Primera      | 72                   | Oeste | 263.7792                       | 0                     | 0                               | 263.7792                  | 2928.695              |

|                                |       |         |          |        |          |          |          |
|--------------------------------|-------|---------|----------|--------|----------|----------|----------|
| Sala de control                | 0     |         | 0        | 0      | 0        | 0        | 265.6987 |
| Sala de traduccion             | 0     |         | 0        | 0      | 0        | 0        | 119.6475 |
| Pasillos                       | 14.4  | Norte   | 6.68736  | 0      | 0        | 6.68736  | 1895.402 |
| Despacho Presidente            | 29.91 | Oeste   | 109.5783 | 78.317 | 369.0924 | 478.6706 | 977.542  |
| Despacho Vicepresidente        | 0     |         | 0        | 28.45  | 134.0792 | 134.0792 | 349.6253 |
| Despacho Secretario Consejo    | 21.84 | Oeste   | 80.01302 | 46.41  | 218.721  | 298.7341 | 607.7587 |
| Despacho Direc. Comunicaciones | 0     |         | 0        | 28.45  | 134.0792 | 134.0792 | 387.5513 |
| Sala Reunion Consejo           | 0     |         | 0        | 79.75  | 375.8458 | 375.8458 | 974.896  |
| Despacho Director General      | 0     |         | 0        | 52.46  | 247.2335 | 247.2335 | 826.6525 |
| Secretaria                     | 0     |         | 0        | 28     | 131.9584 | 131.9584 | 644.4109 |
| Sala Reuniones 1               | 0     |         | 0        | 22.95  | 108.1588 | 108.1588 | 387.0955 |
| Sala Reuniones 2               | 0     |         | 0        | 30.13  | 141.9967 | 141.9967 | 383.206  |
| Salita 1                       | 0     |         | 0        | 27.8   | 131.0158 | 131.0158 | 567.7066 |
| Salita 2                       | 0     |         | 0        | 27.8   | 131.0158 | 131.0158 | 567.7066 |
| Sala espera                    | 0     |         | 0        | 42.22  | 198.9744 | 198.9744 | 906.4749 |
| Cuarto Conductor               | 0     |         | 0        | 17     | 80.1176  | 80.1176  | 374.0441 |
| Recepcion / Sala de espera     | 0     |         | 0        | 82.46  | 388.6175 | 388.6175 | 1128.193 |
| Comedor / Sala estar TV        | 30.3  | Sureste | 128.2054 | 151.45 | 713.7536 | 841.9589 | 1655.165 |
| Consej 1                       | 0     |         | 0        | 10.73  | 50.56834 | 50.56834 | 190.5333 |
| Consej 2                       | 0     |         | 0        | 10.73  | 50.56834 | 50.56834 | 190.5333 |
| Consej 3                       | 0     |         | 0        | 10.73  | 50.56834 | 50.56834 | 190.5333 |
| Consej 4                       | 0     |         | 0        | 10.73  | 50.56834 | 50.56834 | 190.5333 |
| Consej 5                       | 0     |         | 0        | 10.73  | 50.56834 | 50.56834 | 190.5333 |
| Consej 6                       | 0     |         | 0        | 10.73  | 50.56834 | 50.56834 | 190.5333 |
| Consej 7                       | 18.3  | Este    | 34.93836 | 13.82  | 65.1309  | 100.0693 | 237.8069 |
| Consej 8                       | 0     |         | 0        | 12.17  | 57.35478 | 57.35478 | 201.8348 |
| Consej 9                       | 0     |         | 0        | 12.17  | 57.35478 | 57.35478 | 201.8348 |
| Consej 10                      | 0     |         | 0        | 12.17  | 57.35478 | 57.35478 | 201.8348 |
| Consej 11                      | 0     |         | 0        | 12.17  | 57.35478 | 57.35478 | 201.8348 |
| Consej 12                      | 18    | Este    | 34.3656  | 14.74  | 69.46667 | 103.8323 | 237.4763 |

*Invierno*

Para cada módulo:

| CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO |         |              |             |                   |                   |                  |                   |                       |      |             |                   |
|---------------------------------|---------|--------------|-------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-----------------------|------|-------------|-------------------|
| Temp. Exterior                  |         | 2 °C         |             |                   |                   |                  |                   |                       |      |             |                   |
| Temp. Interior                  |         | 22 °C        |             |                   |                   |                  |                   |                       |      |             |                   |
| Temp. TERRENO                   |         | 8 °C         |             |                   |                   |                  |                   |                       |      |             |                   |
| 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*int - T*ext<br>(°C) | fv   | C.p.regimen | TOTAL<br>(Kcal/h) |
| Consej 12                       |         |              |             |                   |                   |                  |                   |                       |      |             |                   |
| CRISTAL                         | N       |              |             | 0.0               |                   | 0.0              | 2.15              | 20.0                  | 1.35 | 1.15        | 0                 |
| CRISTAL                         | E       |              |             | 0.0               |                   | 0.0              | 2.15              | 20.0                  | 1.25 | 1.10        | 0                 |
| CRISTAL                         | S       |              |             | 0.0               |                   | 6.0              | 2.15              | 20.0                  | 1.00 | 1.10        | 284               |
| CRISTAL                         | O       |              |             | 0.0               |                   | 0.0              | 2.15              | 20.0                  | 1.20 | 1.15        | 0                 |
| MURO EXT.                       | N       |              |             | 0.0               | 0.0               | 0.0              | 0.52              | 20.0                  | 1.20 | 1.15        | 0                 |
| MURO EXT.                       | E       |              |             | 0.0               | 0.0               | 18.0             | 0.52              | 20.0                  | 1.15 | 1.10        | 235               |
| MURO EXT.                       | S       |              |             | 0.0               | 0.0               | 0.0              | 0.52              | 20.0                  | 1.00 | 1.10        | 0                 |
| MURO EXT.                       | O       |              |             | 0.0               | 0.0               | 0.0              | 0.52              | 20.0                  | 1.10 | 1.15        | 0                 |
| CUBIERTA                        | H       |              |             | 0.0               |                   | 14.7             | 0.34              | 20.0                  | 1.00 | 1.15        | 117               |
| SUELO                           |         |              |             | 0.0               |                   | 0.0              | 0.40              | 14.0                  | 1.00 | 1.15        | 0                 |
| LNC                             |         |              |             | 0.0               |                   | 12.0             | 1.03              | 10.0                  | 1.00 | 1.00        | 124               |
| VOLUMEN                         | 0       |              |             |                   |                   |                  |                   |                       |      |             | TOTAL 759         |

|           | (kcal/h)     | (kcal/h)         | (kcal/h)     | (kcal/h) |
|-----------|--------------|------------------|--------------|----------|
|           | Pérdidas ext | Pérdidas ventana | Pérdidas LNC | Total    |
| Consej 12 | 352          | 284              | 124          | 760      |

### Climatizadores (verano)

|                           | Verano   |          |
|---------------------------|----------|----------|
|                           | Exterior | Interior |
| Temper. Seca Ts (°C)      | 31       | 24       |
| Humedad Relativa (%)      | 68       | 50       |
| Humedad especifica (g/kg) | 19.5     | 9.4      |

|         |                       | Calor Sensible Verano | Calor Latente Verano | Qv     | FCS      | Calor Sensible EFECTIVO | Calor Latente EFECTIVO | FCSE     |
|---------|-----------------------|-----------------------|----------------------|--------|----------|-------------------------|------------------------|----------|
|         |                       | (kcal/h)              | (kcal/h)             | (m3/h) |          | (kcal/h)                | (kcal/h)               |          |
| CLIMA 3 | Vestíbulo / Recepción | 25716.05              | 1976                 | 1710   | 0.928644 | 26254.7                 | 3789.455               | 0.87387  |
| CLIMA 4 | Salón de actos        | 37696.73              | 7800                 | 4350   | 0.828559 | 39066.98                | 12413.18               | 0.758875 |
| CLIMA 5 | Oficinas Primera      | 31287.64              | 2912                 | 2520   | 0.914853 | 32081.44                | 5584.46                | 0.851737 |

|                     | Con FCSE |           |           |           |          |          |          | Con FCS   |         |           |
|---------------------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|-----------|---------|-----------|
|                     | T1 (°C)  | H1 (g/kg) | Qi (m3/h) | Qr (m3/h) | qv       | qr       | Tm (°C)  | Hm (g/kg) | Ti (°C) | Hi (g/kg) |
| Vestbulo / Recepcin | 11       | 8.4       | 7919.969  | 6209.969  | 0.21591  | 0.78409  | 25.51137 | 11.58069  | 15.9    | 9.5       |
| Salón de actos      | 9        | 7.3       | 10213.59  | 5863.59   | 0.425903 | 0.574097 | 26.98132 | 13.70162  | 13      | 8.6       |
| Oficinas Primera    | 10.5     | 8         | 9319.228  | 6799.228  | 0.270409 | 0.729591 | 25.89286 | 12.13113  | 15      | 9         |

|                       | (kcal/h)   | (kcal/h)   | (kcal/h)       | (W)            | (l/h)       |
|-----------------------|------------|------------|----------------|----------------|-------------|
|                       | Pot frig s | Pot frig l | Pot frig TOTAL | Pot frig TOTAL | Q agua fria |
| Vestíbulo / Recepción | 22836.52   | 11535.3    | 34371.83       | 39967.24       | 6874.365    |
| Salón de actos        | 42839.85   | 36474.11   | 79313.96       | 92225.53       | 15862.79    |
| Oficinas Primera      | 30453.91   | 20425.78   | 50879.7        | 59162.44       | 10175.94    |

### Climatizadores (invierno)

|                           | Invierno |          |
|---------------------------|----------|----------|
|                           | Exterior | Interior |
| Temper. Seca Ts (°C)      | 2        | 22       |
| Humedad Relativa (%)      | -        | 45       |
| Humedad específica (g/kg) | 2.5      | 7.5      |

|         |                       | Calor Sensible Invierno | Ti       | Tm       | Hm       | Tsb  | Hsb      |
|---------|-----------------------|-------------------------|----------|----------|----------|------|----------|
|         |                       | (kcal/h)                | (°C)     | (°C)     | (g/kg)   | (°C) | (g/kg)   |
| CLIMA 3 | Vestíbulo / Recepción | 9176                    | 25.86197 | 17.6818  | 6.42045  | 28.9 | 6.42045  |
| CLIMA 4 | Salón de actos        | 13833                   | 26.51457 | 13.48194 | 5.370484 | 33.5 | 5.370484 |
| CLIMA 5 | Oficinas Primera      | 11057                   | 25.95491 | 16.59183 | 6.147957 | 30.1 | 6.147957 |

|                       | Q humectador | P calorífica | P calorífica | Q agua caliente |
|-----------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
|                       | (l/h)        | (kcal/h)     | (W)          | (l/h)           |
| Vestibulo / Recepcion | 10.26        | 26654.34     | 30993.41     | 5330.867        |
| Salon de actos        | 26.1         | 61336.88     | 71321.96     | 12267.38        |
| Oficinas Primera      | 15.12        | 37765.72     | 43913.63     | 7553.145        |

## Pérdidas de carga tuberías de agua

| Accesorios/Válvulas                    |          | Longitud equivalente ( m ) |      |      |     |        |        |      |        |      |      |      |      |      |      |      |
|--|----------|----------------------------|------|------|-----|--------|--------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ø                                      | pulgadas | 3/8"                       | 1/2" | 3/4" | 1"  | 1 1/4" | 1 1/2" | 2"   | 2 1/2" | 3"   | 4"   | 5"   | 6"   | 8"   | 10"  | 12"  |
|  | mm       | 10                         | 15   | 20   | 25  | 32     | 40     | 50   | 65     | 80   | 100  | 125  | 150  | 200  | 250  | 300  |
| Codo a 45°                             |          |                            |      |      | 0,3 | 0,3    | 0,6    | 0,6  | 0,9    | 0,9  | 1,2  | 1,5  | 2,1  | 2,7  | 3,3  | 3,9  |
| Codo a 90°                             |          |                            |      |      | 0,6 | 0,9    | 1,2    | 1,5  | 1,8    | 2,1  | 3    | 3,6  | 4,2  | 5,4  | 6,6  | 8,1  |
| Codo a 90° Radio largo                 |          |                            |      |      | 0,6 | 0,6    | 0,6    | 0,9  | 1,2    | 1,5  | 1,8  | 2,4  | 2,7  | 3,9  | 4,8  | 5,4  |
| Té o Cruz                              |          |                            |      |      | 1,5 | 1,8    | 2,4    | 3    | 3,6    | 4,5  | 6    | 7,5  | 9    | 10,5 | 15   | 18   |
| Válv MARIPOSA                          |          |                            |      |      |     |        |        | 1,8  | 2,1    | 3    | 3,6  | 3,6  | 3    | 3,6  | 5,7  | 6,4  |
| Válv COMPUERTA                         |          | 0,18                       | 0,21 | 0,27 | 0,3 | 0,46   | 0,7    | 0,85 | 0,98   | 1,2  | 1,8  | 2,1  | 2,7  | 3,6  | 3,9  |      |
| Válv RETENCION de<br>clapeta oscilante |          |                            |      |      | 1,5 | 2,1    | 2,7    | 3,3  | 4,2    | 4,8  | 6,6  | 8,3  | 10,4 | 13,5 | 16,5 | 19,5 |
| Válv RETENCION de<br>asiento           |          |                            |      |      |     |        |        | 12,1 | 18,9   | 19,7 | 25,4 | 30,5 | 35,9 | 47,3 | 61,9 |      |
| Válv BOLA                              |          | 0,18                       | 0,21 | 0,27 | 0,3 | 0,46   | 0,7    | 0,85 | 0,98   | 1,2  | 1,8  | 2,1  |      |      |      |      |
| Filtros de agua                        |          | 1,5                        | 1,7  | 1,8  | 2,6 | 2,6    | 3,2    | 9    | 10     | 15   | 15,4 | 19   | 36   | 50   | 64   |      |
|  |          |                            |      |      |     |        |        |      |        |      |      |      |      |      |      |      |
|  |          |                            |      |      |     |        |        |      |        |      |      |      |      |      |      |      |
|  |          |                            |      |      |     |        |        |      |        |      |      |      |      |      |      |      |
|  |          |                            |      |      |     |        |        |      |        |      |      |      |      |      |      |      |
|  |          |                            |      |      |     |        |        |      |        |      |      |      |      |      |      |      |
|  |          |                            |      |      |     |        |        |      |        |      |      |      |      |      |      |      |
|  |          |                            |      |      |     |        |        |      |        |      |      |      |      |      |      |      |
|  |          |                            |      |      |     |        |        |      |        |      |      |      |      |      |      |      |

Instalac: Agua Fría  
Circuito: Esquema frigorífico en cámara fría  
Bomba:

| TRAMO                                | Q (l/s) | DN | Perd. mm.c.e. / ml | V (m/s) | L (m) | cámara 90 |      | cámara 45 |      | ter | reduc. | Tot. accesor. | BOLA |      | MARIP |      | FILTRO |      | ASIENTO |      | RET |      | REG |      | Tot. v. l. v. | Perd. en el tramo (mm.c.e.) | Perd. acumulada (mm.c.e.) |
|--------------------------------------|---------|----|--------------------|---------|-------|-----------|------|-----------|------|-----|--------|---------------|------|------|-------|------|--------|------|---------|------|-----|------|-----|------|---------------|-----------------------------|---------------------------|
|                                      |         |    |                    |         |       | udr       | perd | udr       | perd |     |        |               | udr  | perd | udr   | perd | udr    | perd | udr     | perd | udr | perd | udr | perd |               |                             |                           |
| 1                                    | 55637   | 6" |                    | 0.93    | 3     | 1         | 4.4  |           |      |     |        | 4.4           |      |      | 4     | 3    | 1      | 19   |         |      |     |      |     |      | 21            | 192.00                      | 192.00                    |
| Page 1                               |         |    |                    |         |       |           |      |           |      |     |        |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |               |                             |                           |
| Subtotal                             |         |    |                    |         |       |           |      |           |      |     |        |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      | 192.00        |                             |                           |
| Grupos frigoríficos                  |         |    |                    |         |       |           |      |           |      |     |        |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |               | 5.000.00                    |                           |
|                                      |         |    |                    |         |       |           |      |           |      |     |        |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      | total         | 5.192.00                    |                           |
|                                      |         |    |                    |         |       |           |      |           |      |     |        |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      | requer.       | 10.00%                      |                           |
| ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |         |    |                    |         |       |           |      |           |      |     |        |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      | 5.71          |                             |                           |

Instalac: Agua Caliente  
Circuito: Caldera abombada caliente  
Bomba:

| TRAMO                                | Q (l/s) | DN | Perd. mm.c.e. / ml | V (m/s) | L (m) | cámara 90 |      | cámara 45 |      | ter | reduc. | Tot. accesor. | BOLA |      | MARIP |      | FILTRO |      | ASIENTO |      | RET |      | REG |  | Tot. v. l. v. | Perd. en el tramo (mm.c.e.) | Perd. acumulada (mm.c.e.) |
|--------------------------------------|---------|----|--------------------|---------|-------|-----------|------|-----------|------|-----|--------|---------------|------|------|-------|------|--------|------|---------|------|-----|------|-----|--|---------------|-----------------------------|---------------------------|
|                                      |         |    |                    |         |       | udr       | perd | udr       | perd |     |        |               | udr  | perd | udr   | perd | udr    | perd | udr     | perd | udr | perd |     |  |               |                             |                           |
| 1                                    | 35640   | 5" |                    | 0.76    | 3     | 2         | 3.6  |           |      |     |        | 7.2           |      |      | 4     | 3.6  | 1      | 15.4 |         |      |     |      |     |  | 29.8          | 200.00                      | 200.00                    |
| Page 1                               |         |    |                    |         |       |           |      |           |      |     |        |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |  |               |                             |                           |
| Subtotal                             |         |    |                    |         |       |           |      |           |      |     |        |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |  | 200.00        |                             |                           |
| Caldera                              |         |    |                    |         |       |           |      |           |      |     |        |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |  |               | 2.000.00                    |                           |
|                                      |         |    |                    |         |       |           |      |           |      |     |        |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |  | total         | 2.200.00                    |                           |
|                                      |         |    |                    |         |       |           |      |           |      |     |        |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |  | requer.       | 10.00%                      |                           |
| ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |         |    |                    |         |       |           |      |           |      |     |        |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |  | 2.42          |                             |                           |

Fecha: **Aguas Frías**  
Instalaci: **Bombas frías hacia fan coil**  
Circuito: **Bombas frías hacia fan coil**  
Bomba:

| TRAMO | Q (l/s) | DN     | Pérd. mm.c.a. fmi | V (m/s) | L (m) | codo 90° |      | codo 45° |      | ter |      | reduc. | Tot. accor. | BOLA |      | MARIP |      | FILTRO |      | ASIENTO |      | RET |      | REG |                                      | Tot. vti v. | Pérd. en el tramo (mm.c.a.) | Pérd. acumulada de (mm.c.a.) |     |      |     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |          |
|-------|---------|--------|-------------------|---------|-------|----------|------|----------|------|-----|------|--------|-------------|------|------|-------|------|--------|------|---------|------|-----|------|-----|--------------------------------------|-------------|-----------------------------|------------------------------|-----|------|-----|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|----------|
|       |         |        |                   |         |       | udr      | perd | udr      | perd | udr | perd |        |             | udr  | perd | udr   | perd | udr    | perd | udr     | perd | udr | perd | udr | perd                                 |             |                             |                              | udr | perd | udr | perd |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |          |
| 1     | 22724   | 4"     | 7                 | 0.74    | 4.8   | 2        | 3    |          |      | 1   | 4    |        | 12          |      |      | 2     | 3.6  | 1      | 15   | 2       | 26.4 |     |      | 1   | 45                                   | 118         | 941.60                      | 941.60                       |     |      |     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |          |
| 2     | 6360    | 2"     | 18                | 0.8     | 3.2   | 1        | 1.5  |          |      | 1   | 3    |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |                                      | 138.40      | 1,080.10                    |                              |     |      |     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |          |
| 3     | 2920    | 1 1/2" | 14                | 0.6     | 5.2   | 1        | 1.2  |          |      | 1   | 2.4  |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |                                      | 123.20      | 1,203.30                    |                              |     |      |     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |          |
| 4     | 2501    | 1 1/2" | 12                | 0.55    | 2.2   |          |      |          |      | 1   | 2.4  |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |                                      | 292.80      | 1,496.10                    |                              |     |      |     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |          |
| 5     | 1301    | 1 1/2" | 4                 | 0.3     | 1.6   |          |      |          |      | 1   | 2.4  |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |                                      | 16.32       | 1,512.42                    |                              |     |      |     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |          |
| 6     | 650     | 1 1/4" | 3                 | 0.23    | 5.87  | 1        | 0.9  |          |      |     |      |        |             | 1    | 0.3  |       |      | 1      | 2.6  |         |      |     |      | 1   | 5                                    | 7.9         | 44.01                       | 1,556.43                     |     |      |     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |          |
|       |         |        |                   |         |       |          |      |          |      |     |      |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | Subtotal                             |             | 1,556.43                    |                              |     |      |     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |          |
|       |         |        |                   |         |       |          |      |          |      |     |      |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | kateria (mm.c.a.)                    |             |                             |                              |     |      |     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,000.00 |
|       |         |        |                   |         |       |          |      |          |      |     |      |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | Fan coil                             |             |                             |                              |     |      |     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 2,000.00 |
|       |         |        |                   |         |       |          |      |          |      |     |      |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | TOTAL                                |             |                             |                              |     |      |     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 5,556.43 |
|       |         |        |                   |         |       |          |      |          |      |     |      |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | %requ.                               |             |                             |                              |     |      |     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10.90%   |
|       |         |        |                   |         |       |          |      |          |      |     |      |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |             |                             |                              |     |      |     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 6.11     |

Page 1

Fecha: **Aguas Caliente**  
Instalaci: **Bombas caliente hacia fan coil**  
Circuito: **Bombas caliente hacia fan coil**  
Bomba:

| TRAMO | Q (l/s) | DN     | Pérd. mm.c.a. fmi | V (m/s) | L (m) | codo 90° |      | codo 45° |      | ter |      | reduc. | Tot. accor. | BOLA |      | MARIP |      | FILTRO |      | ASIENTO |      | RET |      | REG |                                      | Tot. vti v. | Pérd. en el tramo (mm.c.a.) | Pérd. acumulada de (mm.c.a.) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |          |
|-------|---------|--------|-------------------|---------|-------|----------|------|----------|------|-----|------|--------|-------------|------|------|-------|------|--------|------|---------|------|-----|------|-----|--------------------------------------|-------------|-----------------------------|------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------|----------|
|       |         |        |                   |         |       | udr      | perd | udr      | perd | udr | perd |        |             | udr  | perd | udr   | perd | udr    | perd | udr     | perd | udr | perd | udr | perd                                 |             |                             |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |          |
| 1     | 10489   | 3"     | 6                 | 0.62    | 4.8   | 2        | 2.1  |          |      | 1   | 4.5  |        | 8.7         |      |      | 2     | 3    | 1      | 10   | 2       | 19.7 |     |      | 1   | 45                                   | 100         | 631.60                      | 631.60                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |          |
| 2     | 2619    | 1 1/2" | 11                | 0.55    | 3.2   | 1        | 1.2  |          |      | 1   | 2.4  |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |                                      |             | 74.80                       | 706.40                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |          |
| 3     | 821     | 1 1/4" | 3                 | 0.25    | 5.2   | 1        | 0.9  |          |      | 1   | 2.4  |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |                                      |             | 25.50                       | 731.90                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |          |
| 4     | 791     | 1 1/4" | 3                 | 0.25    | 2.2   |          |      |          |      | 1   | 2.4  |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |                                      |             | 73.20                       | 805.10                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |          |
| 5     | 296     | 1"     | 3                 | 0.21    | 1.6   |          |      |          |      | 1   | 1.5  |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |                                      |             | 9.54                        | 814.64                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |          |
| 6     | 193     | 3/4"   | 3                 | 0.17    | 5.87  | 1        |      |          |      |     |      |        |             | 1    | 0.21 |       |      | 1      | 1.7  |         |      |     |      | 1   | 5                                    | 25.34       | 840.98                      |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        |          |
|       |         |        |                   |         |       |          |      |          |      |     |      |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | Subtotal                             |             |                             |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 902.98 |          |
|       |         |        |                   |         |       |          |      |          |      |     |      |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | kateria (mm.c.a.)                    |             |                             |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        | 2,000.00 |
|       |         |        |                   |         |       |          |      |          |      |     |      |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | Fan coil                             |             |                             |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        | 2,000.00 |
|       |         |        |                   |         |       |          |      |          |      |     |      |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | TOTAL                                |             |                             |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        | 4,902.98 |
|       |         |        |                   |         |       |          |      |          |      |     |      |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | %requ.                               |             |                             |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        | 10.00%   |
|       |         |        |                   |         |       |          |      |          |      |     |      |        |             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |             |                             |                              |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |        | 5.39     |

Page 1

Instalac: AsuaFria  
Circuito: Bombafria hacia climatizadores  
Bomba:

| TRAMO                                | Q (l/s) | DN | Perd. mm.c.c. / ml | v (m/s) | L (m) | cndr 90 |     | cndr 45 |     | tor |     | reduc. |     | Tot accor. | BOLA |     | MARIP |     | FILTRO |     | ASIENTO |      | RET |     | REG  |        | Tot vdi w. | Perd. en al tramo (mm.c.c.) | Perd. acumula de (mm.c.c.) |
|--------------------------------------|---------|----|--------------------|---------|-------|---------|-----|---------|-----|-----|-----|--------|-----|------------|------|-----|-------|-----|--------|-----|---------|------|-----|-----|------|--------|------------|-----------------------------|----------------------------|
|                                      |         |    |                    |         |       | udr     | por | udr     | por | udr | por | udr    | por |            | udr  | por | udr   | por | udr    | por | udr     | por  | udr | por | udr  | por    |            |                             |                            |
| 1                                    | 47413   | 6" | 4                  | 0.73    | 2     | 2       | 4.2 |         |     | 1   | 9   |        |     | 17.4       |      | 2   | 3     | 1   | 19     |     |         |      |     |     |      | 25     | 177.60     | 177.60                      |                            |
| 2                                    | 32913   | 5" | 5                  | 0.73    | 18.25 | 1       | 3.6 |         |     | 1   | 7.5 |        |     | 11.1       |      |     |       |     |        |     |         |      |     |     |      | 146.75 | 324.35     |                             |                            |
| 3                                    | 26039   | 5" | 4                  | 0.66    | 1.45  | 1       | 3.6 |         |     | 1   | 7.5 |        |     | 11.1       |      |     |       |     |        |     |         |      |     |     |      | 50.20  | 374.55     |                             |                            |
| 4                                    | 15863   | 4" | 4                  | 0.58    | 3.8   | 1       | 3   |         |     |     |     |        |     | 3          | 4    | 1.2 |       |     | 1      | 15  | 1       | 25.4 |     |     | 45.2 | 208.00 | 582.55     |                             |                            |
| Subtotal                             |         |    |                    |         |       |         |     |         |     |     |     |        |     |            |      |     |       |     |        |     |         |      |     |     |      |        |            | 582.55                      |                            |
| Bateria (mm.c.c.)                    |         |    |                    |         |       |         |     |         |     |     |     |        |     |            |      |     |       |     |        |     |         |      |     |     |      |        |            | 2,000.00                    |                            |
| Climatizador                         |         |    |                    |         |       |         |     |         |     |     |     |        |     |            |      |     |       |     |        |     |         |      |     |     |      |        |            | 2,000.00                    |                            |
| total                                |         |    |                    |         |       |         |     |         |     |     |     |        |     |            |      |     |       |     |        |     |         |      |     |     |      |        |            | 4,582.55                    |                            |
| %requer.                             |         |    |                    |         |       |         |     |         |     |     |     |        |     |            |      |     |       |     |        |     |         |      |     |     |      |        |            | 10.00%                      |                            |
| ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |         |    |                    |         |       |         |     |         |     |     |     |        |     |            |      |     |       |     |        |     |         |      |     |     |      |        |            | 5.04                        |                            |

Page 1

Instalac: AsuaCaliente  
Circuito: Bombacaliente hacia climatizadores  
Bomba:

| TRAMO                                | Q (l/s) | DN     | Perd. mm.c.c. / ml | v (m/s) | L (m) | cndr 90 |     | cndr 45 |     | tor |     | reduc. |     | Tot accor. | BOLA |      | MARIP |     | FILTRO |     | ASIENTO |      | RET |     | REG  |        | Tot vdi w. | Perd. en al tramo (mm.c.c.) | Perd. acumula de (mm.c.c.) |
|--------------------------------------|---------|--------|--------------------|---------|-------|---------|-----|---------|-----|-----|-----|--------|-----|------------|------|------|-------|-----|--------|-----|---------|------|-----|-----|------|--------|------------|-----------------------------|----------------------------|
|                                      |         |        |                    |         |       | udr     | por | udr     | por | udr | por | udr    | por |            | udr  | por  | udr   | por | udr    | por | udr     | por  | udr | por | udr  | por    |            |                             |                            |
| 1                                    | 33151   | 5"     | 5                  | 0.76    | 5.8   | 2       | 3.6 |         |     | 1   | 7.5 |        |     | 14.7       |      | 2    | 3.6   | 1   | 15.4   |     |         |      |     |     |      | 22.6   | 215.50     | 215.50                      |                            |
| 2                                    | 8000    | 2 1/2" | 7                  | 0.6     | 10.9  | 1       | 1.8 |         |     | 1   | 3.6 |        |     | 5.4        |      |      |       |     |        |     |         |      |     |     |      | 114.10 | 329.60     |                             |                            |
| 3                                    | 4500    | 2 1/2" | 3                  | 0.39    | 13.8  | 1       | 1.8 |         |     | 1   | 3.6 |        |     | 5.4        | 4    | 0.85 |       |     | 1      | 9   | 1       | 18.9 |     |     | 31.3 | 151.50 | 481.10     |                             |                            |
| Subtotal                             |         |        |                    |         |       |         |     |         |     |     |     |        |     |            |      |      |       |     |        |     |         |      |     |     |      |        |            | 481.10                      |                            |
| Bateria (mm.c.c.)                    |         |        |                    |         |       |         |     |         |     |     |     |        |     |            |      |      |       |     |        |     |         |      |     |     |      |        |            | 2,000.00                    |                            |
| Climatizador                         |         |        |                    |         |       |         |     |         |     |     |     |        |     |            |      |      |       |     |        |     |         |      |     |     |      |        |            | 2,000.00                    |                            |
| total                                |         |        |                    |         |       |         |     |         |     |     |     |        |     |            |      |      |       |     |        |     |         |      |     |     |      |        |            | 4,481.10                    |                            |
| %requer.                             |         |        |                    |         |       |         |     |         |     |     |     |        |     |            |      |      |       |     |        |     |         |      |     |     |      |        |            | 10.00%                      |                            |
| ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |         |        |                    |         |       |         |     |         |     |     |     |        |     |            |      |      |       |     |        |     |         |      |     |     |      |        |            | 4.93                        |                            |

Page 1

### Pérdidas de carga conductos de aire

| Climatizador 1: Impulsión |                     |      |                  |                  |
|---------------------------|---------------------|------|------------------|------------------|
|                           | (m <sup>3</sup> /h) | (m)  | (mmca/m)         | (mmca)           |
| Tramo                     | Q                   | Long | perd carga tramo | perd carga total |
| 1                         | 1910                | 5    | 0.1              | 0.5              |
| 2                         | 810                 | 2    | 0.1              | 0.2              |
| 3                         | 1100                | 5    | 0.1              | 0.5              |
| 4                         | 810                 | 18.2 | 0.1              | 1.82             |
| 5                         | 405                 | 1.65 | 0.1              | 0.165            |
| 6                         | 202.5               | 5.8  | 0.1              | 0.58             |
|                           |                     |      | Acumulada        | 3.765            |

| Climatizador 2: Impulsión |                     |      |                  |                  |
|---------------------------|---------------------|------|------------------|------------------|
|                           | (m <sup>3</sup> /h) | (m)  | (mmca/m)         | (mmca)           |
| Tramo                     | Q                   | Long | perd carga tramo | perd carga total |
| 1                         | 5580                | 5    | 0.1              | 0.5              |
| 2                         | 2790                | 3.12 | 0.1              | 0.312            |
| 3                         | 2340                | 8.64 | 0.1              | 0.864            |
| 4                         | 2250                | 5.84 | 0.1              | 0.584            |
| 5                         | 1350                | 0.88 | 0.1              | 0.088            |
| 6                         | 1215                | 0.75 | 0.1              | 0.075            |
| 7                         | 945                 | 11   | 0.1              | 1.1              |
| 8                         | 765                 | 12.6 | 0.1              | 1.26             |
| 9                         | 405                 | 11   | 0.1              | 1.1              |
| 10                        | 225                 | 8    | 0.1              | 0.8              |
| 11                        | 45                  | 7.95 | 0.1              | 0.795            |
|                           |                     |      | Acumulada        | 7.478            |

| Climatizador 3: Impulsión |                     |      |                  |                  |
|---------------------------|---------------------|------|------------------|------------------|
|                           | (m <sup>3</sup> /h) | (m)  | (mmca/m)         | (mmca)           |
| Tramo                     | Q                   | Long | perd carga tramo | perd carga total |
| 1                         | 7920                | 6    | 0.1              | 0.6              |
| 2                         | 3960                | 1    | 0.1              | 0.1              |
| 3                         | 3960                | 5    | 0.1              | 0.5              |
| 4                         | 1980                | 3.35 | 0.1              | 0.335            |
| 5                         | 990                 | 3.7  | 0.1              | 0.37             |
| 6                         | 495                 | 2.67 | 0.1              | 0.267            |
|                           |                     |      | Acumulada        | 2.172            |

| Climatizador 3: Retorno |                     |       |                  |                  |
|-------------------------|---------------------|-------|------------------|------------------|
|                         | (m <sup>3</sup> /h) | (m)   | (mmca/m)         | (mmca)           |
| Tramo                   | Q                   | Long  | perd carga tramo | perd carga total |
| 1                       | 6210                | 10    | 0.08             | 0.8              |
| 2                       | 3105                | 13.52 | 0.08             | 1.0816           |
| 3                       | 1552.5              | 11    | 0.08             | 0.88             |
|                         |                     |       | Acumulada        | 2.7616           |

| Climatizador 4: Impulsión |                     |      |                  |                  |
|---------------------------|---------------------|------|------------------|------------------|
|                           | (m <sup>3</sup> /h) | (m)  | (mmca/m)         | (mmca)           |
| Tramo                     | Q                   | Long | perd carga tramo | perd carga total |
| 1                         | 10214               | 54   | 0.1              | 5.4              |
| 2                         | 5574                | 4    | 0.1              | 0.4              |
| 3                         | 928                 | 5.6  | 0.1              | 0.56             |
| 4                         | 464                 | 3.2  | 0.1              | 0.32             |
|                           |                     |      | Acumulada        | 6.68             |

| Climatizador 4: Retorno |                     |      |                  |                  |
|-------------------------|---------------------|------|------------------|------------------|
|                         | (m <sup>3</sup> /h) | (m)  | (mmca/m)         | (mmca)           |
| Tramo                   | Q                   | Long | perd carga tramo | perd carga total |
| 1                       | 5864                | 32   | 0.08             | 2.56             |
| 2                       | 2932                | 9    | 0.08             | 0.72             |
| 3                       | 1466                | 8.6  | 0.08             | 0.688            |
| 4                       | 1466                | 8.6  | 0.08             | 0.688            |
|                         |                     |      | Acumulada        | 4.656            |

| Climatizador 5: Impulsión |                     |      |                  |                  |
|---------------------------|---------------------|------|------------------|------------------|
|                           | (m <sup>3</sup> /h) | (m)  | (mmca/m)         | (mmca)           |
| Tramo                     | Q                   | Long | perd carga tramo | perd carga total |
| 1                         | 9319                | 23   | 0.1              | 2.3              |
| 2                         | 6215                | 5.2  | 0.1              | 0.52             |
| 3                         | 3111                | 4.7  | 0.1              | 0.47             |
| 4                         | 1555.5              | 5.78 | 0.1              | 0.578            |
| 5                         | 777.75              | 6.5  | 0.1              | 0.65             |
|                           |                     |      | Acumulada        | 4.518            |

| Climatizador 5: Retorno |                     |      |                  |                  |
|-------------------------|---------------------|------|------------------|------------------|
|                         | (m <sup>3</sup> /h) | (m)  | (mmca/m)         | (mmca)           |
| Tramo                   | Q                   | Long | perd carga tramo | perd carga total |
| 1                       | 6800                | 31   | 0.08             | 2.48             |
| 2                       | 3400                | 6    | 0.08             | 0.48             |
|                         |                     |      | Acumulada        | 2.96             |

### 3.2. Diagramas y ábacos

#### Diagrama psicrométrico

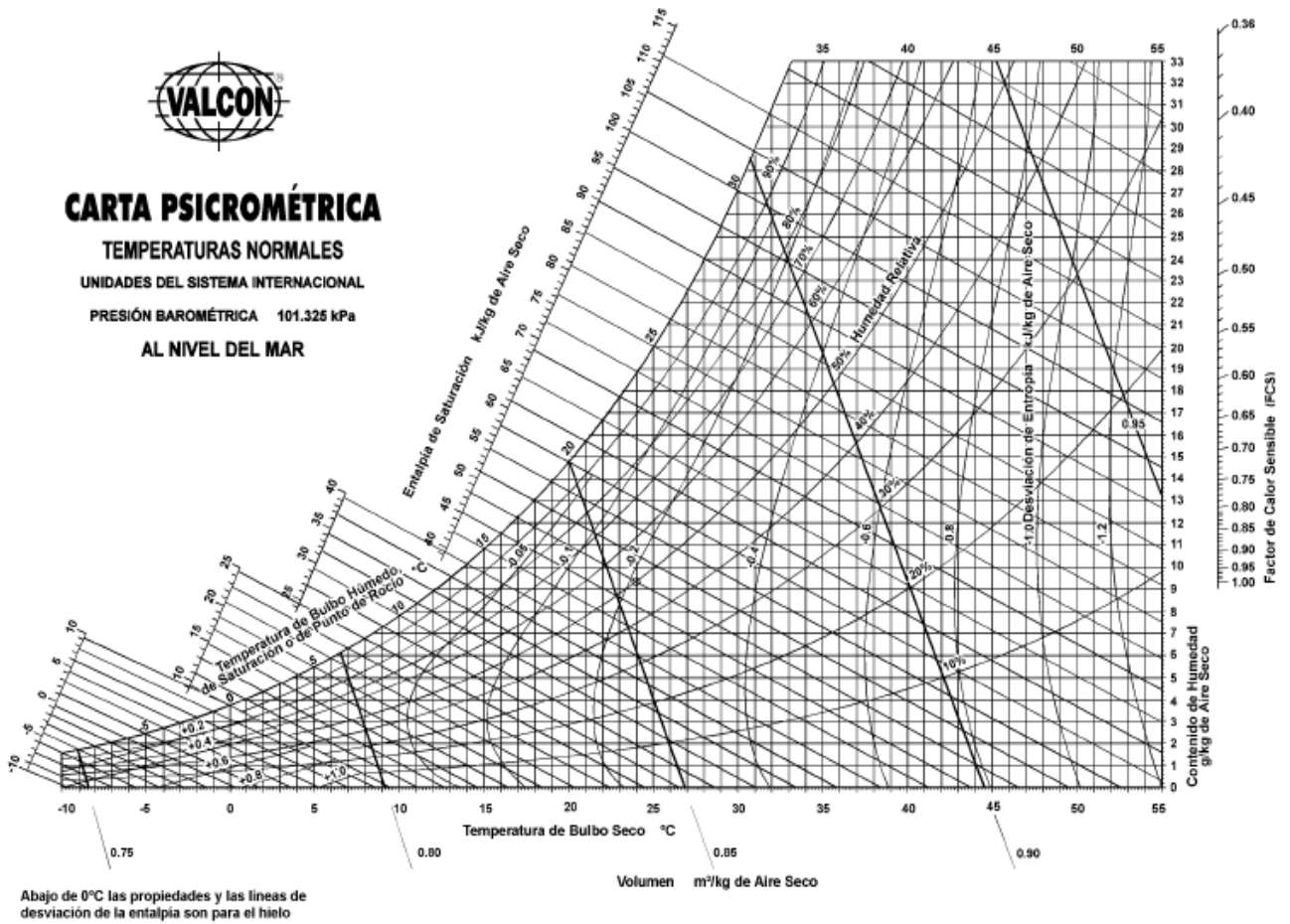


Figura 13.11 - Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI).

Ábaco cálculo de conductos de aire

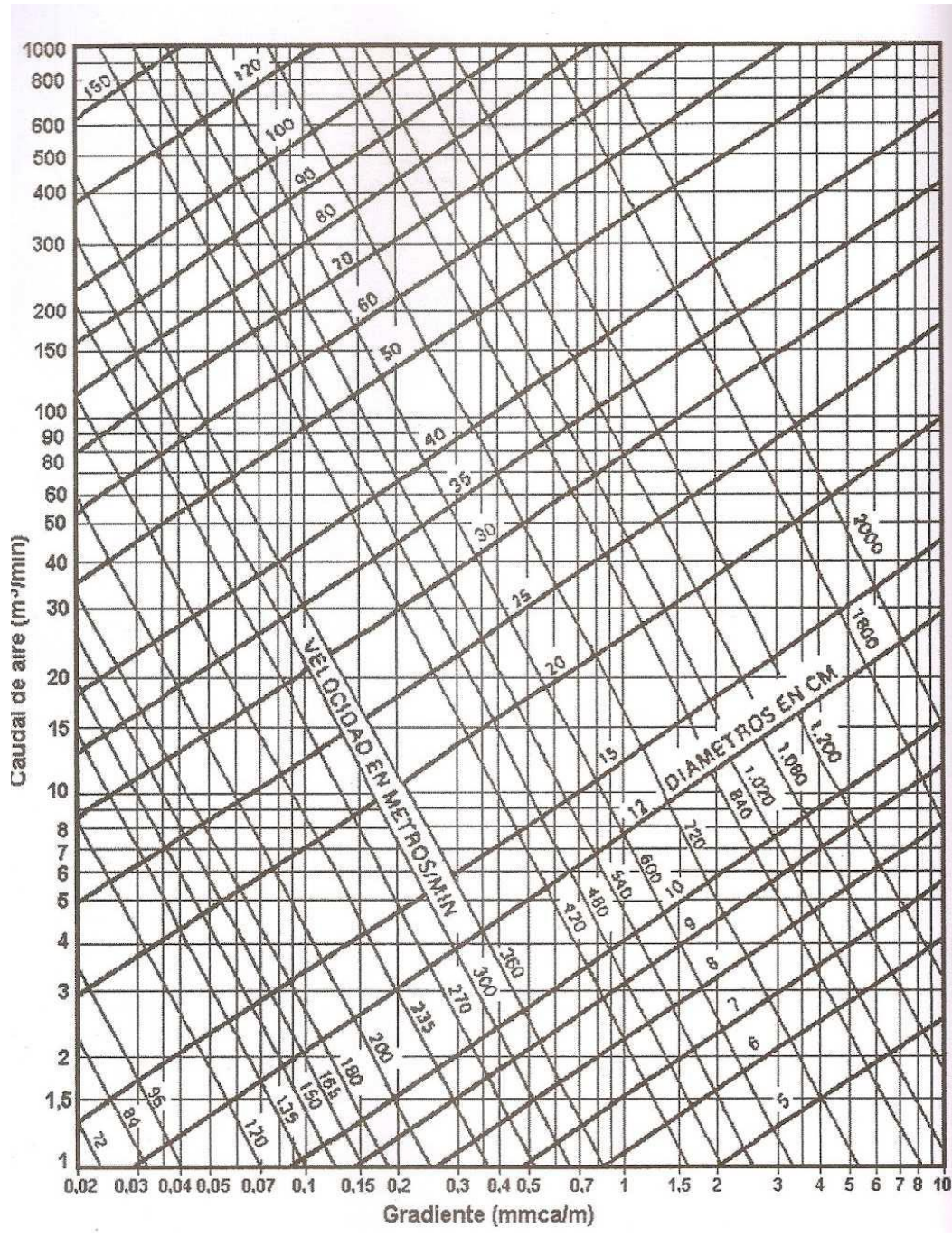


TABLA 1: Equivalencia de conducto circular con rectangular

| Lado conducto recto | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 | 56 | 60 | 64 | 68 | 72 | 76 | 80 | 84 | 88  | Lado conducto recto |    |
|---------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|---------------------|----|
| 20                  | 22 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     | 20                  |    |
| 22                  | 23 | 24 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 22 |
| 24                  | 24 | 25 | 26 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 24 |
| 26                  | 25 | 26 | 27 | 28 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 26 |
| 28                  | 26 | 27 | 28 | 30 | 31 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 28 |
| 30                  | 27 | 28 | 29 | 31 | 32 | 33 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 30 |
| 32                  | 28 | 29 | 30 | 31 | 33 | 34 | 35 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 32 |
| 34                  | 28 | 30 | 31 | 32 | 34 | 35 | 36 | 37 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 34 |
| 36                  | 29 | 31 | 32 | 33 | 35 | 36 | 37 | 38 | 38 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 36 |
| 38                  | 30 | 31 | 33 | 34 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 42 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 38 |
| 40                  | 31 | 32 | 34 | 35 | 36 | 38 | 39 | 40 | 41 | 43 | 44 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 40 |
| 42                  | 31 | 33 | 34 | 36 | 37 | 39 | 40 | 41 | 42 | 44 | 45 | 46 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 42 |
| 44                  | 32 | 34 | 35 | 37 | 38 | 40 | 41 | 42 | 43 | 45 | 46 | 47 | 48 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 44 |
| 46                  | 33 | 34 | 36 | 37 | 39 | 40 | 42 | 43 | 44 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 46 |
| 48                  | 33 | 35 | 37 | 39 | 40 | 41 | 43 | 44 | 45 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 53 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 48 |
| 50                  | 34 | 36 | 37 | 39 | 40 | 42 | 44 | 45 | 46 | 47 | 49 | 50 | 51 | 52 | 54 | 55 |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 50 |
| 52                  | 34 | 36 | 38 | 40 | 41 | 43 | 44 | 46 | 47 | 48 | 50 | 51 | 52 | 53 | 55 | 56 | 57 |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 52 |
| 54                  | 35 | 37 | 39 | 40 | 42 | 44 | 45 | 47 | 48 | 49 | 51 | 52 | 53 | 54 | 56 | 57 | 58 |    |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 54 |
| 56                  | 36 | 37 | 39 | 41 | 43 | 44 | 46 | 47 | 49 | 50 | 52 | 53 | 54 | 55 | 57 | 58 | 59 | 61 |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 56 |
| 58                  | 36 | 38 | 40 | 42 | 43 | 45 | 47 | 48 | 50 | 51 | 52 | 54 | 55 | 56 | 58 | 59 | 60 | 62 |    |    |    |    |    |    |    |     |                     | 58 |
| 60                  | 37 | 39 | 40 | 42 | 44 | 46 | 47 | 49 | 51 | 52 | 53 | 55 | 56 | 57 | 59 | 60 | 61 | 63 | 66 |    |    |    |    |    |    |     |                     | 60 |
| 62                  | 37 | 39 | 41 | 43 | 45 | 47 | 48 | 49 | 52 | 53 | 54 | 56 | 57 | 58 | 59 | 61 | 62 | 64 | 67 |    |    |    |    |    |    |     |                     | 62 |
| 64                  | 38 | 40 | 42 | 44 | 45 | 47 | 49 | 50 | 53 | 53 | 55 | 56 | 58 | 59 | 60 | 62 | 63 | 65 | 68 | 70 |    |    |    |    |    |     |                     | 64 |
| 66                  | 38 | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 50 | 54 | 54 | 56 | 57 | 59 | 60 | 61 | 63 | 64 | 66 | 69 | 71 |    |    |    |    |    |     |                     | 66 |
| 68                  | 39 | 41 | 43 | 45 | 47 | 48 | 50 | 51 | 54 | 55 | 57 | 59 | 60 | 61 | 62 | 64 | 65 | 67 | 70 | 72 | 74 |    |    |    |    |     |                     | 68 |
| 70                  | 39 | 41 | 43 | 45 | 47 | 49 | 51 | 52 | 55 | 56 | 57 | 59 | 60 | 62 | 63 | 65 | 66 | 68 | 71 | 73 | 75 |    |    |    |    |     |                     | 70 |
| 72                  | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 | 53 | 56 | 57 | 58 | 60 | 61 | 63 | 64 | 66 | 67 | 69 | 72 | 74 | 76 | 79 |    |    |    |     |                     | 72 |
| 74                  | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 | 53 | 56 | 57 | 59 | 60 | 62 | 63 | 65 | 67 | 68 | 70 | 73 | 75 | 77 | 80 |    |    |    |     |                     | 74 |
| 76                  | 40 | 43 | 45 | 47 | 49 | 51 | 52 | 54 | 57 | 58 | 60 | 61 | 63 | 64 | 66 | 68 | 68 | 71 | 74 | 76 | 78 | 81 | 83 |    |    |     |                     | 76 |
| 78                  | 41 | 43 | 46 | 48 | 50 | 52 | 53 | 55 | 58 | 59 | 60 | 62 | 63 | 65 | 66 | 69 | 69 | 72 | 75 | 77 | 79 | 82 | 84 |    |    |     |                     | 78 |
| 80                  | 41 | 44 | 46 | 48 | 50 | 52 | 53 | 55 | 58 | 59 | 61 | 63 | 64 | 66 | 67 | 70 | 70 | 73 | 75 | 78 | 80 | 83 | 85 | 88 |    |     |                     | 80 |
| 82                  | 41 | 44 | 46 | 49 | 51 | 53 | 54 | 56 | 59 | 60 | 62 | 63 | 65 | 67 | 68 | 70 | 71 | 74 | 76 | 79 | 81 | 84 | 86 | 89 |    |     |                     | 82 |
| 84                  | 42 | 45 | 47 | 49 | 51 | 53 | 55 | 57 | 60 | 61 | 62 | 64 | 66 | 67 | 69 | 71 | 72 | 75 | 77 | 80 | 82 | 85 | 87 | 90 | 92 |     |                     | 84 |
| 86                  | 42 | 45 | 47 | 50 | 52 | 54 | 55 | 58 | 60 | 61 | 63 | 65 | 66 | 68 | 70 | 72 | 73 | 75 | 78 | 81 | 83 | 86 | 88 | 91 | 93 |     |                     | 86 |
| 88                  | 43 | 45 | 48 | 50 | 52 | 54 | 56 | 58 | 61 | 62 | 63 | 65 | 67 | 68 | 70 | 73 | 73 | 76 | 79 | 82 | 84 | 87 | 89 | 92 | 94 | 96  |                     | 88 |
| 90                  | 43 | 46 | 48 | 51 | 53 | 55 | 56 | 59 | 61 | 63 | 64 | 66 | 68 | 69 | 71 | 73 | 74 | 77 | 80 | 83 | 85 | 88 | 90 | 93 | 95 | 97  |                     | 90 |
| 92                  | 43 | 46 | 49 | 51 | 53 | 55 | 57 | 59 | 62 | 64 | 64 | 67 | 69 | 69 | 72 | 74 | 75 | 78 | 81 | 83 | 86 | 89 | 91 | 94 | 96 | 98  |                     | 92 |
| 94                  | 44 | 47 | 49 | 52 | 54 | 56 | 57 | 60 | 62 | 64 | 65 | 68 | 69 | 70 | 73 | 75 | 76 | 79 | 82 | 84 | 87 | 90 | 92 | 95 | 97 | 99  |                     | 94 |
| 96                  | 44 | 47 | 50 | 52 | 54 | 56 | 58 | 61 | 62 | 65 | 66 | 68 | 70 | 71 | 73 | 75 | 76 | 79 | 83 | 85 | 87 | 91 | 93 | 96 | 98 | 100 |                     | 96 |

Diagrama de Moody para tuberías de agua fría de acero a 10°C

| Ø<br>nominal<br>mm                 | DN 2441          |      |      |        |        |      |        |      |      |      | DN 1448          |      |      |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |      |       |       |
|------------------------------------|------------------|------|------|--------|--------|------|--------|------|------|------|------------------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|
|                                    | 1/2"             | 3/4" | 1"   | 1 1/4" | 1 1/2" | 2"   | 2 1/2" | 3"   | 4"   | 5"   | 6"               | 8"   | 10"  | 12"  | 14"  | 16"  | 18"   | 20"   | 22"   | 24"  |      |      |      |      |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |      |       |       |
| 15                                 | 20               | 25   | 32   | 40     | 50     | 65   | 80     | 100  | 125  | 150  | 200              | 250  | 300  | 350  | 400  | 450  | 500   | 550   | 600   | 16   | 21,6 | 27,2 | 33,9 | 41,8 | 53   | 68,8 | 80,8 | 105,3 | 130  | 155,4 | 207,3 | 269,4 | 309,7 | 338,8 | 437,2 | 496  | 545,4 | 597,4 |
| Velocidad de carga<br>en m/sca./ml | CAUDAL EN L/H    |      |      |        |        |      |        |      |      |      | CAUDAL EN L/H    |      |      |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |      |       |       |
|                                    | VELOCIDAD EN M/S |      |      |        |        |      |        |      |      |      | VELOCIDAD EN M/S |      |      |      |      |      |       |       |       |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |       |       |       |       |       |       |      |       |       |
| 3                                  | 0,8              | 1,0  | 1,2  | 1,5    | 1,8    | 2,4  | 3,0    | 3,6  | 4,5  | 5,4  | 7,2              | 9,0  | 10,8 | 13,5 | 16,2 | 18,0 | 22,5  | 27,0  | 30,6  | 0,8  | 1,0  | 1,2  | 1,5  | 1,8  | 2,4  | 3,0  | 3,6  | 4,5   | 5,4  | 7,2   | 9,0   | 10,8  | 13,5  | 16,2  | 18,0  | 22,5 | 27,0  | 30,6  |
| 4                                  | 1,0              | 1,2  | 1,5  | 1,8    | 2,4    | 3,0  | 3,6    | 4,5  | 5,4  | 7,2  | 9,0              | 10,8 | 13,5 | 16,2 | 18,0 | 22,5 | 27,0  | 30,6  | 36,0  | 1,0  | 1,2  | 1,5  | 1,8  | 2,4  | 3,0  | 3,6  | 4,5  | 5,4   | 7,2  | 9,0   | 10,8  | 13,5  | 16,2  | 18,0  | 22,5  | 27,0 | 30,6  |       |
| 5                                  | 1,2              | 1,5  | 1,8  | 2,4    | 3,0    | 3,6  | 4,5    | 5,4  | 7,2  | 9,0  | 10,8             | 13,5 | 16,2 | 18,0 | 22,5 | 27,0 | 30,6  | 36,0  | 42,0  | 1,2  | 1,5  | 1,8  | 2,4  | 3,0  | 3,6  | 4,5  | 5,4  | 7,2   | 9,0  | 10,8  | 13,5  | 16,2  | 18,0  | 22,5  | 27,0  | 30,6 |       |       |
| 6                                  | 1,5              | 1,8  | 2,4  | 3,0    | 3,6    | 4,5  | 5,4    | 7,2  | 9,0  | 10,8 | 13,5             | 16,2 | 18,0 | 22,5 | 27,0 | 30,6 | 36,0  | 42,0  | 48,0  | 1,5  | 1,8  | 2,4  | 3,0  | 3,6  | 4,5  | 5,4  | 7,2  | 9,0   | 10,8 | 13,5  | 16,2  | 18,0  | 22,5  | 27,0  | 30,6  | 36,0 | 42,0  |       |
| 7                                  | 1,8              | 2,4  | 3,0  | 3,6    | 4,5    | 5,4  | 7,2    | 9,0  | 10,8 | 13,5 | 16,2             | 18,0 | 22,5 | 27,0 | 30,6 | 36,0 | 42,0  | 48,0  | 54,0  | 1,8  | 2,4  | 3,0  | 3,6  | 4,5  | 5,4  | 7,2  | 9,0  | 10,8  | 13,5 | 16,2  | 18,0  | 22,5  | 27,0  | 30,6  | 36,0  | 42,0 |       |       |
| 8                                  | 2,4              | 3,0  | 3,6  | 4,5    | 5,4    | 7,2  | 9,0    | 10,8 | 13,5 | 16,2 | 18,0             | 22,5 | 27,0 | 30,6 | 36,0 | 42,0 | 48,0  | 54,0  | 60,0  | 2,4  | 3,0  | 3,6  | 4,5  | 5,4  | 7,2  | 9,0  | 10,8 | 13,5  | 16,2 | 18,0  | 22,5  | 27,0  | 30,6  | 36,0  | 42,0  |      |       |       |
| 9                                  | 3,0              | 3,6  | 4,5  | 5,4    | 7,2    | 9,0  | 10,8   | 13,5 | 16,2 | 18,0 | 22,5             | 27,0 | 30,6 | 36,0 | 42,0 | 48,0 | 54,0  | 60,0  | 66,0  | 3,0  | 3,6  | 4,5  | 5,4  | 7,2  | 9,0  | 10,8 | 13,5 | 16,2  | 18,0 | 22,5  | 27,0  | 30,6  | 36,0  | 42,0  |       |      |       |       |
| 10                                 | 3,6              | 4,5  | 5,4  | 7,2    | 9,0    | 10,8 | 13,5   | 16,2 | 18,0 | 22,5 | 27,0             | 30,6 | 36,0 | 42,0 | 48,0 | 54,0 | 60,0  | 66,0  | 72,0  | 3,6  | 4,5  | 5,4  | 7,2  | 9,0  | 10,8 | 13,5 | 16,2 | 18,0  | 22,5 | 27,0  | 30,6  | 36,0  | 42,0  |       |       |      |       |       |
| 11                                 | 4,5              | 5,4  | 7,2  | 9,0    | 10,8   | 13,5 | 16,2   | 18,0 | 22,5 | 27,0 | 30,6             | 36,0 | 42,0 | 48,0 | 54,0 | 60,0 | 66,0  | 72,0  | 78,0  | 4,5  | 5,4  | 7,2  | 9,0  | 10,8 | 13,5 | 16,2 | 18,0 | 22,5  | 27,0 | 30,6  | 36,0  | 42,0  |       |       |       |      |       |       |
| 12                                 | 5,4              | 7,2  | 9,0  | 10,8   | 13,5   | 16,2 | 18,0   | 22,5 | 27,0 | 30,6 | 36,0             | 42,0 | 48,0 | 54,0 | 60,0 | 66,0 | 72,0  | 78,0  | 84,0  | 5,4  | 7,2  | 9,0  | 10,8 | 13,5 | 16,2 | 18,0 | 22,5 | 27,0  | 30,6 | 36,0  | 42,0  |       |       |       |       |      |       |       |
| 13                                 | 6,0              | 7,2  | 9,0  | 10,8   | 13,5   | 16,2 | 18,0   | 22,5 | 27,0 | 30,6 | 36,0             | 42,0 | 48,0 | 54,0 | 60,0 | 66,0 | 72,0  | 78,0  | 84,0  | 6,0  | 7,2  | 9,0  | 10,8 | 13,5 | 16,2 | 18,0 | 22,5 | 27,0  | 30,6 | 36,0  | 42,0  |       |       |       |       |      |       |       |
| 14                                 | 7,2              | 9,0  | 10,8 | 13,5   | 16,2   | 18,0 | 22,5   | 27,0 | 30,6 | 36,0 | 42,0             | 48,0 | 54,0 | 60,0 | 66,0 | 72,0 | 78,0  | 84,0  | 90,0  | 7,2  | 9,0  | 10,8 | 13,5 | 16,2 | 18,0 | 22,5 | 27,0 | 30,6  | 36,0 | 42,0  |       |       |       |       |       |      |       |       |
| 15                                 | 8,4              | 10,8 | 13,5 | 16,2   | 18,0   | 22,5 | 27,0   | 30,6 | 36,0 | 42,0 | 48,0             | 54,0 | 60,0 | 66,0 | 72,0 | 78,0 | 84,0  | 90,0  | 96,0  | 8,4  | 10,8 | 13,5 | 16,2 | 18,0 | 22,5 | 27,0 | 30,6 | 36,0  | 42,0 |       |       |       |       |       |       |      |       |       |
| 16                                 | 9,6              | 12,0 | 15,0 | 18,0   | 22,5   | 27,0 | 30,6   | 36,0 | 42,0 | 48,0 | 54,0             | 60,0 | 66,0 | 72,0 | 78,0 | 84,0 | 90,0  | 96,0  | 102,0 | 9,6  | 12,0 | 15,0 | 18,0 | 22,5 | 27,0 | 30,6 | 36,0 | 42,0  |      |       |       |       |       |       |       |      |       |       |
| 17                                 | 10,8             | 13,5 | 16,2 | 18,0   | 22,5   | 27,0 | 30,6   | 36,0 | 42,0 | 48,0 | 54,0             | 60,0 | 66,0 | 72,0 | 78,0 | 84,0 | 90,0  | 96,0  | 102,0 | 10,8 | 13,5 | 16,2 | 18,0 | 22,5 | 27,0 | 30,6 | 36,0 | 42,0  |      |       |       |       |       |       |       |      |       |       |
| 18                                 | 12,0             | 15,0 | 18,0 | 22,5   | 27,0   | 30,6 | 36,0   | 42,0 | 48,0 | 54,0 | 60,0             | 66,0 | 72,0 | 78,0 | 84,0 | 90,0 | 96,0  | 102,0 | 108,0 | 12,0 | 15,0 | 18,0 | 22,5 | 27,0 | 30,6 | 36,0 | 42,0 |       |      |       |       |       |       |       |       |      |       |       |
| 19                                 | 13,5             | 16,2 | 18,0 | 22,5   | 27,0   | 30,6 | 36,0   | 42,0 | 48,0 | 54,0 | 60,0             | 66,0 | 72,0 | 78,0 | 84,0 | 90,0 | 96,0  | 102,0 | 108,0 | 13,5 | 16,2 | 18,0 | 22,5 | 27,0 | 30,6 | 36,0 | 42,0 |       |      |       |       |       |       |       |       |      |       |       |
| 20                                 | 15,0             | 18,0 | 22,5 | 27,0   | 30,6   | 36,0 | 42,0   | 48,0 | 54,0 | 60,0 | 66,0             | 72,0 | 78,0 | 84,0 | 90,0 | 96,0 | 102,0 | 108,0 | 114,0 | 15,0 | 18,0 | 22,5 | 27,0 | 30,6 | 36,0 | 42,0 |      |       |      |       |       |       |       |       |       |      |       |       |
| 21                                 | 16,2             | 18,0 | 22,5 | 27,0   | 30,6   | 36,0 | 42,0   | 48,0 | 54,0 | 60,0 | 66,0             | 72,0 | 78,0 | 84,0 | 90,0 | 96,0 | 102,0 | 108,0 | 114,0 | 16,2 | 18,0 | 22,5 | 27,0 | 30,6 | 36,0 | 42,0 |      |       |      |       |       |       |       |       |       |      |       |       |

Diagrama de Moody para tuberías de agua caliente de acero a 50°C

$$H = 10^{-3} \lambda \cdot L \cdot (v/d)^5 \cdot (v/2 \times 9.8)$$

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 50 °C SEGUN EL DIAGRAMA DE MOODY Y ECUACIONES ANEXAS PARA TUBERIAS DE ACERO DIN 2440 Y 2448

ecuación de Poiseuille:  
ecuación de Blasius:  
2ª ecua. de Kármán-Prandtl  
ecuación de Colebrook-White

Rufo laminar R < 2.300  
tub. lisas 2300 < R < 100.000  
tub. rugosas regimen turbulento  
zona de transición

$\lambda = 64 / R$   
 $\lambda = 0,316 / R^{0.25}$   
 $\lambda = 1 / (1,14 - 2 \times \log(k/d))$   
 $\lambda = -2 \log(4,51 / (R \times k))$   
k = rugosidad (mm)  
R = nº de Reynolds =  $v \cdot d / \nu$   
 $\nu$  = viscosidad cinemática  
1,308 x 10<sup>-7</sup> m<sup>2</sup>/s para agua a 10°C  
0,326 x 10<sup>-7</sup> m<sup>2</sup>/s para agua a 90°C

k considerado = 0,15 mm

| Ø nominal     | DIN 2440 |      |      |       |        |        |       |        |        |        |         |         |         |         |           | DIN 2448  |           |           |           |  |  |  |  |  |  |
|---------------|----------|------|------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|--|--|--|--|--|
|               | 3/8"     | 1/2" | 3/4" | 1"    | 1 1/4" | 1 1/2" | 2"    | 2 1/2" | 3"     | 4"     | 5"      | 6"      | 8"      | 10"     | 12"       | 14"       | 16"       | 18"       | 20"       |  |  |  |  |  |  |
| pulgadas      | 10       | 15   | 20   | 25    | 32     | 40     | 50    | 65     | 80     | 100    | 125     | 150     | 200     | 250     | 300       | 350       | 400       | 450       | 500       |  |  |  |  |  |  |
| 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       |  |  |  |  |  |  |
| CAUDAL EN L/H |          |      |      |       |        |        |       |        |        |        |         |         |         |         |           |           |           |           |           |  |  |  |  |  |  |
| 3             | 52       | 101  | 229  | 428   | 908    | 1.369  | 2.604 | 5.180  | 7.891  | 15.824 | 28.150  | 45.040  | 87.320  | 178.826 | 280.679   | 353.408   | 510.901   | 685.049   | 892.507   |  |  |  |  |  |  |
| 4             | 61       | 120  | 266  | 502   | 1.064  | 1.581  | 3.006 | 5.962  | 9.292  | 18.783 | 32.524  | 52.068  | 112.376 | 204.162 | 324.100   | 408.560   | 589.936   | 791.626   | 1.030.579 |  |  |  |  |  |  |
| 5             | 68       | 134  | 303  | 589   | 1.190  | 1.795  | 3.361 | 6.815  | 10.390 | 21.000 | 36.362  | 58.146  | 125.640 | 228.282 | 362.355   | 456.247   | 659.570   | 884.394   | 1.152.222 |  |  |  |  |  |  |
| 6             | 76       | 148  | 337  | 624   | 1.244  | 1.867  | 3.747 | 7.465  | 11.380 | 23.004 | 39.833  | 63.896  | 137.650 | 250.070 | 396.940   | 499.794   | 722.525   | 968.905   | 1.303.593 |  |  |  |  |  |  |
| 7             | 82       | 162  | 364  | 674   | 1.430  | 2.125  | 4.047 | 8.064  | 12.292 | 24.847 | 43.025  | 70.499  | 148.659 | 270.107 | 428.744   | 538.839   | 780.414   | 1.046.428 | 1.408.038 |  |  |  |  |  |  |
| 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   | 1.118.880 | 1.505.256 |  |  |  |  |  |  |
| 9             | 94       | 183  | 412  | 775   | 1.621  | 2.445  | 4.589 | 9.144  | 13.938 | 28.174 | 49.933  | 79.936  | 168.563 | 306.272 | 486.150   | 612.120   | 884.306   | 1.188.539 | 1.598.565 |  |  |  |  |  |  |
| 10            | 100      | 195  | 440  | 816   | 1.709  | 2.582  | 4.838 | 9.638  | 14.995 | 29.898 | 52.634  | 84.262  | 177.681 | 322.839 | 512.447   | 645.231   | 932.773   | 1.250.722 | 1.682.628 |  |  |  |  |  |  |
| 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   | 1.311.766 | 1.765.069 |  |  |  |  |  |  |
| 12            | 109      | 214  | 482  | 894   | 1.902  | 2.828  | 5.299 | 10.558 | 16.426 | 32.533 | 57.658  | 92.305  | 194.640 | 363.653 | 561.358   | 706.815   | 1.021.802 | 1.370.097 | 1.843.595 |  |  |  |  |  |  |
| 13            | 115      | 223  | 502  | 931   | 1.979  | 2.944  | 5.515 | 10.969 | 17.097 | 33.861 | 60.012  | 96.074  | 202.586 | 388.094 | 584.279   | 735.676   | 1.063.525 | 1.428.403 | 1.918.833 |  |  |  |  |  |  |
| 14            | 119      | 231  | 521  | 980   | 2.054  | 3.055  | 5.724 | 11.630 | 17.742 | 35.629 | 62.278  | 99.700  | 210.235 | 381.989 | 606.335   | 763.448   | 1.103.672 | 1.479.874 | 1.991.267 |  |  |  |  |  |  |
| 15            | 124      | 242  | 547  | 1.014 | 2.126  | 3.162  | 5.925 | 12.036 | 18.365 | 37.190 | 64.484  | 103.200 | 217.614 | 395.386 | 627.817   | 790.243   | 1.142.409 | 1.531.815 | 2.061.157 |  |  |  |  |  |  |
| 16            | 128      | 250  | 564  | 1.048 | 2.196  | 3.266  | 6.231 | 12.433 | 18.967 | 38.410 | 66.978  | 106.584 | 224.751 | 408.363 | 648.200   | 816.160   | 1.179.875 | 1.582.052 | 2.128.754 |  |  |  |  |  |  |
| 17            | 132      | 258  | 582  | 1.080 | 2.264  | 3.366  | 6.423 | 12.816 | 19.651 | 39.892 | 69.627  | 109.865 | 231.588 | 420.931 | 666.149   | 841.276   | 1.218.971 | 1.630.742 | 2.184.269 |  |  |  |  |  |  |
| 18            | 137      | 265  | 599  | 1.111 | 2.329  | 3.464  | 6.609 | 13.167 | 20.118 | 40.740 | 70.816  | 113.050 | 238.385 | 433.136 | 697.520   | 885.668   | 1.251.447 | 1.678.022 | 2.257.984 |  |  |  |  |  |  |
| 19            | 141      | 273  | 615  | 1.142 | 2.393  | 3.558  | 6.791 | 13.549 | 20.669 | 41.856 | 72.551  | 116.147 | 244.917 | 445.003 | 706.359   | 889.398   | 1.285.739 | 1.724.001 | 2.319.756 |  |  |  |  |  |  |
| 20            | 144      | 280  | 631  | 1.171 | 2.455  | 3.713  | 6.967 | 13.901 | 21.206 | 42.943 | 74.436  | 119.166 | 251.279 | 456.564 | 724.710   | 912.494   | 1.319.141 | 1.768.788 | 2.360.019 |  |  |  |  |  |  |
| 21            | 148      | 287  | 647  | 1.200 | 2.516  | 3.805  | 7.139 | 14.244 | 21.730 | 44.004 | 76.274  | 122.108 | 257.485 | 467.933 | 742.606   | 935.022   | 1.351.717 | 1.812.488 | 2.438.794 |  |  |  |  |  |  |
| 22            | 151      | 293  | 662  | 1.228 | 2.575  | 3.895  | 7.307 | 14.578 | 22.241 | 45.339 | 78.069  | 124.981 | 263.544 | 478.846 | 760.082   | 957.032   | 1.383.526 | 1.855.121 | 2.496.165 |  |  |  |  |  |  |
| 23            | 155      | 304  | 677  | 1.256 | 2.633  | 3.982  | 7.471 | 14.907 | 22.741 | 46.502 | 79.824  | 127.790 | 269.467 | 489.610 | 777.164   | 978.541   | 1.414.622 | 1.896.814 | 2.552.288 |  |  |  |  |  |  |
| 24            | 158      | 310  | 691  | 1.283 | 2.690  | 4.068  | 7.632 | 15.227 | 23.230 | 47.942 | 81.541  | 130.536 | 275.263 | 500.141 | 792.880   | 999.587   | 1.445.046 | 1.937.810 | 2.607.160 |  |  |  |  |  |  |
| 25            | 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 | 1.977.585 | 2.660.842 |  |  |  |  |  |  |
| 26            | 166      | 323  | 720  | 1.336 | 2.799  | 4.234  | 7.944 | 15.849 | 24.178 | 48.963 | 84.870  | 135.869 | 286.503 | 520.563 | 826.296   | 1.040.404 | 1.504.052 | 2.018.729 | 2.713.839 |  |  |  |  |  |  |
| 27            | 169      | 329  | 743  | 1.362 | 2.900  | 4.315  | 8.095 | 16.151 | 24.639 | 49.896 | 86.487  | 138.457 | 291.960 | 530.479 | 842.036   | 1.060.222 | 1.532.703 | 2.055.146 | 2.765.332 |  |  |  |  |  |  |
| 28            | 172      | 336  | 757  | 1.407 | 2.953  | 4.394  | 8.243 | 16.448 | 25.091 | 50.811 | 88.074  | 140.998 | 297.318 | 540.214 | 857.488   | 1.078.878 | 1.560.826 | 2.092.886 | 2.816.077 |  |  |  |  |  |  |
| 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   | 1.098.789 | 1.588.466 | 2.129.903 | 2.865.923 |  |  |  |  |  |  |
| 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 | 2.168.314 | 2.914.916 |  |  |  |  |  |  |
| 31            | 181      | 352  | 798  | 1.480 | 3.107  | 4.623  | 8.674 | 17.306 | 26.401 | 53.464 | 92.672  | 148.369 | 312.840 | 568.418 | 902.256   | 1.136.048 | 1.642.317 | 2.202.123 | 2.963.100 |  |  |  |  |  |  |
| 32            | 184      | 358  | 809  | 1.504 | 3.157  | 4.697  | 8.813 | 17.583 | 26.824 | 54.319 | 94.155  | 150.733 | 317.846 | 577.513 | 916.893   | 1.154.224 | 1.668.595 | 2.237.960 | 3.010.513 |  |  |  |  |  |  |
| 33            | 187      | 364  | 822  | 1.527 | 3.206  | 4.770  | 8.949 | 17.856 | 27.240 | 55.162 | 95.015  | 153.070 | 322.774 | 586.467 | 930.808   | 1.172.120 | 1.694.467 | 2.272.409 | 3.057.190 |  |  |  |  |  |  |
| 34            | 190      | 369  | 834  | 1.550 | 3.254  | 4.842  | 9.084 | 18.124 | 27.649 | 55.991 | 97.053  | 155.372 | 327.628 | 595.287 | 944.906   | 1.189.747 | 1.719.949 | 2.308.218 | 3.103.765 |  |  |  |  |  |  |
| 35            | 193      | 374  | 846  | 1.573 | 3.302  | 4.912  | 9.216 | 18.399 | 28.053 | 56.809 | 98.070  | 157.643 | 332.411 | 603.977 | 958.701   | 1.207.116 | 1.745.059 | 2.339.687 | 3.149.468 |  |  |  |  |  |  |
| 36            | 196      | 385  | 858  | 1.598 | 3.348  | 4.982  | 9.347 | 18.650 | 28.451 | 57.614 | 99.867  | 159.876 | 337.127 | 612.545 | 972.300   | 1.224.240 | 1.768.813 | 2.373.076 | 3.193.131 |  |  |  |  |  |  |
| 37            | 198      | 390  | 870  | 1.617 | 3.395  | 5.051  | 9.476 | 18.907 | 28.843 | 58.405 | 101.244 | 162.082 | 341.777 | 620.894 | 985.712   | 1.241.126 | 1.794.225 | 2.405.812 | 3.237.176 |  |  |  |  |  |  |
| 38            | 201      | 395  | 882  | 1.639 | 3.440  | 5.118  | 9.603 | 19.161 | 29.230 | 59.195 | 102.603 | 164.257 | 346.365 | 629.330 | 998.943   | 1.257.787 | 1.818.310 | 2.438.106 | 3.280.830 |  |  |  |  |  |  |
| 39            | 204      | 400  | 893  | 1.660 | 3.485  | 5.188  | 9.729 | 19.411 | 29.613 | 59.967 | 103.944 | 166.405 | 350.893 | 637.557 | 1.012.002 | 1.274.229 | 1.842.980 | 2.469.978 | 3.323.516 |  |  |  |  |  |  |
|               | 208      | 408  | 918  | 1.700 | 3.560  | 5.280  | 9.880 | 19.800 | 30.000 | 60.800 | 105.000 | 168.000 | 355.000 | 645.000 | 1.020.000 | 1.280.000 | 1.860.000 | 2.490.000 | 3.350.000 |  |  |  |  |  |  |

### 3.3. Catálogos

#### Fan-coils (CARRIER 42 GWD)



Unidades fan coil de cassette hidrónicas



La Compañía participa en el Programa de Certificación EUROVENT. Los productos se corresponden con los relacionados en el Directorio EUROVENT de productos certificados.

## 42GW

Capacidad frigorífica nominal 2-11 kW

Capacidad calorífica nominal 4-14 kW

La unidad de cassette hidrónica Carrier 42GW ofrece una solución moderna para una gran variedad de aplicaciones domésticas y comerciales pequeñas y medianas.

Es ideal para grandes oficinas, centros de datos, tiendas, restaurantes y bares, recepciones de hotel, salas de reuniones, estudios fotográficos, bancos, laboratorios y salas de exposiciones. Al disponer de conexiones para conductos de aire de renovación, las unidades pueden aliviar los problemas causados por el humo del tabaco. Normalmente, la 42GW se instala en falsos techos y ofrece dos, tres o cuatro vías de difusión de aire. Las unidades mantienen condiciones precisas de temperatura y humedad al tiempo que evitan la formación de corrientes y de zonas de aire viciado. La elegante rejilla de entrada de aire combina estéticamente con la decoración de cualquier interior.

La unidad de cassette hidrónica Carrier se fabrica en seis tamaños con capacidades frigoríficas que van de 2,4 a 11,0 kW y capacidades caloríficas que van de 4,0 a 14,0 kW, y son adecuadas para una amplia variedad de aplicaciones.

Las unidades pueden alimentarse desde una enfriadora, una bomba de calor o una caldera, por lo que satisfacen una gran variedad de requisitos de diseño. La instalación del sistema es rápida y económica.

#### Características

- La distribución del aire en cuatro direcciones proporciona confort individual mientras que, para un control localizado, se puede ajustar o incluso cerrar completamente cada difusor.
- El exclusivo diseño del ventilador centrífugo garantiza un funcionamiento supersilencioso.

- El diseño especial del difusor asegura la rápida mezcla del aire de impulsión con el aire ambiente. El aire acondicionado se dirige a lo largo del techo y después se distribuye uniformemente por la habitación. El aire de retorno entra en la unidad de cassette por una amplia rejilla y a continuación se limpia en un filtro sintético lavable y fácilmente desmontable, se trata y se pone de nuevo en circulación.
- Para extraer las impurezas del aire se utilizan filtros de alto rendimiento y del último nivel técnico. Se suministran de serie filtros lavables y pueden adquirirse además, como accesorios opcionales, filtros electrostáticos y de carbón activado para reducir, respectivamente, los niveles de bacterias, polvo y polen en suspensión aérea o el humo y los olores.
- Una bomba de drenaje de condensado de alto rendimiento, revestida de un material insonorizante especial, elimina el condensado de forma rápida y silenciosa.
- La 42GW, de bajo perfil, es ligera y fácil de instalar. El ligero chasis se adapta perfectamente a los paneles de techo estándar y puede instalarse fácilmente dondequiera que se necesite.
- Todos los componentes esenciales son accesibles desde abajo con solo quitar la rejilla. También el ventilador puede desmontarse sin perturbar los demás componentes en ninguno de los paneles circundantes del techo.
- Hay cuatro opciones de control diferentes con distintos niveles de refinamiento técnico para garantizar el máximo confort del usuario.
- Unidades disponibles en tres versiones:  
42GWC: versión de 2 tuberías  
42GWD: versión de 4 tuberías  
42GWE: versión de 2 tuberías con calentador eléctrico.

## Datos físicos y eléctricos

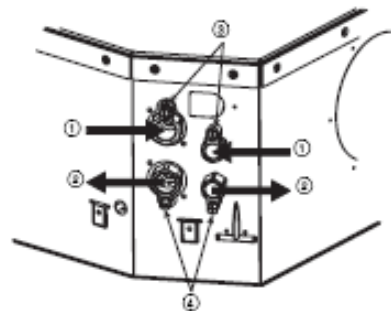
| Modelo   |        | 42GWC 004<br>42GWE 004 | 42GWC 008<br>42GWE 008 | 42GWC 010<br>42GWE 010 | 42GWC 012<br>42GWE 012 | 42GWC 016<br>42GWE 016 |
|--|--------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Capacidad frigorífica total                    | KW     | 2,4                    | 4,0                    | 4,7                    | 5,0                    | 8,3                    |
| Capacidad frigorífica sensible                 | KW     | 2,3                    | 3,3                    | 3,9                    | 4,8                    | 5,8                    |
| Caudal de agua (refrigeración)                 | l/s    | 0,11                   | 0,19                   | 0,22                   | 0,28                   | 0,40                   |
| Pérdida de carga de agua (refrigeración)       | kPa    | 9                      | 1,2                    | 20                     | 19                     | 15,1                   |
| Capacidad calorífica                           | KW     | 3,8                    | 5,5                    | 6,8                    | 8,5                    | 9,7                    |
| Calentadores eléctricos (modelos 42GWE)        | KW     | 1,5                    | 2,5                    | 2,5                    | 3,0                    | 3,0                    |
| Caudal de aire (bajo-medio-alto)               | l/s    | 100/125/194            | 96/136/194             | 131/167/236            | 150/203/283            | 147/242/336            |
| Nivel de presión sonora (b/m/a) <sup>***</sup> | dB(A)  | 24/29/40               | 23/34/43               | 33/41/49               | 25/31/40               | 29/40/47               |
| Nivel de potencia sonora (b/m/a)               | dB(A)  | 33/38/49               | 32/43/52               | 42/50/58               | 34/40/49               | 38/49/56               |
| Potencia absorbida                             | W      | 70                     | 95                     | 95                     | 95                     | 120                    |
| Corriente absorbida                            | A      | 0,24                   | 0,30                   | 0,40                   | 0,35                   | 0,48                   |
| Peso de la unidad                              | kg     | 19                     | 20                     | 20                     | 41                     | 43                     |
| Peso de la rejilla                             | kg     | 2,5                    | 2,5                    | 2,5                    | 5,0                    | 5,0                    |
| Alimentación eléctrica**                       | V-f-Hz | 230-1-50               | 230-1-50               | 230-1-50               | 230-1-50               | 230-1-50               |

| Modelo   |        | 42GWC 020<br>42GWE 020 | 42GWD 004   | 42GWD 008  | 42GWD 010   | 42GWD 020   |
|--|--------|------------------------|-------------|------------|-------------|-------------|
| Capacidad frigorífica total                    | KW     | 11,0                   | 1,9         | 3,4        | 4,0         | 9,8         |
| Capacidad frigorífica sensible                 | KW     | 8,2                    | 1,7         | 2,9        | 3,4         | 7,3         |
| Caudal de agua (refrigeración)                 | l/s    | 0,53                   | 0,09        | 0,16       | 0,19        | 0,43        |
| Pérdida de carga de agua (refrigeración)       | kPa    | 25                     | 10,8        | 1,2        | 19,7        | 30          |
| Capacidad calorífica                           | KW     | 14,4                   | 1,9         | 4,8        | 4,6         | 9,0         |
| Calentadores eléctricos (modelos 42GWE)        | KW     | 3,0                    | -           | -          | -           | -           |
| Caudal de aire (bajo-medio-alto)               | l/s    | 178/315/488            | 100/125/184 | 86/136/194 | 131/167/236 | 178/315/488 |
| Nivel de presión sonora (b/m/a) <sup>***</sup> | dB(A)  | 33/48/54               | 24/29/40    | 23/34/43   | 33/41/49    | 33/48/54    |
| Nivel de potencia sonora (b/m/a)               | dB(A)  | 43/55/63               | 33/38/49    | 32/43/52   | 42/50/58    | 43/55/63    |
| Potencia absorbida                             | W      | 200                    | 70          | 85         | 95          | 200         |
| Corriente absorbida                            | A      | 0,63                   | 0,24        | 0,30       | 0,40        | 0,63        |
| Peso de la unidad                              | kg     | 48                     | 19          | 20         | 20          | 46          |
| Peso de la rejilla                             | kg     | 5,0                    | 2,5         | 2,5        | 2,5         | 5,0         |
| Alimentación eléctrica**                       | V-f-Hz | 230-1-50               | 230-1-50    | 230-1-50   | 230-1-50    | 230-1-50    |

Los datos anteriores corresponden a las condiciones Eurovent:  
 Condiciones de refrigeración: temperatura seca de aire 27°C/temperatura húmeda 19°C, temperatura de entrada y salida del agua con el ventilador en alta velocidad 7°C/12°C.  
 Condiciones de calefacción (con 2 tuberías): temperatura del aire 20°C, temperatura de entrada del agua 50°C, mismo caudal de agua que en refrigeración con el ventilador en alta velocidad.  
 Condiciones de calefacción (con 4 tuberías): temperatura del aire 20°C, temperatura de entrada y salida del agua con el ventilador en alta velocidad 70°C/60°C.  
 \* Los valores de caudal de aire son para unidades con filtros. No son válidos para unidades conectadas a conductos.  
 \*\* Los motores eléctricos son de tipo "suministro de 3 velocidades, con condensación permanente. Son adecuados para climas tropicales.  
 \*\*\* Los niveles de presión sonora se refieren a una unidad instalada en el techo y medidos en una habitación de 100 m<sup>3</sup> con un tiempo de reverberación de 0,5 segundos.



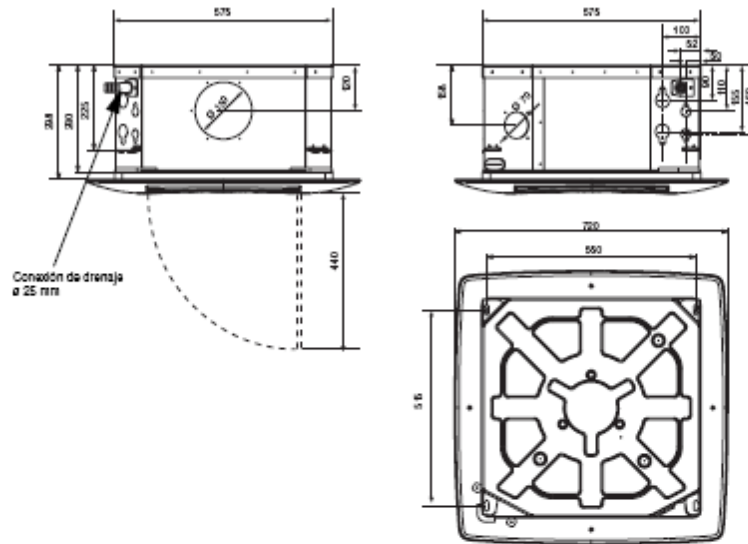
Conexiones de agua  
 ① - Entrada de agua  
 ② - Salida de agua  
 ③ - Válvula de purga de aire  
 ④ - Válvula de drenaje



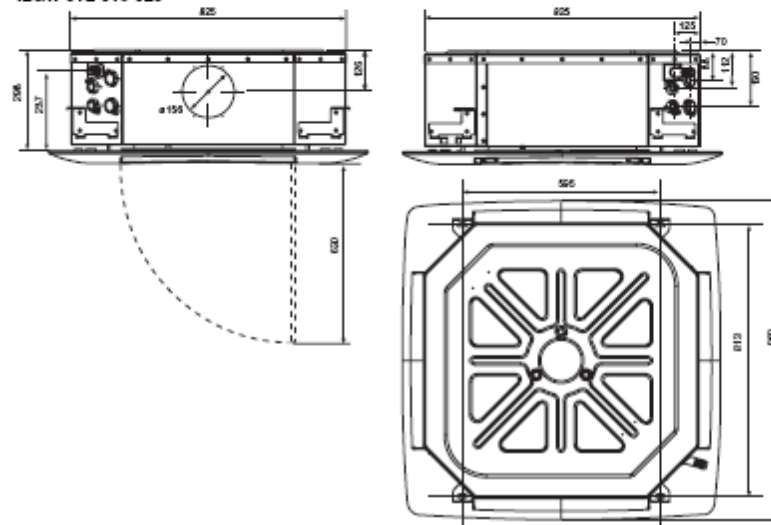
| 42GW | Diámetro de conexión pulg. | Diámetro de la conexión de drenaje pulg. |
|------|----------------------------|--|
| 004  | 3/4                        | 1  |
| 008  | 3/4                        | 1  |
| 008* | 1/2                        | 1  |
| 010  | 3/4                        | 1  |
| 010* | 1/2                        | 1  |
| 012  | 1                          | 1  |
| 016  | 1                          | 1  |
| 020  | 1                          | 1  |
| 020* | 3/4                        | 1  |

\* Circuito de agua caliente de cuatro tubos

Dimensiones, mm  
 42GW 004-008-010



42GW 012-016-020



## Límites de funcionamiento

|  |              |
|--|--------------|
| <b>Circuito de agua</b>                |              |
| Máxima presión en el lado del agua     | 1400 kPa     |
| Mínima temperatura de entrada del agua | +4°C         |
| Máxima temperatura de entrada del agua | +80°C        |
| <b>Aire ambiente</b>                   |              |
| Temperatura mínima                     | 5°C*         |
| Temperatura máxima                     | 32°C         |
| <b>Alimentación eléctrica</b>          |              |
| Tensión monofásica nominal             | 230 V, 50 Hz |
| Límites de tensión de funcionamiento   | 198 V-264 V  |

\* Si la temperatura ambiente de la habitación puede descender hasta 0 °C, es aconsejable vector el circuito de agua para evitar daños por el hielo.

## Niveles sonoras

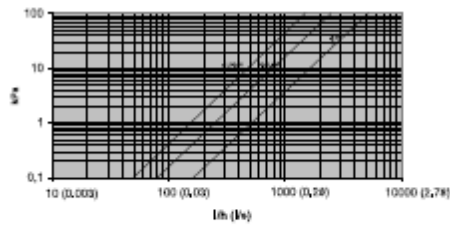
| 42GW | Lw(A)          |                 |                | Lp(A)          |                 |                | NR             |                 |                |
|------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
|      | Velocidad alta | Velocidad media | Velocidad baja | Velocidad alta | Velocidad media | Velocidad baja | Velocidad alta | Velocidad media | Velocidad baja |
| 004  | 47             | 37              | 30             | 38             | 28              | 21             | 34             | 24              | 17             |
| 008  | 49             | 41              | 30             | 40             | 32              | 21             | 37             | 28              | 18             |
| 010  | 54             | 48              | 43             | 45             | 39              | 34             | 40             | 35              | 30             |
| 012  | 49             | 40              | 34             | 40             | 31              | 25             | 36             | 27              | 20             |
| 016  | 56             | 49              | 38             | 47             | 40              | 29             | 43             | 36              | 25             |
| 020  | 63             | 55              | 42             | 54             | 46              | 33             | 50             | 42              | 29             |

Los niveles de presión sonora en dB(A) y los valores nominales de ruido NR se refieren a una unidad instalada en el techo y medidos en una habitación de 100 m<sup>3</sup> con un tiempo de reverberación de 0,5 segundos.

Lp(A) - Nivel de presión sonora, dB(A)  
Lw(A) - Nivel de potencia acústica, dB(A)  
NR - Valores nominales de ruido, dB(A)

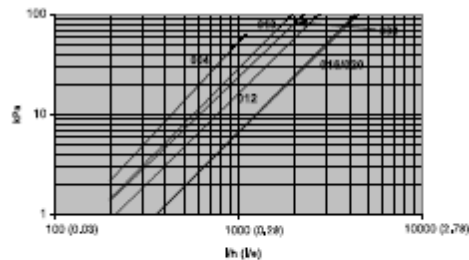
## Pérdidas de carga

### Kit de montaje de válvulas



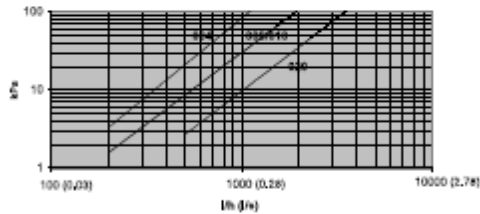
### Batería de dos tubos

Solo la batería (conexiones de agua y válvulas no incluidas)



### Batería de cuatro tubos

Solo la batería (conexiones de agua y válvulas no incluidas)



No. de pedido: 84202-20, 05.2005. Reemplaza no. de pedido: 84202-20, 06.2003.  
El fabricante se reserva el derecho de hacer cualquier modificación sin previo aviso.


Fabricado por: Carrier, Vilasanta, Italia.  
Impreso en Holanda.

Climatizadores (TERMOVEN SERIE CLA)



**CLIMATIZADORES  
SERIE CLA**



| SERIE<br>CLA        | DEFINICIÓN DE SECCIONES |                    |                            |                 |                  |   |  |
|---------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------|-----------------|------------------|---|--|
| <b>ENTRADA</b>      | FRONTAL                 | SUPERIOR           | INFERIOR                   | LATERAL         | PLENUM           | REGISTRO  |  |
| <b>MEZCLA</b>       | FRONTAL/SUPERIOR        | FRONTAL/INFERIOR   | SUPERIOR/INFERIOR          | FRONTAL/LATERAL | SUPERIOR/LATERAL | LATERAL/LATERAL   |  |
| <b>FREE-COOLING</b> | SUP-FRONTAL/SUP         | LAT-FRONTAL/LAT    | SUP-FRONTAL/LAT            |                 |                  |   |  |
| <b>FILTROS</b>      | PREFILTRO               | FILTROS en V       | BOLSAS                     | BOLSAS RIGIDAS  | ABSOLUTOS        | OTROS<br>- Rotativos<br>- Carbón activo<br>- Especiales |  |
| <b>RECUPERADOR</b>  | ESTÁTICO                |                    |                            | ROTATIVO        |                  |   |  |
| <b>BATERIAS</b>     | CALOR                   | FRÍO (+ SEPARADOR) | FRÍO + CALOR (+ SEPARADOR) |                 | RECUPERADORA     | ELECTRICA   |  |
| <b>HUMECTACIÓN</b>  | PANEL CELULAR           | LANZA VAPOR        | SEPARADOR                  |                 |                  |   |  |
| <b>VENTILADOR</b>   | SUPERIOR 0°             | FRONTAL 90°        | INFERIOR 0°                | SUPERIOR 180°   | FRONTAL 270°     | INFERIOR 180°   |  |
| <b>SILENCIADOR</b>  | RETORNO                 | IMPULSION          |                            |                 |                  |   |  |
| <b>MULTIZONA</b>    | FRONTAL                 | SUPERIOR           | DOBLE CONDUCTO             |                 | BIZONA           |   |  |

| Modelo    | m³/h  | Con enfriamiento |      | Solo calor |      | Facup. relativo |      | Entrada/Media |     |     | Pec. Esta. | Vent. |      |      |
|-----------|-------|------------------|------|------------|------|-----------------|------|---------------|-----|-----|------------|-------|------|------|
|           |       | A                | B    | A          | B    | CBR             | R/R  | E             | M   | M2  |            |       | RE   | SV   |
| CLA-30071 | 1800  | 0,30             | 775  | 550        | 0,30 | 775             | 530  | 805           | 530 | 275 | 330        | 900   | 730  | 750  |
| CLA-30072 | 2100  | 0,37             | 925  | 550        | 0,30 | 775             | 590  | 1075          | 590 | 275 | 350        | 900   | 750  | 750  |
| CLA-30091 | 2800  | 0,49             | 925  | 700        | 0,40 | 775             | 700  | 1075          | 590 | 360 | 425        | 1050  | 975  | 825  |
| CLA-30092 | 3450  | 0,58             | 1075 | 700        | 0,49 | 925             | 700  | 1075          | 590 | 360 | 425        | 1050  | 975  | 900  |
| CLA-30101 | 4400  | 0,66             | 1075 | 775        | 0,56 | 925             | 775  | 1150          | 590 | 360 | 425        | 1050  | 1275 | 975  |
| CLA-30121 | 6000  | 0,88             | 1375 | 775        | 0,66 | 925             | 775  | 1375          | 590 | 360 | 425        | 1050  | 1275 | 975  |
| CLA-30161 | 7200  | 1,05             | 1375 | 925        | 0,80 | 1075            | 925  | 1375          | 625 | 360 | 575        | 1275  | 1500 | 1125 |
| CLA-30182 | 8500  | 1,30             | 1675 | 925        | 1,06 | 1375            | 925  | 1675          | 625 | 360 | 575        | 1275  | 1500 | 1125 |
| CLA-30181 | 10200 | 1,53             | 1675 | 1075       | 1,24 | 1375            | 1075 | 1675          | 625 | 360 | 575        | 1275  | 1680 | 1275 |
| CLA-30182 | 12900 | 1,65             | 1675 | 1150       | 1,32 | 1450            | 1075 | 1675          | 625 | 300 | 575        | 1275  | 1650 | 1275 |
| CLA-30301 | 15000 | 2,07             | 1985 | 1340       | 1,89 | 1715            | 1340 | 1985          | 665 | 520 | 670        | 1500  | 1800 | 1350 |
| CLA-30302 | 17000 | 2,25             | 2015 | 1340       | 1,89 | 1715            | 1340 | 2015          | 665 | 520 | 670        | 1500  | 1800 | 1500 |
| CLA-30321 | 19000 | 2,53             | 2015 | 1450       | 2,23 | 1790            | 1450 | 2015          | 665 | 520 | 745        | 1650  | 1950 | 1500 |
| CLA-30322 | 21000 | 2,73             | 2315 | 1450       | 2,23 | 1790            | 1450 | 2315          | 665 | 520 | 745        | 1650  | 1950 | 1575 |
| CLA-30391 | 23800 | 3,03             | 2315 | 1565       | 2,67 | 2015            | 1565 | 2315          | 665 | 520 | 820        | 1875  | 2175 | 1650 |
| CLA-30392 | 26000 | 3,42             | 2315 | 1715       | 2,88 | 2165            | 1565 | 2315          | 665 | 595 | 820        | 1875  | 2175 | 1650 |
| CLA-30393 | 28900 | 3,75             | 2315 | 1865       | 3,10 | 2315            | 1565 | 2465          | 665 | 670 | 820        | 1875  | 2280 | 1650 |
| CLA-30394 | 31000 | 3,91             | 2315 | 1940       | 3,46 | 2240            | 1790 | 2540          | 665 | 670 | 1045       | 2100  | 2250 | 1600 |
| CLA-30392 | 33300 | 4,32             | 2540 | 1940       | 3,59 | 2315            | 1790 | 2660          | 665 | 670 | 1045       | 2100  | 2250 | 1600 |
| CLA-30393 | 36000 | 4,59             | 2680 | 1940       | 3,59 | 2315            | 1790 | 2680          | 665 | 670 | 1045       | 2100  | 2250 | 1600 |
| CLA-30394 | 38500 | 4,85             | 2840 | 1940       | 4,08 | 2615            | 1790 | 2940          | 665 | 670 | 1045       | 2100  | 2400 | 1800 |
| CLA-30392 | 45000 | 5,70             | 3065 | 2090       | 4,64 | 2615            | 2015 | 3065          | 615 | 745 | 1120       | 2250  | 2400 | 1950 |
| CLA-30393 | 49300 | 6,14             | 3280 | 2090       | 4,83 | 2615            | 2090 | 3280          | 615 | 745 | 1120       | 2250  | 2550 | 1950 |
| CLA-30391 | 56000 | 6,61             | 3280 | 2240       | 5,41 | 2915            | 2090 | 3280          | 615 | 745 | 1345       | 2550  | 2550 | 2100 |
| CLA-30393 | 60900 | 7,56             | 3740 | 2240       | 5,89 | 3215            | 2090 | 3740          | 690 | 745 | 1345       | 2700  | 2950 | 2100 |
| CLA-30394 | 65000 | 8,10             | 3740 | 2350       | 6,58 | 3515            | 2090 | 3740          | 690 | 690 | 1345       | 2700  | 2550 | 2100 |
| CLA-21001 | 70000 | 8,82             | 3815 | 2540       | 7,34 | 3515            | 2315 | 3815          | 690 | 690 | 1345       | 2700  | 2550 | 2250 |
| CLA-21002 | 80000 | 10,80            | 4340 | 2640       | 8,00 | 3815            | 2315 | 4340          | 690 | 690 | 1420       | 2700  | 2550 | 2250 |

\* COEES INFINITAS

\*\* COEES APROXIMADAS, PUEDE VARIAR

## Difusores rotacionales (TROX VDW)

Type VDW  
recommended for room heights from approx. 2.60 ... 4.00 m

**TROX<sup>®</sup> TECHNIK**

TROX GmbH  
Heinrich-Trox-Platz  
D-47504 Neukirchen-Vluyn

Telephone +49/28 45/2 02-0  
Telefax +49/28 45/2 02-2 65  
e-mail trox@trox.de  
www.troxtechnik.com

| Preliminary Selection (supply air) |                 |                   |                 |                   |                       |                      |                       |                       |                             |  |
|------------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------------|--|
| Size                               | $\dot{V}_{max}$ |                   | $\dot{V}_{min}$ |                   | $L_{WA} max$<br>dB(A) | $L_{W} NC max$<br>NC | $L_{WA} min$<br>dB(A) | $L_{W} NC min.$<br>NC | $A_{eff}$<br>m <sup>2</sup> |  |
|                                    | l/s             | m <sup>3</sup> /h | l/s             | m <sup>3</sup> /h |                       |                      |                       |                       |                             |  |
| 300 x 8                            | 70              | 252               | 15              | 54                | 40                    | 34                   | < 20                  | < 20                  | 0.0070                      |  |
| 400 x 16                           | 110             | 396               | 30              | 108               | 40                    | 34                   | < 20                  | < 20                  | 0.0140                      |  |
| 500 x 24                           | 130             | 468               | 40              | 144               | 40                    | 34                   | < 20                  | < 20                  | 0.0210                      |  |
| 600 x 24                           | 190             | 684               | 60              | 216               | 40                    | 34                   | < 20                  | < 20                  | 0.0295                      |  |
| 600 x 48                           | 230             | 828               | 100             | 360               | 40                    | 34                   | < 20                  | < 20                  | 0.0390                      |  |
| 625 x 24                           | 190             | 684               | 60              | 216               | 40                    | 34                   | < 20                  | < 20                  | 0.0295                      |  |
| 625 x 54                           | 235             | 846               | 120             | 432               | 40                    | 34                   | < 20                  | < 20                  | 0.0470                      |  |
| 825 x 72                           | 350             | 1260              | 155             | 558               | 40                    | 34                   | < 20                  | < 20                  | 0.0730                      |  |

## Rejillas (TROX AH)



**TROX<sup>®</sup> TECHNIK**

TROX España, S.A.

Polígono industrial La Cartuja  
E-50720 Zaragoza

Teléfono: 976 50 02 50

Telefax: 976 50 09 04

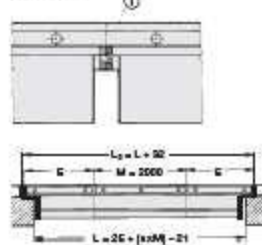
[www.trox.es](http://www.trox.es)

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

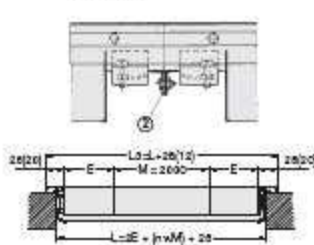
Detalles de instalación · Detalles de montaje

Detalles de unión de rejillas continuas

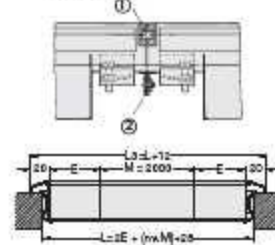
Serie AF



Serie AH



Serie SL

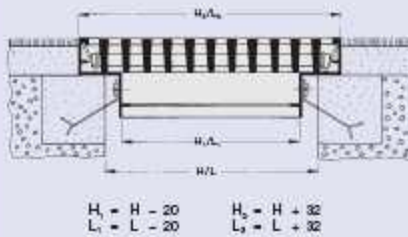


L = Tamaño interior de apertura  
L<sub>2</sub> = Longitud exterior  
E = Secciones finales (ver página 24)  
M = Sección Intermedia  
n = Número de secciones M

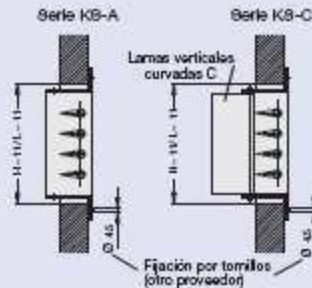
① Unión con tornillos para las secciones de la rejilla frontal  
② Conexión con tornillos a marcos de montaje

Instalación de rejillas especiales / apertura de conducto

Serie AF



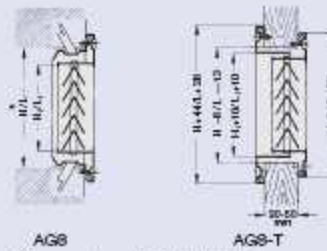
Serie KS



En ángulo de 90°



Serie AGS



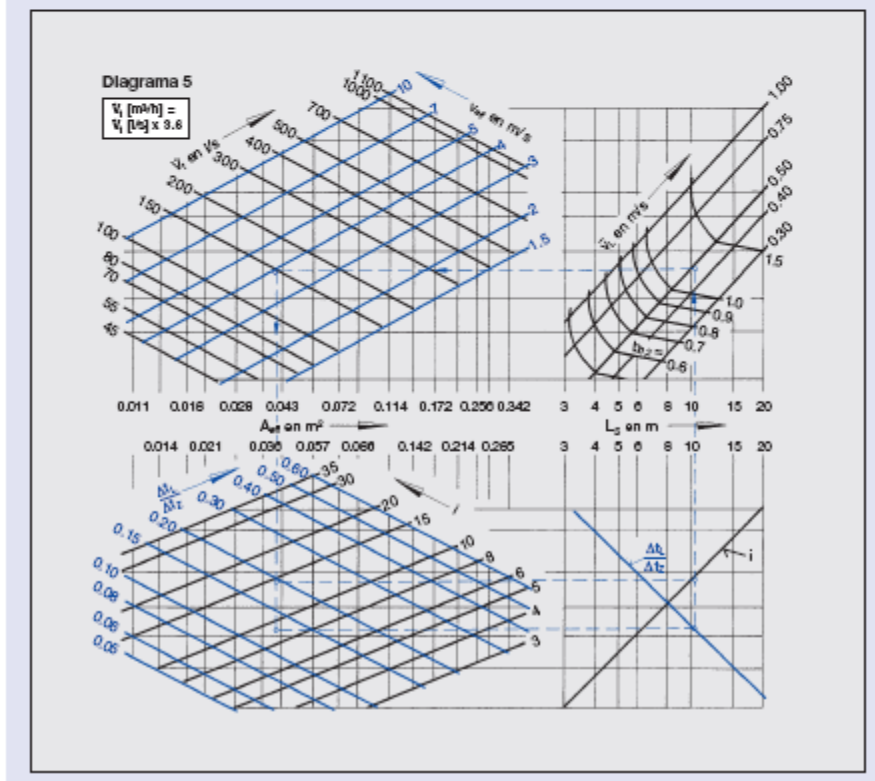
\* Sin marco de montaje L = 15 / H = 15  
Para todas las ejecuciones: H<sub>2</sub> = H - 23  
L<sub>1</sub> = L - 28

L = Rejillas - Longitud nominal  
H = Rejillas - Altura nominal

Datos aerodinámicos para impulsión de aire  
Rejillas con efecto coanda

| Zona efectiva de salida $A_{se}$ en m <sup>2</sup> |   |         |       |       |       |       |       |       |       |
|--|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| H<br>en mm   | Series  | L en mm |       |       |       |       |       |       |       |
|  |   | 225     | 325   | 425   | 525   | 625   | 825   | 1025  | 1225  |
| 75   | AH - AF   | 0.006   | 0.009 | 0.011 | 0.014 | 0.017 | 0.022 | 0.028 | 0.034 |
|  | WAT - TRS - TRS-R - TRS-K                           | 0.007   | 0.011 | 0.014 | 0.018 | 0.021 | 0.029 | 0.036 | 0.043 |
|  | AT - WAT - ASL - SL - TR - TRS - TRS-R - TRS-K - KS | 0.014   | 0.021 | 0.029 | 0.038 | 0.045 | 0.057 | 0.072 | 0.088 |
| 125  | AH - AF   | 0.011   | 0.017 | 0.022 | 0.028 | 0.034 | 0.044 | 0.055 | 0.066 |
|  | WAT   | 0.010   | 0.015 | 0.020 | 0.025 | 0.031 | 0.040 | 0.050 | 0.060 |
|  | AT - WAT - ASL - SL - TR - TRS - TRS-R - TRS-K - KS | 0.029   | 0.043 | 0.057 | 0.072 | 0.086 | 0.114 | 0.142 | 0.172 |
| 225  | AH - AF   |         | 0.034 | 0.044 | 0.055 | 0.066 | 0.087 | 0.108 | 0.129 |
|  | WAT   |         | 0.031 | 0.040 | 0.050 | 0.060 | 0.075 | 0.097 | 0.116 |
|  | AT - WAT - ASL - SL - TR - TRS - TRS-K              |         | 0.094 | 0.098 | 0.108 | 0.129 | 0.172 | 0.214 | 0.258 |
| 325  | AH - AF   |         |       | 0.065 | 0.081 | 0.096 | 0.129 | 0.169 | 0.193 |
|  | WAT   |         |       | 0.060 | 0.075 | 0.088 | 0.116 | 0.152 | 0.174 |
|  | AT - WAT - ASL - SL - TR                            |         |       |       |       | 0.172 | 0.225 | 0.285 | 0.342 |
| 425  | AH - AF   |         |       |       |       |       | 0.129 | 0.169 | 0.214 |
|  | WAT   |         |       |       |       |       |       | 0.255 | 0.342 |
| 625  | AT - WAT - ASL - SL - TR                            |         |       |       |       |       |       | 0.355 | 0.427 |

Datos aerodinámicos para impulsión de aire ver página 18.

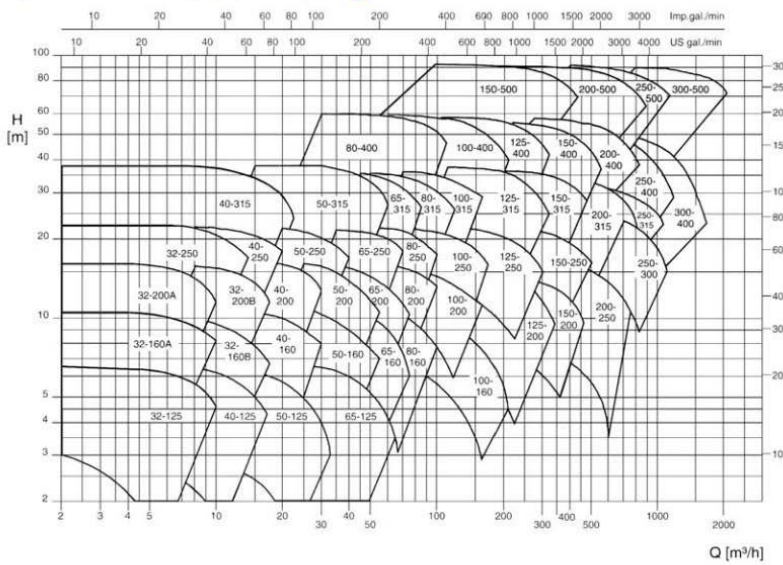


**Bombas (EBARA)**

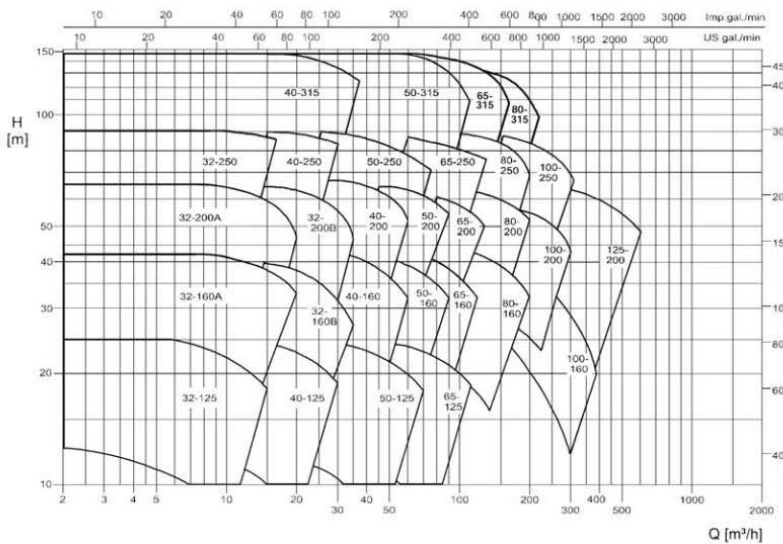


**ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA** según EN 733 (DIN 24255)

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



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



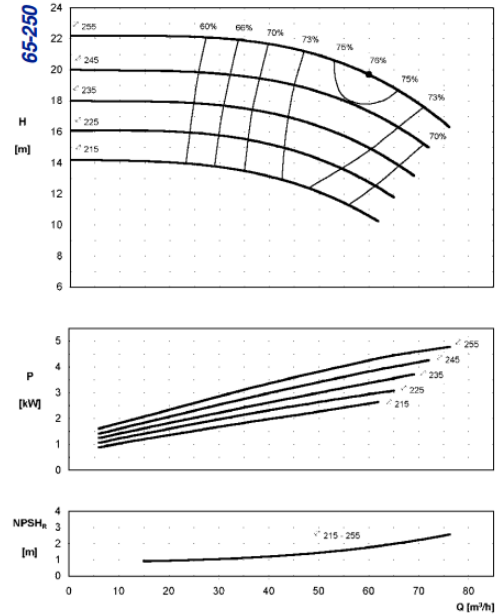
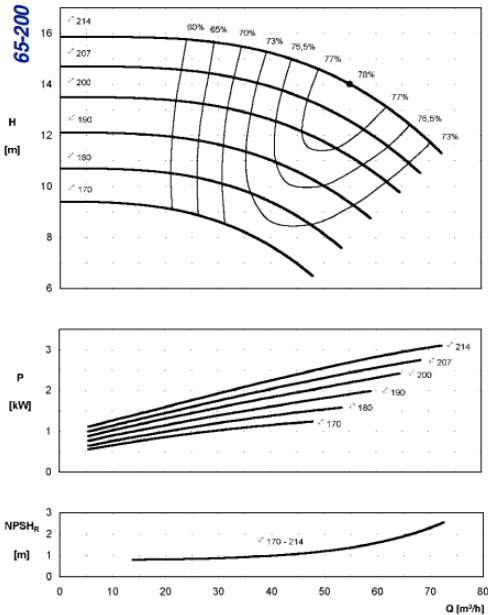
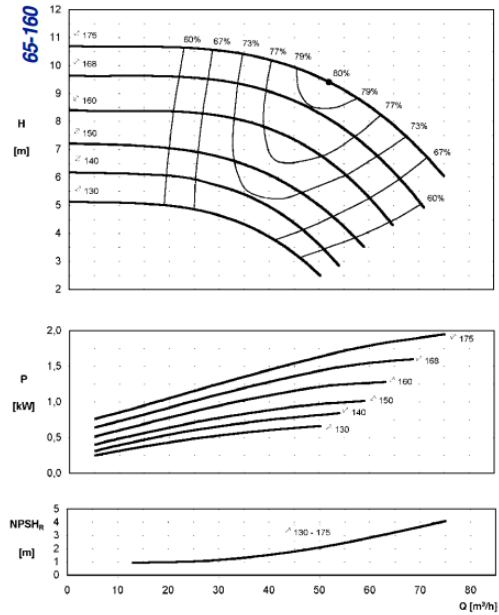
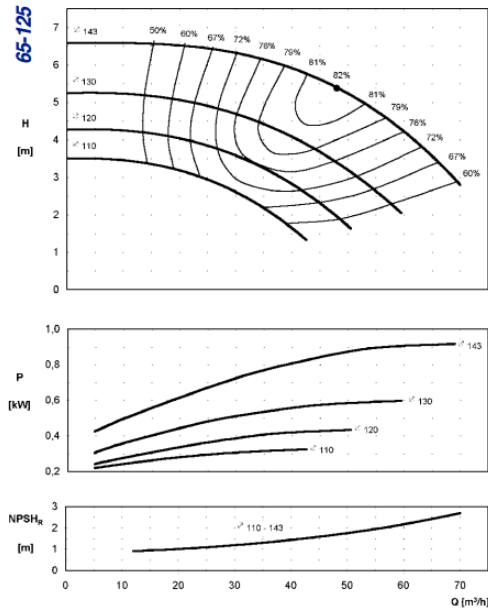






**ENR (1.450 r.p.m.)**  
ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (DIN 24255)

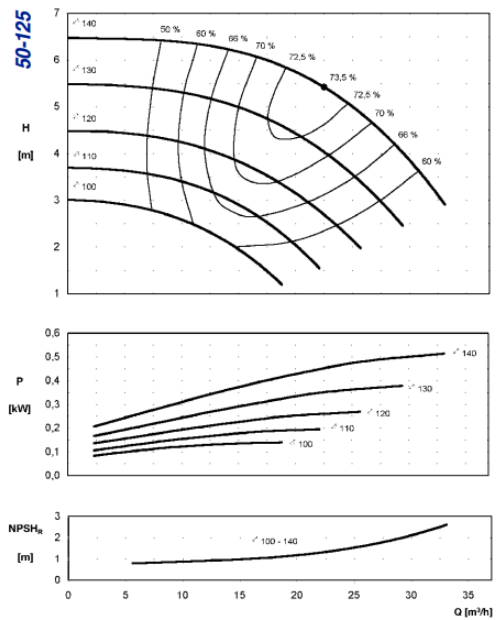
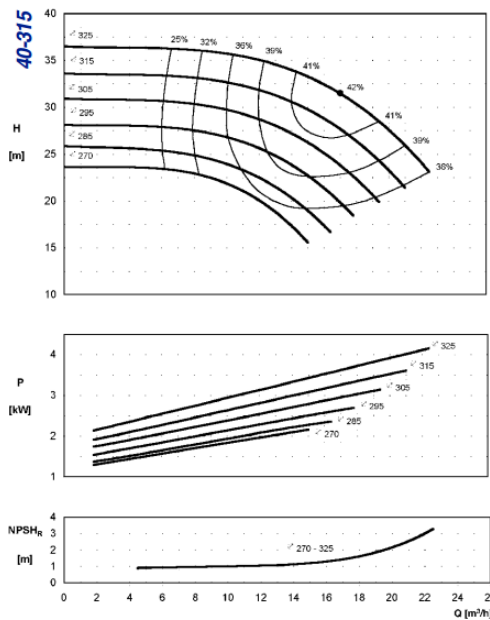
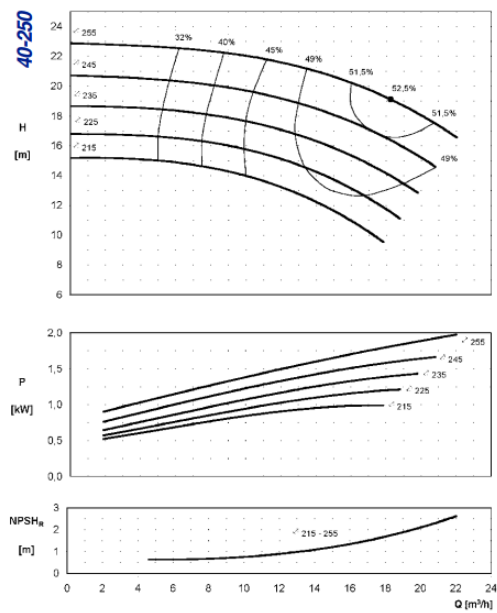
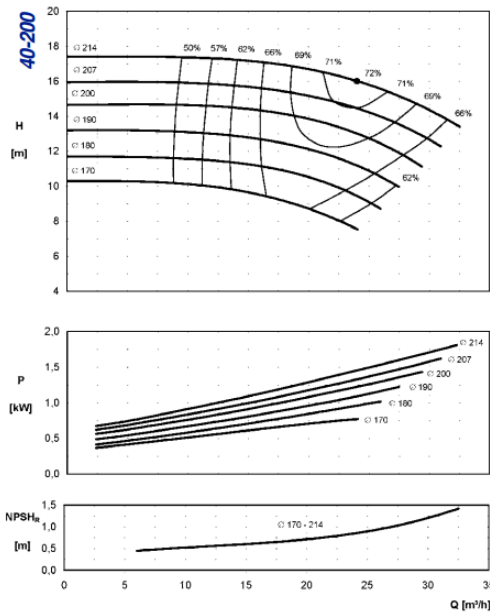
**CURVAS DE CARACTERÍSTICAS / PERFORMANCE CURVES (ISO 9906 / 2)**





**ENR (1.450 r.p.m.)**  
ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA según EN 733 (DIN 24255)

**CURVAS DE CARACTERÍSTICAS / PERFORMANCE CURVES (ISO 9906 / 2)**

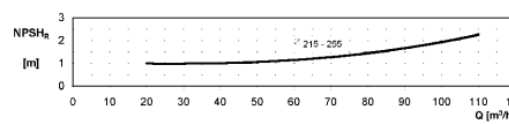
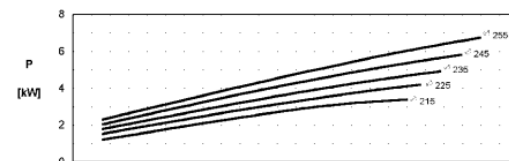
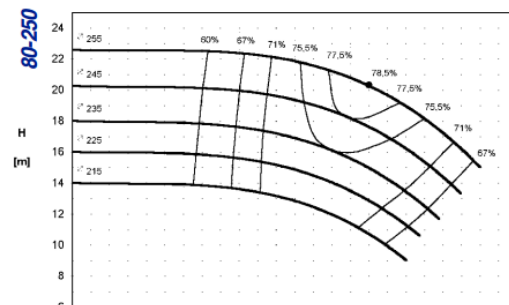
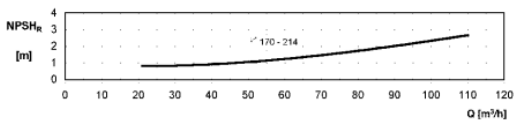
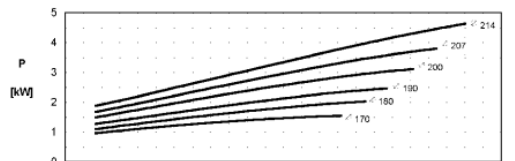
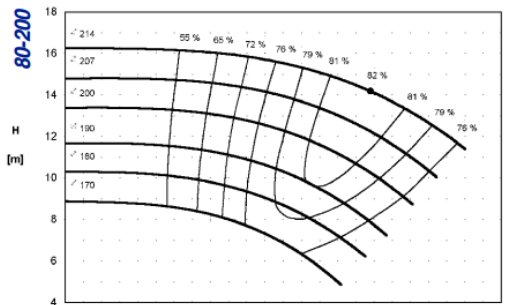
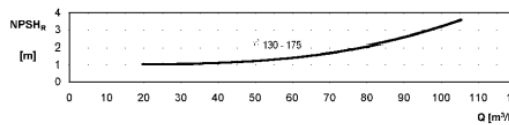
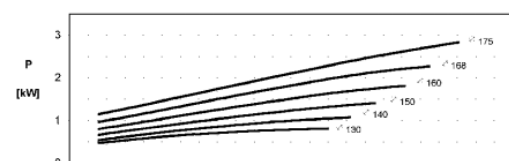
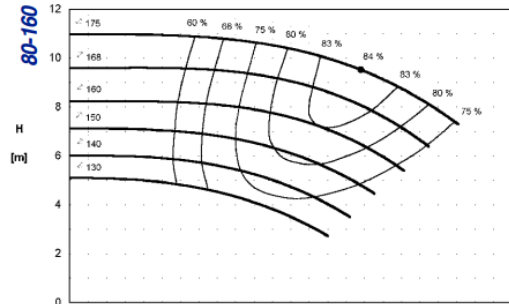
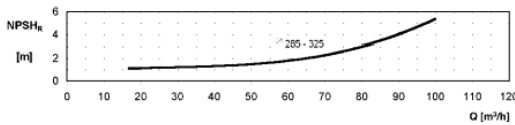
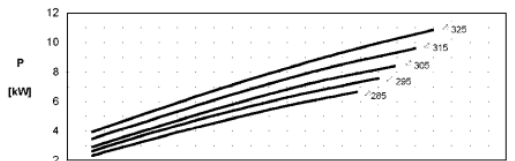
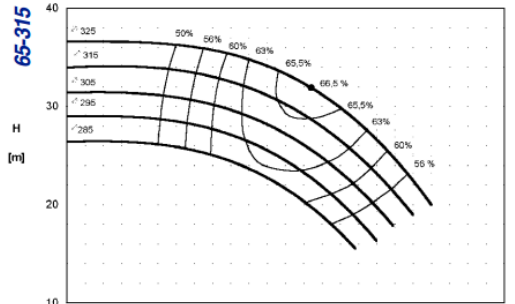




**ENR (1.450 r.p.m.)**

**ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA NORMALIZADA** según EN 733 (DIN 24255)

**CURVAS DE CARACTERÍSTICAS / PERFORMANCE CURVES (ISO 9906 / 2)**



## Equipo frigorífico (CARRIER 30XA 252)



Enfriadoras de agua de condensación por aire



AQUAFORCE



www.eurowent-certified.com  
www.carrier.com



Quality and Environment  
Management Systems  
Approval



Unidad con opciones 270 y 23A

## 30XA "A" 252-1702

Capacidad frigorífica nominal 267-1682 kW

Las enfriadoras de agua Aquaforce son la solución perfecta para aquellas aplicaciones industriales y comerciales en las que los instaladores, consultores y propietarios de edificios exigen rendimientos óptimos y máxima calidad. Las unidades están diseñadas para funcionar con una temperatura del aire exterior de hasta 55 °C.

Las enfriadoras de agua Aquaforce han sido concebidas para cumplir las exigencias actuales y futuras relativas a la eficiencia energética y a los niveles sonoros de funcionamiento.

Usan las mejores tecnologías disponibles en la actualidad:

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

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

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

### Características y ventajas

#### Funcionamiento muy económico

- Eficiencia energética a plena carga y a carga parcial extremadamente alta:
  - Clase A y B de eficiencia energética Eurovent, según la norma EN14511-3:2011 (unidad de alta eficiencia opción 119).
  - Condiciones normalizadas Eurovent según la norma EN14511-3:2011: EER hasta 3,3, ESEER hasta 4,2.
  - Nuevo compresor de tornillo de doble rotor equipado con motor de alta eficiencia y válvula con capacidad variable que permite una perfecta correspondencia de la capacidad de refrigeración con la carga.
  - Condensador totalmente de aluminio con microcanales de alta eficiencia.
  - Evaporador inundado multitubular para aumentar la eficiencia del intercambio de calor.
  - Dispositivo electrónico de expansión que permite el funcionamiento a una presión de condensación inferior y una mejor utilización de la superficie de intercambio de calor del evaporador (control del sobrecalentamiento).
  - Economizador integrado con dispositivo electrónico de expansión para aumentar la capacidad de refrigeración.

#### Niveles sonoros de funcionamiento bajos

- Compresores
  - Silenciadores de descarga integrados en el separador de aceite (patente de Carrier).
  - Silenciador en la línea de retorno al economizador.
  - Aislamiento insonorizado del compresor y del separador de aceite que reduce el ruido emitido (opción).
- Sección del condensador
  - Baterías del condensador en forma de V de ángulo abierto, que permite una circulación más silenciosa del aire a través de la batería.
  - Los ventiladores Flying Bird de cuarta generación con bajo nivel sonoro, fabricados con material composite (patente de Carrier), son aún más silenciosos y no generan ruido molesto de baja frecuencia.
  - Soportación rígida del ventilador que evita el ruido de arranque (patente de Carrier).

#### Instalación fácil y rápida

- Módulo hidráulico integrado (opción)
  - Bomba de agua centrífuga de alta o baja presión (según se requiera en base a la pérdida de presión de la instalación hidráulica).
  - Bomba simple o doble (según se requiera) con equilibrio de tiempo de funcionamiento y conmutación automática a bomba de reserva si se produce un fallo.
  - Filtro de agua que protege la bomba de agua de los residuos en circulación.
  - Depósito de expansión con membrana de alta capacidad que garantiza la preurización del circuito de agua.
  - Aislamiento térmico y protección de aluminio del kit hidráulico (opción).
  - Sensor de presión para comprobar la contaminación del filtro y para indicar directamente de forma numérica el caudal de agua con una estimación de la capacidad frigorífica instantánea en el interface de control.
  - Válvula de control del caudal de agua.
- Conexiones eléctricas simplificadas
  - Interruptor principal de desconexión con alta capacidad de corte.
  - Transformador para alimentación del circuito de control integrado (400/24 V).
- Rápida puesta en servicio
  - Prueba de funcionamiento sistemática en fábrica antes del envío.
  - Función de prueba rápida para verificación paso a paso de los instrumentos, dispositivos de expansión, ventiladores y compresores.

#### Respeto del medio ambiente

- Refrigerante R-134a
  - Refrigerante del grupo HFC sin potencial de destrucción del ozono.
  - Reducción del 30% de la carga de refrigerante mediante el uso de intercambiadores de calor con microcanales.
- Circuito de refrigerante hermético
  - Reducción de fugas, al no utilizarse tubos capilares ni conexiones abocardadas.
  - Verificación de los transductores de presión y los sensores de temperatura sin transferencia de carga de refrigerante.
  - Válvula de servicio de la conducción de líquido para simplificar el mantenimiento (opción).

#### Absoluta fiabilidad

- Compresores de tornillo
  - Compresores de tornillo de tipo industrial con cojinetes de gran tamaño y motor refrigerado con gas de aspiración.
  - El acceso a todos los componentes del compresor es fácil con lo que se minimiza el tiempo de inactividad.
  - Mayor protección con tarjeta electrónica.
- Condensador de aire
  - Intercambiador de calor totalmente de aluminio con microcanales (MCHE), con alta resistencia a la corrosión. El diseño de aluminio en su totalidad impide la formación de corrientes galvánicas entre el aluminio y el cobre causantes de la corrosión de la batería en ambientes salinos o corrosivos.
- Evaporador
  - Aislamiento térmico con envoltorio de aluminio (opción) para una resistencia perfecta a las agresiones externas (protección mecánica y contra rayos UV).
- Control autocorrectivo
  - El algoritmo de control evita que el compresor ejecute demasiados ciclos (patente de Carrier).
  - Descarga automática del compresor si la presión de condensación es anormalmente alta. Si se obstruye la batería del condensador o falla el ventilador, la Aquaforce continúa funcionando a menor capacidad.
- Pruebas de resistencia excepcionales
  - Asociaciones con laboratorios especializados y uso de herramientas de simulación de límites (cálculo de elementos finitos) para el diseño de componentes críticos.
  - Prueba de simulación de transporte en laboratorio en mesa vibratoria. La prueba se basa en una norma militar equivalente a 4.000 km en camión.
  - Prueba de resistencia a la corrosión en niebla salina realizada en laboratorio: mayor resistencia a la corrosión.

#### Control Pro-Dialog+

El control Pro-Dialog+ combina la inteligencia con la sencillez operativa. Supervisa constantemente todos los parámetros de la máquina y gestiona con precisión el funcionamiento de los compresores, dispositivos electrónicos de expansión, ventiladores y bomba de agua del evaporador para garantizar la máxima eficiencia energética.

- Gestión de energía
  - Reloj interno de programación: permite programar el encendido/apagado de la enfriadora y su funcionamiento en un segundo punto de consigna.
  - Reajuste del punto de consigna basado en la temperatura del aire exterior o en la temperatura del agua de retorno.
  - Control maestro/esclavo de dos enfriadoras que funcionan en paralelo con equalización del tiempo de funcionamiento y conmutación automática en caso de fallo de la unidad.
  - Cambio de Marcha/Paro basado en la temperatura del aire.
- Funciones integradas
  - Modo nocturno: limitación de la capacidad y de la velocidad del ventilador para reducir el nivel de ruido.
  - Con módulo hidráulico: indicación de la presión del agua y cálculo de su caudal.
- Fácil uso
 

El nuevo interface LCD con iluminación incluye un potenciómetro que se puede regular manualmente para garantizar la legibilidad en cualquier condición lumínica.

  - La información se muestra claramente en inglés, francés, alemán, italiano y español (para el resto de lenguas, consulte a Carrier).
  - La navegación de Pro-Dialog+ emplea menús intuitivos con estructura de árbol. Estos menús son de fácil manejo y permiten acceder rápidamente a los principales parámetros de funcionamiento: compresor en funcionamiento, presión de aspiración/descarga, horas de funcionamiento del compresor, punto de consigna, temperatura del aire, temperatura del agua que entra/sale.

### Interfaces de control

#### Pro-Dialog+



- Interface de Pro-Dialog+ (estándar)  
La interfaz estándar para las unidades 30XA 252 a 1702 tiene cinco botones para recorrer la intuitiva estructura en árbol de los menús. De este modo, toda la información es rápidamente accesible.

Nota: La unidad 30XA 1702 tiene dos interfaces.

#### Interface de usuario Pro-Dialog con pantalla táctil



- Interface de usuario Pro-Dialog con pantalla táctil (opción 158)  
El interface de usuario para unidades 30XA 252 a 1702 con pantalla táctil es muy sencillo. Consiste en una pantalla táctil de gran formato, y es fácil acceder a la información: el texto claro en el idioma seleccionado permite vigilar todos los parámetros de funcionamiento. Es posible personalizar hasta ocho pantallas.

Nota: La unidad 30XA 1702 tiene dos interfaces.

### Gestión remota (estándar)

La Aquaforce está equipada con un puerto serie RS485 que ofrece múltiples posibilidades de control remoto, supervisión y diagnóstico. Carrier ofrece una amplia selección de productos de control, especialmente diseñados para gestionar y supervisar el funcionamiento de los sistemas de aire acondicionado. Solicite más información al representante de Carrier.

La Aquaforce se comunica también con otros sistemas de control de edificios mediante gateways de comunicación opcionales. Además, un terminal de conexión permite el control remoto de la unidad Aquaforce mediante señales cableadas:

- Arranque/parada: la apertura de este contacto apagará la unidad.
- Punto de consigna doble: el cierre de este contacto activa un segundo punto de consigna (p. ej.: modo de no ocupación - ahorro energético).
- Límite de demanda: el cierre de este contacto limita la capacidad máxima de la enfriadora a un valor predefinido.
- Recuperación de calor (opción): el cierre de este contacto permite el funcionamiento del modo de recuperación de calor.
- Control de bombas de agua 1 y 2 (no disponible para unidades con opción de módulo hidráulico 116): estas salidas controlan los contactores de una o dos bombas de agua del evaporador.
- Estado de bomba de agua no disponible para unidades con opción 116: estos contactos se utilizan para detectar un fallo en el funcionamiento de la bomba de agua y para conmutar automáticamente a la otra bomba.
- Indicación de funcionamiento: este contacto sin tensión indica que la enfriadora está en funcionamiento o lista para funcionar (sin carga de refrigeración).
- Indicación de alerta: este contacto sin tensión indica la necesidad de realizar una operación de mantenimiento o la presencia de un fallo poco importante.
- Indicación de alarma: este contacto sin tensión indica la presencia de un fallo importante que ha producido el apagado de uno o varios circuitos frigoríficos.

### Gestión remota (EMM - opción 156)

El módulo de gestión de energía ofrece posibilidades de control remoto adicionales:

- Temperatura de la sala: permite un reajuste del punto de consigna en función de la temperatura del aire interior del edificio (con termostato Carrier).
- Reajuste del punto de consigna: asegura el reajuste del punto de consigna de refrigeración basada en una señal de 4-20 mA o 0-5 V.
- Límite de demanda: permite limitar la potencia o corriente máxima de la enfriadora en función de una señal de 0-10 V.
- Límites de demanda 1 y 2: el cierre de estos contactos limita la potencia o corriente máxima de la enfriadora a dos valores predefinidos.
- Seguridad del usuario: este contacto puede utilizarse para cualquier bucle de seguridad del cliente; su apertura genera una alarma específica.
- Fin de almacenamiento de hielo: al finalizar el almacenamiento de hielo, esta entrada permite volver al segundo punto de consigna (modo de no ocupación).
- Anulación de programación: el cierre de este contacto cancela los efectos de la programación horaria.
- Fuera de servicio: esta señal indica que la enfriadora está totalmente fuera de servicio.
- Capacidad de la enfriadora: esta salida analógica (0-10 V) indica la capacidad de la enfriadora.

## Datos físicos

| 30XA  |         | 252   | 302   | 352   | 402   | 452   | 502   | 602   | 702   | 752   | 802   | 852   | 902   | 1002  | 1102  | 1202  | 1302  | 1352  | 1402  | 1502  | 1702  |
|---|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Capacidad frigorífica nominal*</b>                       |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Unidad estándar   | kW      | 257   | 291   | 319   | 379   | 427   | 475   | 603   | 666   | 693   | 751   | 809   | 876   | 962   | 1122  | 1219  | 1296  | 1367  | 1441  | 1447  | 1515  |
| Consumo máximo  | kW      | 58    | 56    | 106   | 122   | 145   | 150   | 196   | 206   | 235   | 252   | 259   | 296   | 323   | 367   | 405   | 445   | 505   | 480   | 497   | 531   |
| EER   | kWh/kWh | 3,02  | 2,98  | 3,01  | 3,12  | 2,92  | 2,97  | 3,07  | 3,15  | 2,94  | 2,91  | 3,01  | 2,94  | 2,96  | 3,06  | 2,99  | 2,91  | 2,67  | 3,00  | 2,91  | 3,04  |
| Clase Eurovent, refrigeración                               |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Eficiencia a carga parcial (ESEER)                          |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| W/W   |         | 4,03  | 4,20  | 4,31  | 4,25  | 4,30  | 4,25  | 4,25  | 4,25  | 4,14  | 4,19  | 4,25  | 4,20  | 4,20  | 4,20  | 4,06  | 4,03  | 3,82  | 4,10  | 4,06  | 3,87  |
| <b>Capacidad frigorífica nominal**</b>                      |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Unidad estándar   | kW      | 273   | 296   | 325   | 382   | 443   | 500   | 614   | 681   | 725   | 787   | 844   | 889   | 975   | 1151  | 1258  | 1321  | 1442  | 1455  | 1530  | 1588  |
| Consumo máximo  | kW      | 57    | 56    | 104   | 120   | 142   | 157   | 193   | 203   | 233   | 251   | 257   | 292   | 313   | 351   | 395   | 422   | 461   | 455   | 473   | 515   |
| EER   | kWh/kWh | 3,15  | 3,12  | 3,12  | 3,25  | 3,12  | 3,19  | 3,15  | 3,36  | 3,12  | 3,13  | 3,25  | 3,15  | 3,13  | 3,25  | 3,13  | 3,13  | 3,13  | 3,13  | 3,24  | 3,23  |
| Clase Eurovent, refrigeración                               |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Eficiencia a carga parcial (ESEER)                          |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| W/W   |         | 3,87  | 4,04  | 4,15  | 4,03  | 4,08  | 4,08  | 4,00  | 4,22  | 4,01  | 4,06  | 4,15  | 4,04  | 4,04  | 4,01  | 4,17  | 4,13  | 4,13  | 4,12  | 4,12  | 4,06  |
| <b>Peso en orden de funcionamiento**</b>                    |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Unidad estándar y opción 119***                             | kg      | 3740  | 3780  | 3820  | 4873  | 4743  | 5174  | 5997  | 6247  | 6647  | 6647  | 7306  | 7548  | 8226  | 10170 | 10610 | 10990 | 11550 | 11229 | 11423 | 12482 |
| Opción 254****  | kg      | 4100  | 4190  | 4710  | 5190  | 5260  | 5830  | 6670  | 7030  | 7520  | 8140  | 8280  | 9010  | 9250  | 11470 | 11890 | 12250 | 12640 | 12659 | 12659 | 13702 |
| <b>Niveles sonoros</b>                                      |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Unidad estándar   |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Nivel de potencia sonora****                                | dB(A)   | 59    | 59    | 59    | 62    | 63    | 63    | 66    | 64    | 66    | 66    | 66    | 67    | 66    | 66    | 66    | 66    | 67    | 67    | 67    | 67    |
| Nivel de presión sonora a 10 m†                             | dB(A)   | 57    | 57    | 57    | 60    | 61    | 61    | 62    | 61    | 63    | 64    | 63    | 64    | 63    | 63    | 63    | 63    | 64    | 64    | 64    | 64    |
| Unidad estándar + opción 257                                |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Nivel de potencia sonora****                                | dB(A)   | 57    | 57    | 57    | 60    | 61    | 61    | 63    | 62    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    |
| Nivel de presión sonora a 10 m†                             | dB(A)   | 55    | 55    | 55    | 58    | 59    | 59    | 60    | 59    | 61    | 61    | 61    | 61    | 61    | 61    | 61    | 61    | 61    | 61    | 61    | 61    |
| Unidad estándar + opción 258                                |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Nivel de potencia sonora****                                | dB(A)   | -     | -     | -     | -     | 59    | 59    | 61    | 60    | 61    | 62    | 61    | 63    | 62    | 62    | -     | 62    | 63    | 63    | 63    | 63    |
| Nivel de presión sonora a 10 m†                             | dB(A)   | -     | -     | -     | -     | 57    | 56    | 58    | 57    | 59    | 59    | 59    | 60    | 59    | 59    | -     | 59    | 60    | 60    | 60    | 60    |
| Unidad con opciones 119 + 257                               |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Nivel de potencia sonora****                                | dB(A)   | 63    | 63    | 63    | 66    | 66    | 66    | 67    | 67    | 67    | 67    | 67    | 67    | 67    | 67    | 67    | 67    | 67    | 67    | 67    | 67    |
| Nivel de presión sonora a 10 m†                             | dB(A)   | 61    | 61    | 61    | 63    | 63    | 63    | 65    | 63    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    | 64    |
| <b>Compresores</b>  |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Compresores de tornillo semiherméticos OBT, 50 Hz           |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Circuito A  |         | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| Circuito B  |         | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| Circuito C  |         | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| Circuito D  |         | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 1     |
| <b>Refrigerante**</b>                                       |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| R-134a  |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Unidad estándar y opción 119***                             |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Circuito A  | kg      | 37    | 36    | 36    | 51    | 52    | 59    | 58    | 53    | 55    | 59    | 72    | 59    | 75    | 64    | 59    | 70    | 63    | 64    | 66    | 72    |
| Circuito B  | kg      | 39    | 36    | 37    | 37    | 37    | 36    | 39    | 52    | 55    | 53    | 75    | 79    | 52    | 52    | 59    | 59    | 69    | 73    | 60    | 63    |
| Circuito C  | kg      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 80    | 80    | 80    | 81    | 80    | 80    | 72    |
| Circuito D  | kg      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 63    |
| Opción 254****  |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Circuito A  | kg      | 60    | 64    | 70    | 86    | 86    | 102   | 102   | 100   | 129   | 112   | 130   | 129   | 140   | 102   | 112   | 112   | 112   | 140   | 140   | 130   |
| Circuito B  | kg      | 64    | 64    | 58    | 80    | 80    | 88    | 88    | 85    | 80    | 96    | 96    | 103   | 129   | 92    | 92    | 92    | 92    | 90    | 103   | 129   |
| Circuito C  | kg      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 136   | 136   | 136   | 132   | 136   | 136   | 130   |       |
| Circuito D  | kg      | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 95    |
| <b>Control de capacidad</b>                                 |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| PRO-DIALOG, válvula electrónica de expansión (EEV)          |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Capacidad mínima  | %       | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 10    | 8     |
| <b>Condensadores</b>  |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Intercambiador de calor de aluminio con microcanales (MC10) |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| <b>Ventiladores</b>   |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Flying Bird 4 estál con anillo exterior                     |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Cantidad, unidad estándar y opción 119                      |         | 6     | 6     | 6     | 8     | 8     | 9     | 11    | 12    | 12    | 12    | 14    | 14    | 16    | 19    | 20    | 20    | 20    | 24    | 24    | 25    |
| Cantidad, opción 254****                                    |         | 6     | 6     | 7     | 8     | 8     | 9     | 11    | 12    | 13    | 13    | 14    | 15    | 15    | 19    | 20    | 20    | 20    | 24    | 24    | 25    |
| Caudal de aire total estándar                               | m³/s    | 20600 | 20500 | 20600 | 27303 | 27303 | 30790 | 37583 | 41000 | 41000 | 41000 | 47533 | 47533 | 54957 | 64917 | 65333 | 65333 | 65333 | 82000 | 82000 | 95957 |
| Velocidad estándar  | m/s     | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  |
| Caudal de aire total, opción 119                            | m³/s    | 37393 | 37393 | 37393 | 50111 | 50111 | 49525 | 49525 | 54167 | 54167 | 54167 | 63194 | 63194 | 73222 | 85754 | 85754 | 85754 | 90278 | 90278 | 10303 | 10303 |
| Velocidad, opción 119                                       | m/s     | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  |
| <b>Evaporador</b>   |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Multibloc inundado  |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Contenido de agua   | l       | 58    | 61    | 61    | 66    | 70    | 77    | 79    | 96    | 96    | 119   | 119   | 130   | 140   | 158   | 162   | 203   | 224   | 230   | 240   | 240   |
| <b>Sin módulo hidráulico</b>                                |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Conexiones de agua, entrada/salida                          |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Viciabloc   |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Diámetro nominal††  |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| pulg.   |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Diámetro exterior actual†††                                 |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| mm  |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Presión lado agua máxima                                    |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| kPa   |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Con módulo hidráulico (opción 119)                          |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Conexiones de agua, entrada/salida                          |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Viciabloc   |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Diámetro nominal  |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| pulg.   |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Diámetro exterior actual                                    |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| mm  |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Volumen, depósito de dilatación                             |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| l   |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Presión lado agua máxima                                    |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| kPa   |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Color de la pintura del chasis                              |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Código del color: RAL7035                                   |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

\* Modo de refrigeración en condiciones de funcionamiento conforme a la norma Eurovent LCPA/RCAIC: temperatura del agua de entrada/salida del evaporador 12°C/7°C, temperatura del aire exterior 35°C, factor de enfriamiento del evaporador 0 (m³/kgW).

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

\*\*\* Opciones 119 = alta eficiencia energética; 254 = sistema CuAl tradicional.

\*\*\*\* De conformidad con la norma ISO 914-1 y certificación de Eurovent.

† Nivel de presión sonora media, unidad en campo libre sobre una superficie reflectora.

†† Diámetros de los evaporadores de conexión 1 y 2 para los tamaños 1302 a 1502.

Notas: Los tamaños de unidades 30XA 1402 a 1702 se suministran en dos módulos que se montan en el lugar de instalación.

Opción 119 (alta eficiencia energética) puede utilizarse con las opciones 254 y 256.

Póngase en contacto con el representante de Carrier para conocer los rendimientos.

## Caldera (YGNIS LRP-NT)



Calderas para gas o gasóleo  
3 pasos de humos de baja temperatura



### LRP-NT PLUS, de 70 a 580 kW

#### Suministro

- Caldera suministrada con juego de turbuladores, funcionamiento con quemador presurizado de gas o gasóleo
- Cuerpo de caldera fuertemente aislado (100 mm)
- Puerta delantera y caja de humos aisladas, puentes térmicos tratados
- Contrabridas salida y retorno con juntas y tornillos con tuerca suministrados a partir de 120 kW, boquillas roscadas en los otros modelos
- Cepillo de limpieza
- Llave de apertura de puerta
- Presión de servicio estándar: 6 bares
- Temperatura del agua en la caldera hasta 90°C
- Anillo de elevación
- Purgador automático 3/8"
- Apertura de puerta a derecha o izquierda

#### Opciones

- Presión superior 6 bares
- Capot insonorizante
- Amortiguador antivibración
- Cuadro de mandos con regulación electrónica o simple
- Homologación \*\*\*\* CE junto Totaloca
- Ver quemador en página 170



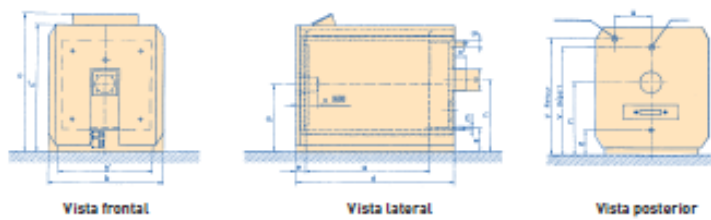
#### Características

| Modelos Pyronox LRP-NT Plus  | LRP-NT1 | LRP-NT2 | LRP-NT3 | LRP-NT4 | LRP-NT5 | LRP-NT6 | LRP-NT7 | LRP-NT8 | LRP-NT9 | LRP-NT10 | LRP-NT11 | LRP-NT12 | LRP-NT13 | LRP-NT14 |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Potencia útil en kW  | 70      | 90      | 120     | 165     | 165     | 190     | 225     | 260     | 300     | 335      | 370      | 440      | 510      | 580      |
| Rendimiento 30% (Tm=40°C)  | 95,8    | 95,9    | 95,9    | 96      | 96      | 96,1    | 96,1    | 96,1    | 96,2    | 96,1     | 96,2     | 96,2     | 96,2     | 96,3     |
| Rendimiento 180% (Tm=70°C)   | 91,9    | 91,5    | 92,1    | 91,6    | 91,9    | 91,6    | 91,6    | 91,6    | 91,1    | 91,5     | 91,2     | 92       | 91,5     | 91,3     |
| Peso en vacío en Kg  | 284     | 285     | 392     | 393     | 468     | 469     | 521     | 606     | 608     | 762      | 764      | 1007     | 1009     | 1014     |
| Volumen de agua en litros  | 140     | 140     | 200     | 200     | 230     | 230     | 270     | 330     | 330     | 400      | 400      | 560      | 560      | 560      |
| Diámetro hogar en mm   | 342     | 342     | 415     | 415     | 415     | 415     | 463     | 463     | 463     | 508      | 508      | 530      | 530      | 530      |
| Longitud hogar en mm   | 768     | 768     | 910     | 910     | 1110    | 1110    | 1107    | 1366    | 1366    | 1366     | 1366     | 1618     | 1618     | 1618     |
| Volumen de gas caldera en litros                                     | 150     | 150     | 220     | 220     | 260     | 260     | 320     | 380     | 380     | 460      | 460      | 610      | 610      | 610      |
| Resistencia circuito de agua para un ΔT de 20K en mmCA               | 110     | 180     | 100     | 150     | 190     | 250     | 120     | 170     | 220     | 270      | 330      | 200      | 270      | 350      |
| Resistencia circuito de humos para un exceso de aire del 20% en mmCA | 4,5     | 8,4     | 10      | 14,4    | 18,1    | 24,9    | 22,1    | 23,1    | 25      | 28,8     | 38,8     | 25,3     | 38,3     | 58,4     |

## LRP-NT PLUS

### Dimensiones

#### LRP-NT PLUS de 70 a 580 kW



### Dimensiones

| Modelos<br>Pyronat LRP-NT Plus |        | LRP-NT1 | LRP-NT2 | LRP-NT3 | LRP-NT4 | LRP-NT5 | LRP-NT6 | LRP-NT7 | LRP-NT8 | LRP-NT9 | LRP-NT10 | LRP-NT11 | LRP-NT12 | LRP-NT13 | LRP-NT14 |
|--------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>a</b>                       | mm     | 844     | 864     | 986     | 986     | 1186    | 1186    | 1186    | 1445    | 1445    | 1445     | 1701     | 1701     | 1701     | 1701     |
| <b>b (anchura)</b>             | mm     | 770     | 770     | 870     | 870     | 870     | 870     | 920     | 920     | 920     | 1000     | 1000     | 1068     | 1068     | 1068     |
| <b>b'</b>                      | mm     | 640     | 640     | 740     | 740     | 740     | 740     | 790     | 790     | 790     | 870      | 870      | 938      | 938      | 938      |
| <b>c</b>                       | mm     | 1015    | 1015    | 1090    | 1090    | 1090    | 1090    | 1175    | 1175    | 1175    | 1255     | 1255     | 1343     | 1343     | 1343     |
| <b>c' (altura)</b>             | mm     | 880     | 880     | 955     | 955     | 955     | 955     | 1040    | 1040    | 1040    | 1120     | 1120     | 1208     | 1208     | 1208     |
| <b>d (longitud)</b>            | mm     | 1081    | 1081    | 1223    | 1223    | 1423    | 1423    | 1423    | 1682    | 1682    | 1682     | 1682     | 1938     | 1938     | 1938     |
| <b>e</b>                       | mm     | 69      | 69      | 69      | 69      | 69      | 69      | 69      | 69      | 69      | 69       | 69       | 69       | 69       | 69       |
| <b>g</b>                       | PNG-ON | 1" 1/2  | 1" 1/2  | 50      | 50      | 50      | 50      | 45      | 45      | 45      | 45       | 45       | 80       | 80       | 80       |
| <b>m</b>                       | -      | 1"      | 1"      | 1"      | 1"      | 1"      | 1"      | 1"      | 1"      | 1"      | 1"       | 1"       | 1"       | 1"       | 1"       |
| <b>n</b>                       | mm     | 520     | 520     | 550     | 550     | 550     | 550     | 600     | 600     | 600     | 640      | 640      | 674      | 674      | 674      |
| <b>o (Ø exterior)</b>          | mm     | 150     | 150     | 150     | 150     | 150     | 150     | 200     | 200     | 200     | 200      | 200      | 250      | 250      | 250      |
| <b>o'</b>                      | mm     | 60      | 60      | 60      | 60      | 60      | 60      | 60      | 60      | 60      | 60       | 60       | 60       | 60       | 60       |
| <b>p</b>                       | mm     | 470     | 470     | 500     | 500     | 500     | 500     | 550     | 550     | 550     | 590      | 590      | 624      | 624      | 624      |
| <b>U</b>                       | mm     | 250     | 250     | 250     | 250     | 250     | 250     | 275     | 275     | 275     | 355      | 355      | 374      | 374      | 374      |
| <b>v impulsión</b>             | mm     | 757     | 757     | 835     | 835     | 835     | 835     | 900     | 900     | 900     | 978      | 978      | 1053     | 1053     | 1053     |
| <b>v retorno</b>               | mm     | 757     | 757     | 835     | 835     | 835     | 835     | 933     | 933     | 933     | 993      | 993      | 1069     | 1069     | 1069     |
| <b>z</b>                       | mm     | 100     | 100     | 88      | 88      | 88      | 88      | 103     | 103     | 103     | 104      | 104      | 104      | 104      | 104      |
| <b>x (long. min. quemador)</b> | mm     | 140     | 140     | 140     | 140     | 140     | 140     | 140     | 140     | 140     | 140      | 140      | 140      | 140      | 140      |

### **3.4. Bibliografía**

- [CARR80] Carrier, “Manual de Aire Acondicionado”, Marcombo, Barcelona, 1980.
- [RITE07] “Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios”, Boletín Oficial del Estado, Madrid, 2007.
- [YGNI] Ygnis, “Catálogo de Calderas para Gas o Gasóleo de Baja Temperatura”.
- [TERM12] Termoven, “Catálogo de Climatizadores”, 2012.
- [TROX] Trox, “Catálogo de Difusores Rotacionales de Lama Móvil, Serie 40.2”.
- [CARR11] Carrier, “Catálogo de Enfriadoras de Agua de Condensación por Aire 30XA 252-1702”, 2011.
- [CARR05] Carrier, “Catálogo de Fan-Coils de Cassette Hidrónicos 42GW”, 2005.
- [TROX] Trox, “Catálogo de Rejillas Serie AR-AE”.
- [EBAR] Ebara, “Catalogo de bombas ENR”

# *Parte II:*

# *PLANOS*

# Capítulo 1: Planos Tuberías de Agua (TA)

*1.1 TA. Esquema de principio*

*1.2 TA. Planta baja*

*1.3 TA. Planta primera*

*1.4 TA Planta segunda*

*1.5 TA. Cubierta*

## Capítulo 2: Planos Conductos de Aire (CA)

*2.1 CA. Esquema de principio*

*2.2 CA. Planta baja*

*2.3 CA. Planta primera*

*2.4 CA. Planta segunda*

*2.5 CA. Cubierta*

# *Parte III:*

# ***PRESUPUESTO***

## Capítulo 1: Descripción de los equipos

En primer lugar vamos a describir los equipos y materiales necesarios en nuestro proyecto, así como sus principales características. Para una información más detallada ver el capítulo 3 (Anexos) de la memoria.

### **1.1. Fan coils CARRIER**

Los modelos de los fan-coils elegidos son 42 GWD.

#### ***Fan-coil 42 GWD-004***

Suministro y montaje de fan-coils que se instalarán en los falsos techos y que disponen de conexiones que ofrecen de dos a cuatro vías de difusiones de aire. La instalación dispondrá de cuatro tubos, dos de agua fría y otros dos de agua caliente. Este equipo incluye:

- Ventilador centrífugo que asegura una distribución de aire muy silenciosa.
- Filtros de alto rendimiento para extraer las impurezas del ambiente.
- Baterías de frío y caliente con compuertas de regulación que proporcionan cuatro opciones de control de la temperatura para satisfacer las condiciones de confort exigidas por los usuarios.
- Termostato de ambiente.

Nº Total de unidades necesarias: **24.**

Precio unitario: **507 €**

### ***Fan-coil 42 GWD-008***

Suministro y montaje de fan-coils que se instalarán en los falsos techos y que disponen de conexiones que ofrecen de dos a cuatro vías de difusiones de aire. La instalación dispondrá de cuatro tubos, dos de agua fría y otros dos de agua caliente. Este equipo incluye:

- Ventilador centrífugo que asegura una distribución de aire muy silenciosa.
- Filtros de alto rendimiento para extraer las impurezas del ambiente.
- Baterías de frío y caliente con compuertas de regulación que proporcionan cuatro opciones de control de la temperatura para satisfacer las condiciones de confort exigidas por los usuarios.
- Termostato de ambiente

Nº Total de unidades necesarias: **26**.

Precio unitario: **560 €**.

### ***Fan-coil 42 GWD-010***

Suministro y montaje de fan-coils que se instalarán en los falsos techos y que disponen de conexiones que ofrecen de dos a cuatro vías de difusiones de aire. La instalación dispondrá de cuatro tubos, dos de agua fría y otros dos de agua caliente. Este equipo incluye:

- Ventilador centrífugo que asegura una distribución de aire muy silenciosa.
- Filtros de alto rendimiento para extraer las impurezas del ambiente.
- Baterías de frío y caliente con compuertas de regulación que proporcionan cuatro opciones de control de la temperatura para satisfacer las condiciones de confort exigidas por los usuarios.
- Termostato de ambiente

Nº Total de unidades necesarias: **7**.

Precio unitario: **900 €**.

### *Fan-coil 42 GWD-020*

Suministro y montaje de fan-coils que se instalarán en los falsos techos y que disponen de conexiones que ofrecen de dos a cuatro vías de difusiones de aire. La instalación dispondrá de cuatro tubos, dos de agua fría y otros dos de agua caliente. Este equipo incluye:

- Ventilador centrífugo que asegura una distribución de aire muy silenciosa.
- Filtros de alto rendimiento para extraer las impurezas del ambiente.
- Baterías de frío y caliente con compuertas de regulación que proporcionan cuatro opciones de control de la temperatura para satisfacer las condiciones de confort exigidas por los usuarios.
- Termostato de ambiente

Nº Total de unidades necesarias: **1**.  
Precio unitario: **1040 €**.

## **1.2. Climatizadores TERMOVEN**

### *Climatizador 1: Termoven CLA 2007/2*

Grupo climatizador del fabricante TERMOVEN con baterías, ventiladores y filtros.

Caudal de impulsión: 2100 m<sup>3</sup>/h

Nº de unidades: **1**.  
Precio unitario: **8555,45 €**.

***Climatizador 2: Termoven CLA 2012/1***

Grupo climatizador del fabricante TERMOVEN con baterías, ventiladores y filtros.

Caudal de impulsión: 6000 m<sup>3</sup>/h

Nº de unidades: **1.**

Precio unitario: **12988,95 €.**

***Climatizador 3: Termoven CLA 2015/2***

Grupo climatizador del fabricante TERMOVEN con baterías, ventiladores, filtros y humidificador.

Caudal de impulsión: 8500 m<sup>3</sup>/h

Nº de unidades: **1.**

Precio unitario: **15211,55 €.**

***Climatizador 4: Termoven CLA 2018/2***

Grupo climatizador del fabricante TERMOVEN con baterías, ventiladores, filtros y humidificador.

Caudal de impulsión: 12500 m<sup>3</sup>/h

Nº de unidades: **1.**

Precio unitario: **31650,55 €.**

### ***Climatizador 5: Termoven CLA 2018/1***

Grupo climatizador del fabricante TERMOVEN con baterías, ventiladores, filtros y humectador.

Caudal de impulsión: 10200 m<sup>3</sup>/h

Nº de unidades: **1.**

Precio unitario: **25600,55 €.**

### **1.3. Equipos frigoríficos CARRIER**

Los dos grupos frigoríficos son enfriadoras de agua por condensación cuyo modelo escogido es 30 XA 252 (Unidad con opción 119) del fabricante CARRIER.

La capacidad frigorífica es de 546 kW.

Nº Unidades: **2.**

Precio unitario: **275.200 €.**

### **1.4. Calderas YGNIS**

Las dos calderas son de la marca YGNIS, modelo elegido: Pyronox LRP-NT 3.

La capacidad calorífica es de 240 kW.

Nº Unidades: **2.**

Precio unitario: **43.000 €.**

## **1.5. Bombas EBARA**

Las bombas elegidas para el proyecto son bombas de la marca EBARA. Se trata de bombas horizontales de un escalón y de una entrada. La boca será de aspiración axial e impulsión radial (rodete radial cerrado). Tendrán compensación hidráulica mediante orificios de descarga en el rodete. Éstas difieren entre sí según el caudal con el que trabajen y la altura de columna de agua que sea capaz de elevar. Todas las bombas seleccionadas trabajarán a 1450 rpm.

### ***Bomba Ebara 80-160***

Caudal: 60 m<sup>3</sup>/h

Altura manométrica: 6 mca

Nº Unidades: **2.**

Precio unitario: **4125,95 €**

### ***Bomba Ebara 65-125***

Caudal: 40 m<sup>3</sup>/h

Altura manométrica: 3 mca

Nº Unidades: **2.**

Precio unitario: **3812 €.**

### ***Bomba Ebara 50-160***

Caudal: 25 m<sup>3</sup>/h

Altura manométrica: 7 mca

Nº Unidades: **2.**

Precio unitario: **3800 €.**

***Bomba Ebara 65-125***

Caudal: 50 m<sup>3</sup>/h  
Altura manométrica: 5 mca

Nº de Unidades: **2.**  
Precio unitario: **3812 €.**

***Bomba Ebara 50-125***

Caudal: 15 m<sup>3</sup>/h  
Altura manométrica: 6 mca

Nº de Unidades: **2.**  
Precio unitario: **3000 €.**

***Bomba Ebara 65-125***

Caudal: 35 m<sup>3</sup>/h  
Altura manométrica: 5 mca

Nº de Unidades: **2.**  
Precio unitario: **3812 €.**

**1.6. Tuberías de agua**

Se trata de tuberías de acero negro estirado DIN 2440. A continuación se incluyen todos los precios, los cuales ya incluyen accesorios y soportes, así como el aislamiento.

***Tuberías de ½'' (15 mm)***

Precio por metro de tubería: **172,80 €**

***Tuberías de ¾'' (20 mm)***

Precio por metro de tubería: **180,00 €**

***Tuberías de 1'' (25 mm)***

Precio por metro de tubería: **190,80 €**

***Tuberías de 1 ¼'' (32 mm)***

Precio por metro de tubería: **200,40 €**

***Tuberías de 1 ½'' (40 mm)***

Precio por metro de tubería: **211,80 €**

***Tuberías de 2'' (50 mm)***

Precio por metro de tubería: **217,20 €**

***Tuberías de 2 ½'' (65 mm)***

Precio por metro de tubería: **229,20 €**

***Tuberías de 3'' (80 mm)***

Precio por metro de tubería: **262,80 €**

***Tuberías de 4'' (100 mm)***

Precio por metro de tubería: **268,80 €**

***Tuberías de 5'' (125 mm)***

Precio por metro de tubería: **285,60 €**

***Tuberías de 6'' (150 mm)***

Precio por metro de tubería: **302,00 €**

### **1.7. Difusores TROX**

Utilizamos difusores rotacionales marca TROX VDW.

Difusores de alto índice de inducción que expulsan un caudal de entre 500 a 800 m<sup>3</sup>/h.

Nº de unidades: **50.**

Precio unitario: **47, 30 €.**

### **1.8. Rejillas TROX**

Utilizamos rejillas de extracción de forma rectangular con diferentes áreas según requerimientos. Modelo TROX AH AxB.

***Rejillas 100x200 mm***

Precio unitario: **63, 85 €**

***Rejillas 200x200 mm***

Precio unitario: **67, 85 €**

***Rejillas 200x300 mm***

Precio unitario: **69,95 €**

***Rejillas 300x400 mm***

Precio unitario: 74,55 €

***Rejillas 400x400 mm***

Precio unitario: 78,55 €

***Rejillas 500x500 mm***

Precio unitario: 82,55 €

***Rejillas 700x800 mm***

Precio unitario: 85,30 €

## **1.9. Conductos de aire**

Los conductos de aire tanto de impulsión como de retorno, serán de chapa galvanizada. Serán de sección cuadrada de distintas medidas según el caudal que lleven, la velocidad a la que vaya dicho caudal y la pérdida de carga. El precio medio ponderado por metro es de: **55,50 €/metro.**

## **1.10. Depósito de expansión**

Depósito de expansión cerrado de membrana recambiable de 50 litros de capacidad modelo DP/VAV de la marca MECALIA con temperatura de trabajo de -10°C a +100°C y brida de acero galvanizado con protección interior de propileno en la zona de contacto con el agua.

Nº de unidades: **2.**

Precio unitario: **4.965,00 €.**

## ***1.11. Válvulas***

### ***Válvulas de tipo globo***

Válvula de regulación de tipo globo formada por un cuerpo de hierro fundido, anillo de etilenopropileno, disco de hierro fundido y bridas entre otros componentes. Este tipo de válvulas están situadas en los fan-coils y climatizadores y en el circuito primario y secundario de las tuberías de agua.

Nº de unidades: **270.**

Precio unitario: **340, 80 €.**

### ***Válvulas de corte tipo mariposa***

Válvula de mariposa con bridas. Su cuerpo será en hierro fundido GG25 con epoxy, al igual que el disco. Se dispondrán en los fan-coils, climatizadores y en el circuito primario y secundario de las tuberías de agua.

Nº de unidades: **335.**

Precio unitario: **172, 00 €.**

### ***Válvulas automáticas de 3 vías***

Válvula de desvío de tres vías para conexión de sistemas de expansión y puesta alternativa de la instalación a la atmósfera. Estas válvulas se localizan en la alimentación de agua de los fan-coils y de los climatizadores.

Nº de unidades: **234.**

Precio unitario: **161, 40 €.**

### ***Válvulas de retención***

Se dispondrán de este tipo de válvulas llamadas también anti retorno, fabricadas en latón cuya localización será ambos circuitos, primario y secundario.

Nº de unidades: **16.**

Precio unitario: **94,96 €.**

## **1.12. Elementos de medida y control**

### ***Sondas de presión***

Sonda de presión relativa para líquidos, gases y vapor. Rango 0,25 bar, y salida configurable.

Nº de unidades: **30.**

Precio unitario: **399,20 €.**

### ***Sondas de temperatura***

Sonda de temperatura de caña Pt-100. Rango de temperaturas de -30°C a 300°C.

Nº de unidades: **15.**

Precio unitario: **180,00 €.**

## **1.13. Instalación eléctrica**

Toda la instalación eléctrica asociada al proceso de climatización comprende: cuadros eléctricos, cableados, cajas de registro, empalmes, conexionado y resto de accesorios necesarios. Además se incluyen aquí costes asociados a todos los trabajos, materiales y medios auxiliares necesarios para realizar la instalación en las condiciones de uso determinadas en el presente proyecto, regidas por la normativa vigente.

El precio estimado de la instalación eléctrica es aproximadamente de: **250.000€.**

## Capítulo 2: Sumas parciales

| Elemento           | Modelo                 | Unidades/Longitud | Precio Unitario (euros) | Precio total (euros) |
|--------------------|------------------------|-------------------|-------------------------|----------------------|
| Fan-coils          | CARRIER 42 GWD004      | 24                | 507                     | 12168                |
|                    | CARRIER 42 GWD008      | 26                | 560                     | 14560                |
|                    | CARRIER 42 GWD010      | 7                 | 900                     | 6300                 |
|                    | CARRIER 42 GWD020      | 1                 | 1040                    | 1040                 |
|                    |                        |                   |                         | <b>34068</b>         |
| Climatizadores     | TERMOVEN CLA 2007/2    | 1                 | 8555.45                 | 8555.45              |
|                    | TERMOVEN CLA 2012/1    | 1                 | 12988.95                | 12988.95             |
|                    | TERMOVEN CLA 2015/2    | 1                 | 15211.55                | 15211.55             |
|                    | TERMOVEN CLA 2018/2    | 1                 | 31650.55                | 31650.55             |
|                    | TERMOVEN CLA 2018/1    | 1                 | 25600.55                | 25600.55             |
|                    |                        |                   |                         | <b>94007.05</b>      |
| Equipo frigorífico | CARRIER 30XA 252       | 2                 | 275200                  | <b>550400</b>        |
| Caldera            | YGNIS Pyronox LRP-NT 3 | 2                 | 43000                   | <b>86000</b>         |
| Bombas             | EBARA                  | 2                 | 4125.95                 | 8251.9               |
|                    | EBARA                  | 2                 | 3812                    | 7624                 |
|                    | EBARA                  | 2                 | 3800                    | 7600                 |
|                    | EBARA                  | 2                 | 3812                    | 7624                 |
|                    | EBARA                  | 2                 | 3000                    | 6000                 |
|                    | EBARA                  | 2                 | 3812                    | 7624                 |
|                    |                        |                   |                         | <b>44723.9</b>       |
| Tuberías de agua   | 1/2"                   | 5                 | 172.8                   | 864                  |
|                    | 3/4"                   | 15                | 180                     | 2700                 |
|                    | 1"                     | 25                | 190.8                   | 4770                 |
|                    | 1 1/4"                 | 50                | 200.4                   | 10020                |
|                    | 1 1/2"                 | 120               | 211.8                   | 25416                |

|                               |                   |        |              |                 |
|-------------------------------|-------------------|--------|--------------|-----------------|
|                               | 2"                | 50     | 217.2        | 10860           |
|                               | 2 1/2"            | 25     | 229.2        | 5730            |
|                               | 3"                | 25     | 262.8        | 6570            |
|                               | 4"                | 30     | 268.8        | 8064            |
|                               | 5"                | 20     | 285.6        | 5712            |
|                               | 6"                | 20     | 302          | 6040            |
|                               |                   |        |              | <b>86746</b>    |
| Difusores                     | TROX VDW          | 50     | 47.3         | 2365            |
| Rejillas                      | TROX AH 100x200   | 3      | 63.85        | 191.55          |
|                               | TROX AH 200x200   | 27     | 67.85        | 1831.95         |
|                               | TROX AH 200x300   | 12     | 69.95        | 839.4           |
|                               | TROX AH 300x400   | 16     | 74.55        | 1192.8          |
|                               | TROX AH 400x400   | 2      | 78.55        | 157.1           |
|                               | TROX AH 500x500   | 8      | 82.55        | 660.4           |
|                               | TROX AH 700x800   | 2      | 85.3         | 170.6           |
|                               |                   |        |              | <b>5043.8</b>   |
| Conductos de aire             |                   | 1037.3 | 55.5         | <b>57570.15</b> |
| Depósito de expansión         |                   | 2      | 4965         | <b>9930</b>     |
| Válvulas                      | Globo             | 270    | 340.8        | 92016           |
|                               | Mariposa          | 335    | 172          | 57620           |
|                               | 3 vías            | 234    | 161.4        | 37767.6         |
|                               | Retención         | 16     | 94.96        | 1519.36         |
|                               |                   |        |              | <b>188923</b>   |
| Elementos de medida y control | Sonda presión     | 30     | 399.2        | 11976           |
|                               | Sonda temperatura | 15     | 180          | 2700            |
|                               |                   |        |              | <b>14676</b>    |
| Instalación eléctrica         |                   | 1      | 250000       | <b>250000</b>   |
|                               |                   |        | <b>TOTAL</b> | <b>1424453</b>  |

## Capítulo 3: Presupuesto total

Después de haber hecho el estudio económico, el presupuesto aproximado de la instalación, montaje y puesta en marcha asciende a **1.424.453 €** (un millón cuatrocientos veinticuatro mil cuatrocientos cincuenta y tres euros).

Evaluando el presupuesto final por metro cuadrado, obtenemos un resultado de **131.29 €/m<sup>2</sup>**.

*Parte IV:*  
***PLIEGO DE  
CONDICIONES***

## Capítulo 1: Generalidades

### 1.1 *Objeto y alcance*

El objeto del presente documento es establecer los requisitos técnicos a cumplir por los materiales, los equipos y el montaje de las instalaciones de climatización correspondientes al edificio de oficinas situado en el parque empresarial Cristalia, en la ciudad de Barcelona. En particular, se definen los siguientes conceptos:

- Características y especificaciones de los materiales y equipos, su suministro e instalación.
- Trabajos a 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.

Será cometido del Contratista lo siguiente:

- El suministro de todos los equipos, materiales, servicios y mano de obra necesarios para dotar al Edificio de las instalaciones descritas en la Memoria, representadas en Planos y recogidas en Mediciones u otros documentos de este Proyecto. Todo ello según las normas, reglamentos y prescripciones vigentes que sean de aplicación, así como las de Seguridad e Higiene.
- La conexión de todos los equipos relacionados con las instalaciones, o los que la D.T estime de su competencia, aun no estando incluidas expresamente.
- Las pruebas y puesta en marcha, y cuanto conlleve.
- Planos finales de obra, “así construido”, en papel y en 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 los mismos 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 antivibradores 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.

## **Capítulo 2: 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.

## Capítulo 3: Aislamiento térmico

### 3.1 *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 pasa-muros 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 ó 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 del mismo.

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

### ***3.2 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.

### ***3.3 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.

### ***3.4 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.

### ***3.5 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.

### ***3.6 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 plenas 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.

### ***3.7 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.

### ***3.8 Protección del aislamiento***

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.

## Capítulo 4: Compuertas cortafuegos

### *4.1 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.

### *4.2 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.

## Capítulo 5: Conductos Flexibles

### *5.1 General*

Los conductos flexibles serán de material no inflamable y que no desprenda gases tóxicos, serán resistentes a las acciones agresivas del ambiente, resistirán un 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.

### *5.2 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.

## Capítulo 6: Fan-Coils

### 6.1 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 autolubrificantes 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").

### 6.2 Elementos constitutivos

Los fan-coil estarán contruidos por los siguientes elementos:

- Chasis o estructura en material inoxidable.
- Baterías de intercambio térmico agua-aire (baterías de frío y calor).
- Ventilador.

- Filtro de are.
- Placa de mando del ventilador.
- Conexiones de alimentación de agua,
- Conexiones de alimentación eléctrica.
- Bandeja de recogida de condensados con drenaje.
- Paneles de cerramiento con aislamiento acústico.
- Placa de identificación.
- Rejillas de aspiración y descarga.

### ***6.3 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.

### ***6.4 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.

### ***6.5 Información técnica***

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

- Denominación, tipo y tamaño.
- Caudal de aire en cada velocidad del 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.

## Capítulo 7: Compensadores de dilatación

### 7.1 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..

### 7.2 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 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 situara cerca de un punto fijo.

## Capítulo 8: Rotulación e identificación de equipos y fluidos

### 8.1 General

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.

## Capítulo 9: Unidades de tratamiento de aire

### 9.1 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.

### 9.2 Materiales

Las unidades de tratamiento de aire serán construidas en chapa galvanizada con un espesor no inferior a cero coma ocho milímetros (0,8 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.

### ***9.3 Elementos constitutivos***

Los componentes mínimos de una climatizadora son los siguientes:

- Envoltente con paneles desmontables.
- Aislamientos de la envoltente incorporados en los paneles.
- Ventilador con motor, soportes antivibratorio y acoplamiento.
- Acoplamiento elástico a la salida del 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.

## ***9.4 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.

## ***9.5 Información técnica***

El fabricante deberá suministrar:

- Descripción, componentes y designación.
- Curvas características del ventilador incorporado a la central.
- Pérdidas de presión en el circuito del 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, pesos 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 fluido transportado.
  - Temperatura del fluido transportado.
  - Caudal y presión de aire circulado a través de la batería.
  
- Pérdida de carga producida por la batería en el lado aire, en función del caudal.
- Pérdida de carga producida en el lado del fluido portado, en función de su 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, pesos y cotas de conexiones.
- 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.

## Capítulo 10: Depósitos de expansión

### *10.1 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 pueda alcanzar el agua durante el funcionamiento de la instalación.
- Presiones mínima y máxima 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.

### *10.2 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.

- Membrana 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.

### ***10.3 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.

## Capítulo 11: Difusores y rejillas

### *11.1 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.

### *11.2 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.

### ***11.3 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 aires.
- 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 su constitución.

### ***11.4 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.

## Capítulo 12: Elementos de regulación y control

### *12.1 General*

Se incluyen en este pliego, los elementos siguientes:

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

### *12.2 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.

## Capítulo 13: Valvulería

### *13.1 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.

### *13.2 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.

## Capítulo 14: Bombas

### *14.1 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.

## ***14.2 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.

## Capítulo 15: Elementos anti-vibratorios

### *15.1 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.

### *15.2 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.

## Capítulo 16: Drenajes y vaciados

### *16.1 Drenajes*

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 elimine 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.

### *16.2 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.

## Capítulo 17: 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.

## Capítulo 18: Pruebas y ensayos

### *18.1 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.

## ***18.2 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 los mismos.

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

### *18.3 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.

## Capítulo 19: 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.

### *19.1 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, entendiendo 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.

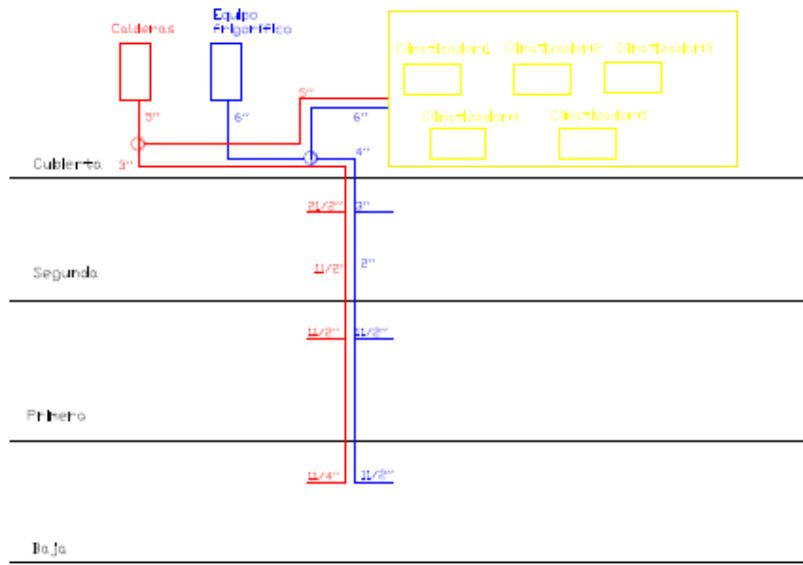
Se comprobarán las condiciones de funcionamiento dadas por el fabricante y si los resultados varían en más de diez por ciento (10%) se rechazará el equipo.

**Leyenda**

Tubo Agua Frío, He y retorno

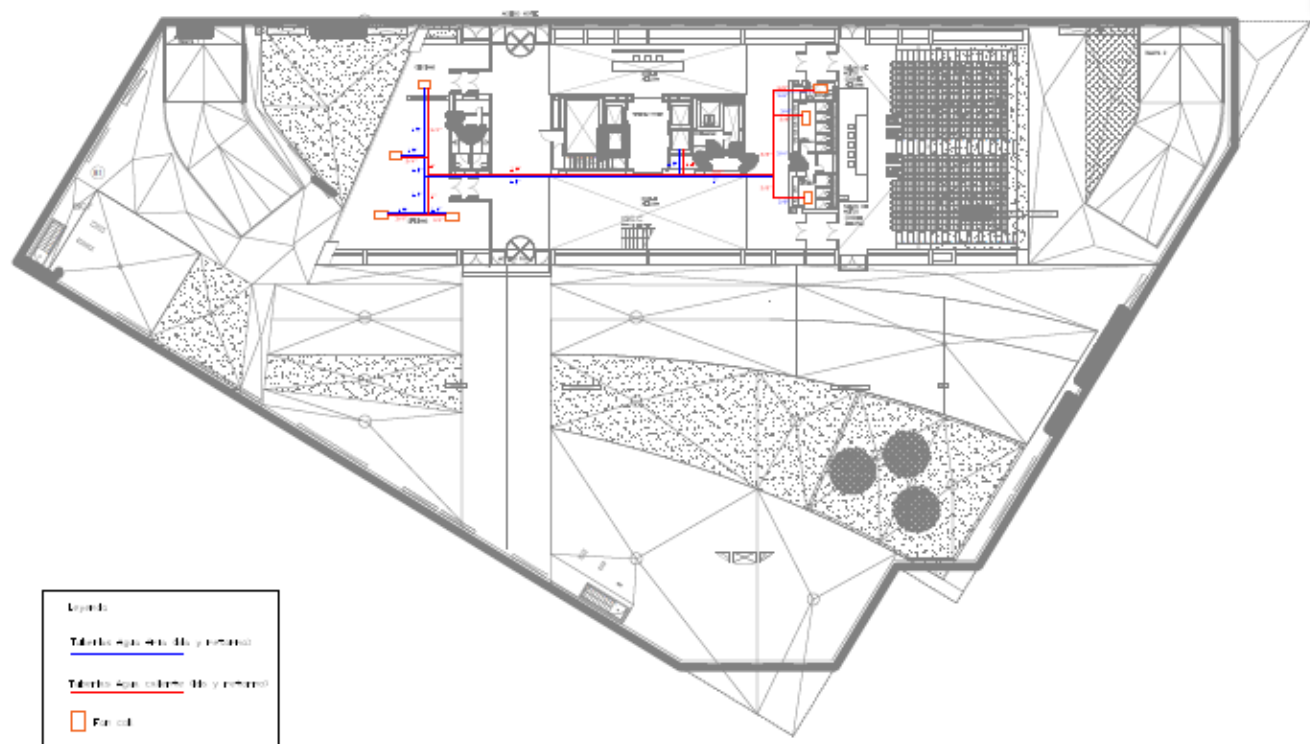
Tubo Agua caliente He y retorno

Fan coil



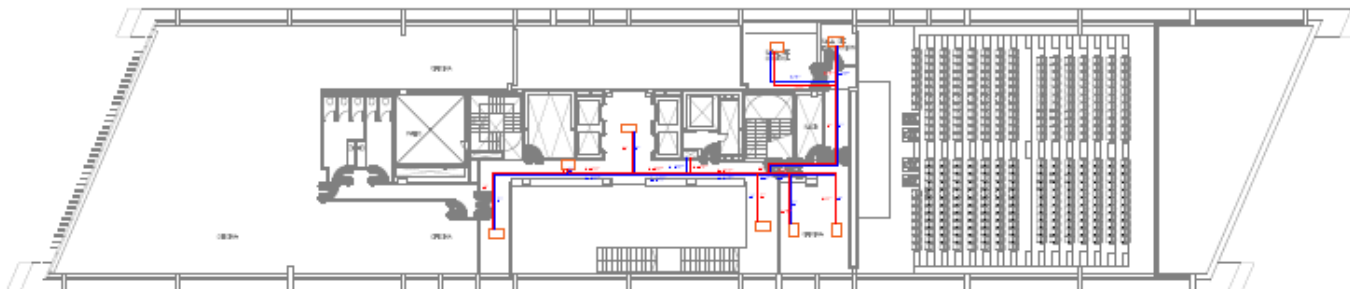
|  |         |               |
|--|---------|---------------|
| CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN BARCELONA  |         |               |
| Nombre: Antonio Parody Guzmán                          | Firma   |               |
| <b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería I.C.A.I.</b> |         |               |
| Título: <b>TA. Esquema de principio</b>                | Escala: | Plano Nº: 1,1 |




Click on Sig and place si PDF file.



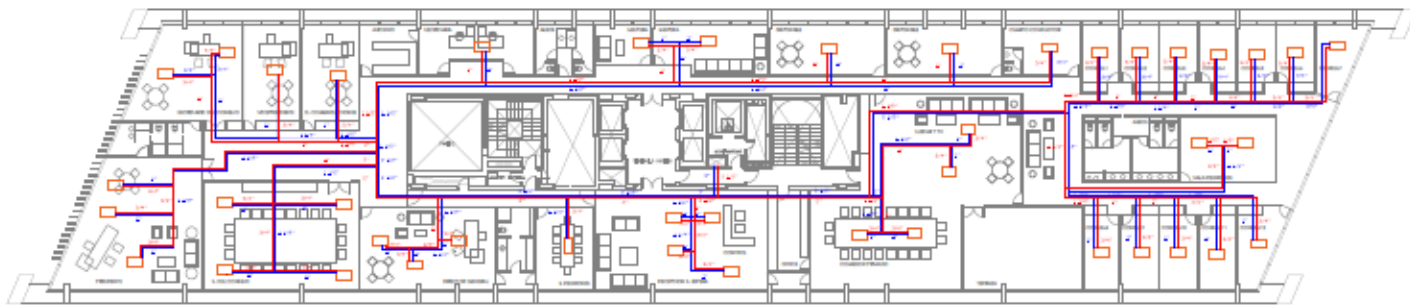
- Legenda:
- Tubo agua fría (H y retorno)
  - Tubo agua caliente (H y retorno)
  - Fan coil

|  |               |               |
|--|---------------|---------------|
| CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN BARCELONA  |               |               |
| Nombre: Antonio Parody Guzmán                          | Firma         |               |
| <b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería I.C.A.I.</b> |               |               |
| Título: <b>TA. Planta baja</b>                         | Escala: 1:150 | Plano Nº: 1.2 |



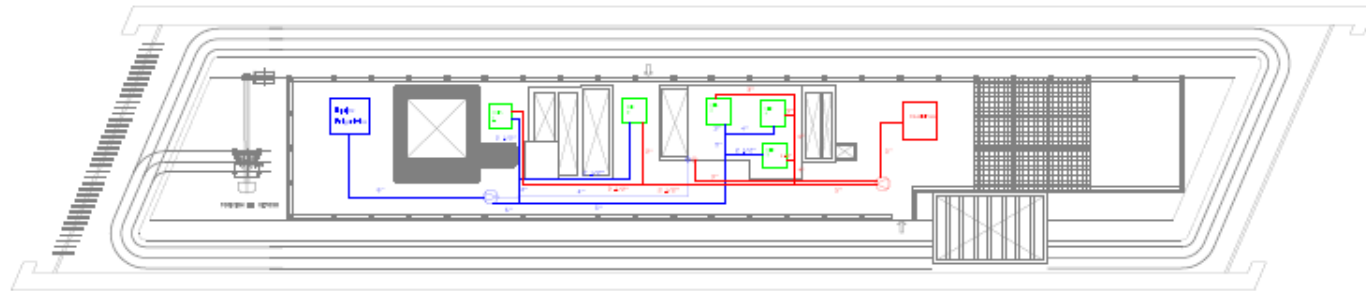
|   |  |
|---|--|
| Leyenda:  |  |
|    | Tubería Agua fría (0/10 y retorno)     |
|    | Tubería Agua caliente (0/10 y retorno) |
|  | Radiador                               |

|  |               |               |
|--|---------------|---------------|
| CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN BARCELONA  |               |               |
| Nombre: Antonio Parody Guzmán                          |               | Firma         |
| <b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería I.C.A.I.</b> |               |               |
| Título: <b>TA. Planta primera</b>                      | Escala: 1:150 | Plano Nº: 1.3 |

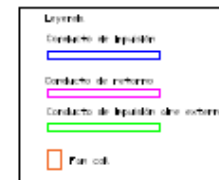
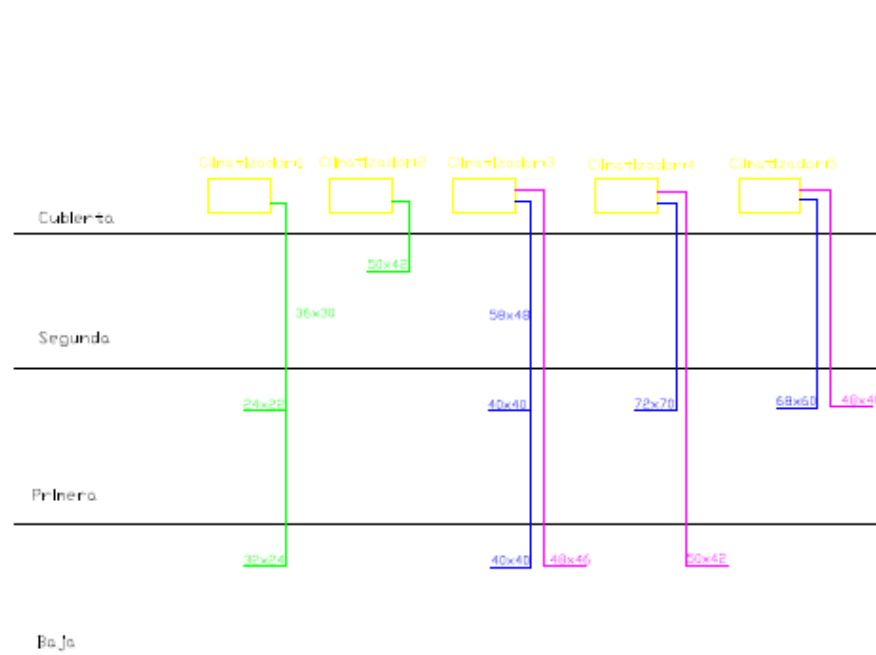


|                                      |
|--------------------------------------|
| Legenda                              |
| Tuberías Agua frío ida y retorno     |
| Tuberías Agua caliente ida y retorno |
| Fin col.                             |

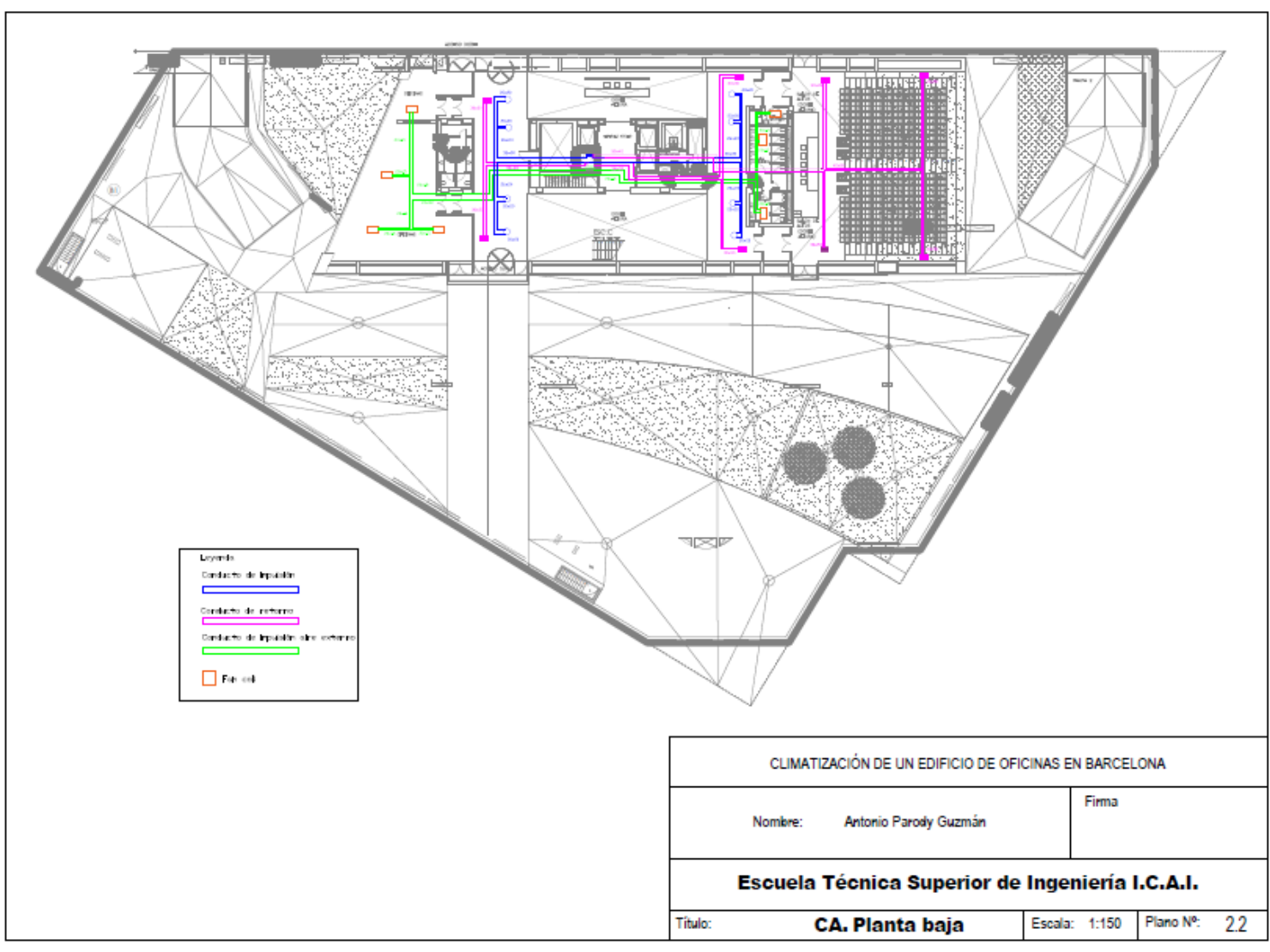
|  |               |               |
|--|---------------|---------------|
| CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN BARCELONA  |               |               |
| Nombre: Antonio Parody Guzmán                          | Firma         |               |
| <b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería I.C.A.I.</b> |               |               |
| Título: <b>TA. Planta segunda</b>                      | Escala: 1:150 | Plano Nº: 1.4 |



|  |               |               |
|--|---------------|---------------|
| CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN BARCELONA  |               |               |
| Nombre: Antonio Parody Guzmán                          | Firma         |               |
| <b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería I.C.A.I.</b> |               |               |
| Título: <b>TA. Cubierta</b>                            | Escala: 1:150 | Plano Nº: 1,5 |

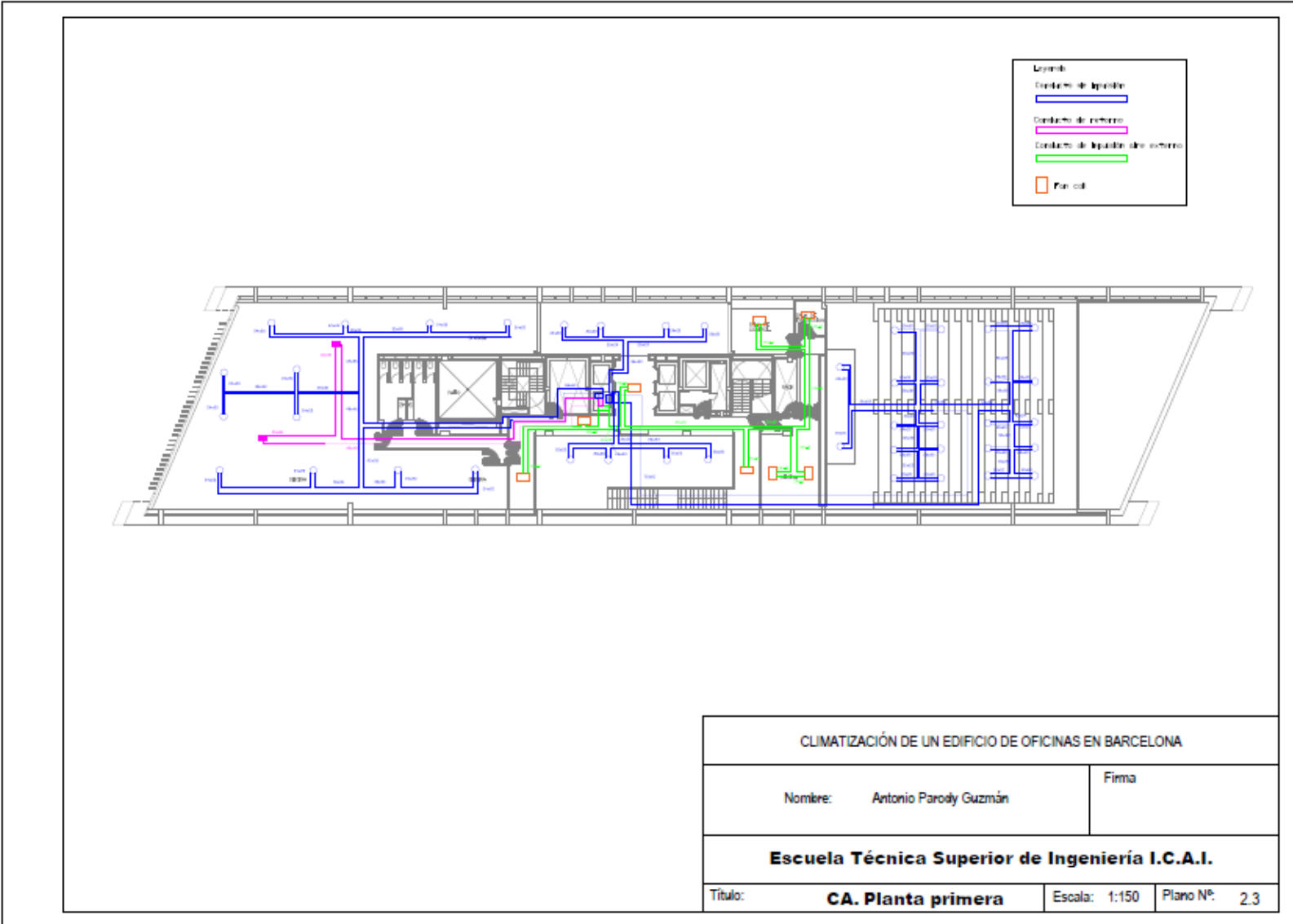


|  |         |               |
|--|---------|---------------|
| CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN BARCELONA  |         |               |
| Nombre: Antonio Parody Guzmán                          | Firma   |               |
| <b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería I.C.A.I.</b> |         |               |
| Título: <b>CA. Esquema de principio</b>                | Escala: | Plano N°: 2.1 |

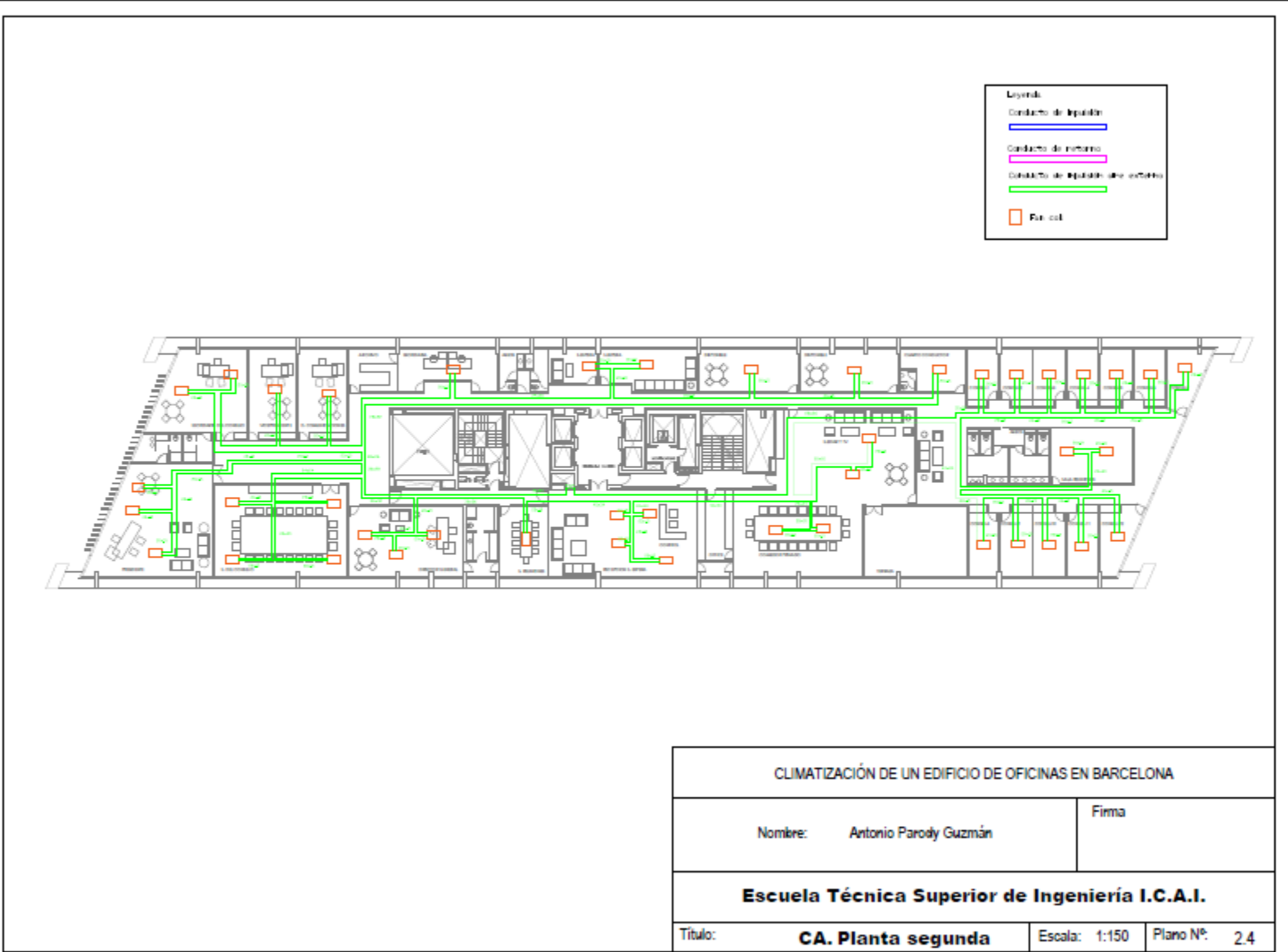


- Leyenda:  
 Conducto de interior  
 Conducto de exterior  
 Conducto de aspiración exterior  
 Filtro

|  |               |               |
|--|---------------|---------------|
| CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN BARCELONA  |               |               |
| Nombre: Antonio Parody Guzmán                          | Firma         |               |
| <b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería I.C.A.I.</b> |               |               |
| Título: <b>CA. Planta baja</b>                         | Escala: 1:150 | Plano Nº: 2.2 |



|  |               |               |
|--|---------------|---------------|
| CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN BARCELONA  |               |               |
| Nombre: Antonio Parody Guzmán                          | Firma         |               |
| <b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería I.C.A.I.</b> |               |               |
| Título: <b>CA. Planta primera</b>                      | Escala: 1:150 | Plano Nº: 2.3 |



|  |               |               |
|--|---------------|---------------|
| CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN BARCELONA  |               |               |
| Nombre: Antonio Parody Guzmán                          | Firma         |               |
| <b>Escuela Técnica Superior de Ingeniería I.C.A.I.</b> |               |               |
| Título: <b>CA. Planta segunda</b>                      | Escala: 1:150 | Plano Nº: 2.4 |

