



# MÁSTER EN INGENERÍA INDUSTRIAL

## TRABAJO FIN DE MÁSTER CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN MADRID

Autor: Javier Piedrafita Ayerra  
Director: Fernando Cepeda Fernández

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título

Climatización de un edificio de oficinas en Madrid

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el

curso académico 2023/24 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido

tomada de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Javier Piedrafita Ayerra

Fecha: 11/07/2024

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Fernando Cepeda Fernández

Fecha: 11/ 07/ 2024





# MÁSTER EN INGENERÍA INDUSTRIAL

## TRABAJO FIN DE MÁSTER CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN MADRID

Autor: Javier Piedrafita Ayerra

Director: Fernando Cepeda Fernández

Madrid



# CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN MADRID

**Autor: Piedrafita Ayerra, Javier.**

Director: Cepeda Fernández, Fernando.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

## RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto aborda el diseño del sistema de climatización para un edificio de oficinas en Madrid con el objetivo de mantener las condiciones de temperatura, humedad y la calidad del aire deseadas. El alcance del proyecto abarca la refrigeración, la calefacción y la renovación del aire de las diversas estancias del edificio, atendiendo a las condiciones climáticas de la ubicación, las características constructivas del edificio y la normativa de aplicación. Los trabajos realizados se estructuran en torno a cuatro documentos:

- Documento 1. Memoria de Climatización
- Documento 2. Planos de la Instalación
- Documento 3. Presupuesto del Proyecto
- Documento 4. Pliego de condiciones

El edificio de oficinas, objeto del proyecto de climatización, acogerá a los empleados durante sus jornadas laborales con un nivel de ocupación de 8 m<sup>2</sup> por persona. El edificio dispone de ocho plantas sobre rasante con distribución rectangular, fachada parcialmente acristalada y superficies en torno a los 1.000 m<sup>2</sup>. La edificación dispone de otros dos sótanos bajo rasante destinados al estacionamiento de vehículos, quedando excluidos del alcance del proyecto.

La lotificación prevista suma un total de 173 estancias entre despachos y zonas de oficina, con una superficie climatizada de 7.209,96 m<sup>2</sup>. Los aseos, las instalaciones y los ascensores de las plantas 1 a 6 son considerados locales LNC. La planta de cubierta albergará salas de máquinas, equipos de bombeo e instalaciones del sistema climatización.

Se parte del cálculo de las cargas de invierno y de verano usando hojas de cálculo de Excel. Para ello, se analiza tanto la configuración del edificio como las condiciones exteriores e interiores. Considerando la orientación, la superficie y los materiales de las fachadas se definen los factores y coeficientes para el cálculo. Con las condiciones interiores de temperatura, humedad relativa y renovación del aire, se determinan las propiedades de los caudales de impulsión, ventilación y recirculación para hacer frente a los escenarios más desfavorables, garantizando las condiciones interiores impuestas. Se consideran nulas las

infiltraciones suponiendo el edificio en sobrepresión. Los resultados arrojan una potencia total de refrigeración de 878,39 kW y de 665,93 kW para calefacción.

Considerando las características del edificio y las demandas térmicas, se opta por un sistema de climatización aire-agua con producción centralizada de frío y de calor. Para la producción de frío, se emplean enfriadoras condensadas por aire y se recurre a calderas de condensación para la producción de calor, ambos situados en la cubierta del edificio. Este sistema aprovecha las buenas propiedades del agua para portar calor y permite vencer las cargas sensibles y latentes de los locales de forma independiente.

Se emplean 401 unidades interiores de tipo fan-coil en configuración de cuatro tubos. Estos se dimensionan para vencer las cargas térmicas locales a velocidad media. El tratamiento del aire primario se delga a cuatro climatizadores tipo todo aire exterior situados en la cubierta del edificio. Para un mejor aprovechamiento energético del caudal de extracción, las UTAs disponen de un recuperador de calor rotativo.

La red de conductos suministra el caudal de ventilación (fijado en 12,5 l/s por persona), distribuye los caudales de impulsión y recircula el aire de extracción nuevamente hacia los climatizadores. Para su dimensionamiento se considera rozamiento constante, la velocidad del aire y la pérdida de carga debido a los difusores, los reguladores de caudal, las rejillas y las compuertas cortafuego.

Los caudales de agua de la red hidráulica se determinan considerando la potencia de refrigeración y calefacción. Los diámetros de las tuberías se seleccionan considerando los límites de velocidad y pérdida de carga del agua. El dimensionamiento de las bombas que impulsan el agua por los circuitos primarios y secundarios considera la longitud de los tramos, los codos o reducciones y los accesorios de la red.

En los anexos de la memoria se podrá consultar el desglose de los resultados obtenidos, los gráficos y las tablas empleadas para el cálculo, además de las especificaciones técnicas de los equipos seleccionados. Los planos incluyen 13 láminas con los esquemas de conexión, la distribución de los equipos y la representación de la red de conductos y tuberías. Finalmente, el documento *Pliego de Condiciones* define de los requerimientos relativos a los equipos de la instalación, los materiales complementarios y los trabajos a realizar; listados en el *Presupuesto del Proyecto* con un importe total de 2.038.410,05 €.

# **AIR-CONDITIONING OF AN OFFICE BUILDING IN MADRID**

**Author: Piedrafita Ayerra, Javier.**

Supervisor: Cepeda Fernández, Fernando.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

## **ABSTRACT**

This project addresses the design of the air conditioning system for an office building in Madrid to maintain the desired temperature, humidity and air quality conditions. The scope of the project covers cooling, heating and air renewal of the various areas of the building, considering the climatic conditions of the location, the constructive features of the building and the applicable regulations. The work carried out is structured around four documents:

- Document 1. Air Conditioning Report
- Document 2. Installation Drawings
- Document 3. Project Budget
- Document 4. Specifications

The office building, object of project, will provide accommodation for employees during their working days with an occupancy level of 8 m<sup>2</sup> per person. The building has eight floors above ground with a rectangular layout, a partially glazed facade and a floor area of approximately 1,000 m<sup>2</sup>. The building has two additional basements below ground level for vehicle parking, which are excluded from the scope of the project.

The planned layout includes a total of 173 rooms, including offices and office areas, with an acclimatized surface area of 7,209.96 m<sup>2</sup>. The toilets, installations and elevators on floors 1 to 6 are considered LNC premises. The roof floor will house machine rooms, pumping equipment and air-conditioning system installations.

Winter and summer loads are calculated using Excel spreadsheets. For this purpose, both the building configuration and the exterior and interior conditions are analysed. Considering the orientation, surface and materials of the facades, the factors and coefficients for the calculation are defined. With the indoor conditions of temperature, relative humidity and air renewal, the properties of the supply, ventilation and recirculation flows are determined to face the most unfavourable scenarios, guaranteeing the imposed indoor conditions. Infiltrations are considered null, assuming the building in overpressure. The results show a total cooling capacity of 878.39 kW and 665.93 kW for heating.

Considering the characteristics of the building and the thermal demands, an air-water air conditioning system with centralized production of cooling and heating is chosen. Air-cooled chillers are used for cooling and condensing boilers are used for heating, both located on the roof of the building. This system takes advantage of the good heat transfer properties of water and allows the sensible and latent loads of the rooms to be overcome independently.

401 fan-coil type indoor units are used in four-pipe configuration. These are sized to overcome the local thermal loads at medium speed. Primary air treatment is provided by four all outdoor air handling units located on the roof of the building. For better energy efficiency of the exhaust air flow, the AHUs are equipped with a rotary heat recovery unit.

The duct network supplies the ventilation flow (set at 12.5 l/s per person), distributes the supply air flow and recirculates the extraction air back to the air handling units. For sizing, constant friction, air velocity and pressure drop due to diffusers, flow controllers, grilles and fire dampers are considered.

The water flow rates of the hydraulic network are determined considering the cooling and heating capacity. Pipe diameters are selected considering the water velocity and pressure drop limits. The sizing of the pumps that drive the water through the primary and secondary circuits considers the length of the sections, the elbows or reductions and the network accessories.

A breakdown of the results obtained, the graphs and tables used for the calculation, as well as the technical data of the selected equipment, can be found in the annexes to the report. The drawings include 13 drawings with the connection diagrams, the distribution of the equipment and the representation of the network of ducts and pipes. Finally, the document Specifications defines the requirements related to the installation equipment, the complementary materials and the works to be carried out; listed in the Project Budget with a total amount of 2.038.410,05 €.

# ***ÍNDICE DE DOCUMENTOS***

**DOCUMENTO 1: MEMORIA DE CLIMATIZACIÓN**

**DOCUMENTO 2: PLANOS DE LA INSTALACIÓN**

**DOCUMENTO 3: PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

**DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES**



MÁSTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN  
MADRID

**DOCUMENTO 1:**  
**MEMORIA DE CLIMATIZACIÓN**

# ***Índice de la Memoria***

|                                                             |           |
|-------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Capítulo 1. Introducción .....</b>                       | <b>7</b>  |
| 1.1 Objeto del proyecto .....                               | 7         |
| 1.2 Metodología de trabajo.....                             | 8         |
| 1.3 Normativa de aplicación.....                            | 9         |
| <b>Capítulo 2. Descripción del edificio.....</b>            | <b>11</b> |
| <b>Capítulo 3. Condiciones climáticas.....</b>              | <b>14</b> |
| 3.1 Condiciones climáticas exteriores .....                 | 14        |
| 3.2 Condiciones climáticas interiores.....                  | 15        |
| <b>Capítulo 4. Cálculo de cargas térmicas .....</b>         | <b>17</b> |
| 4.1 Coeficientes de transmisión.....                        | 17        |
| 4.2 Coeficientes de alumbrado y aplicaciones .....          | 18        |
| 4.3 Ocupación estimada .....                                | 18        |
| 4.4 Factor de ganancia solar .....                          | 18        |
| 4.5 Factor de orientación .....                             | 19        |
| 4.6 Factor de puesta a régimen.....                         | 19        |
| 4.7 Factor de by-pass.....                                  | 19        |
| 4.8 Factor de seguridad .....                               | 20        |
| 4.9 Cálculo de las cargas térmicas de verano .....          | 20        |
| 4.9.1 Cargas externas.....                                  | 21        |
| 4.9.2 Cargas internas .....                                 | 23        |
| 4.9.3 Cargas totales.....                                   | 24        |
| 4.10 Cálculo de las cargas térmicas de invierno.....        | 27        |
| <b>Capítulo 5. Sistema de climatización .....</b>           | <b>30</b> |
| <b>Capítulo 6. Dimensionamiento de la instalación .....</b> | <b>32</b> |
| 6.1 Unidades interiores.....                                | 32        |
| 6.2 Unidades de tratamiento de aire .....                   | 34        |
| 6.3 Circuito de aire .....                                  | 35        |
| 6.3.1 Caudal de ventilación.....                            | 36        |
| 6.3.2 Caudal de impulsión.....                              | 38        |

---

|                                                                              |           |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.3.3 Caudal de recirculación .....                                          | 39        |
| 6.3.4 Caudal de extracción.....                                              | 40        |
| 6.3.5 Dimensionamiento de los conductos .....                                | 41        |
| 6.3.6 Ventiladores.....                                                      | 42        |
| 6.3.7 Difusores .....                                                        | 43        |
| 6.3.8 Rejillas.....                                                          | 44        |
| 6.3.9 Compuertas cortafuego .....                                            | 45        |
| 6.3.10 Reguladores de caudal .....                                           | 45        |
| 6.4 Circuito de agua.....                                                    | 46        |
| 6.4.1 Producción de frío y calor.....                                        | 46        |
| 6.4.2 Caudal de agua.....                                                    | 47        |
| 6.4.3 Dimensionamiento de las tuberías .....                                 | 48        |
| 6.4.4 Bombas .....                                                           | 49        |
| 6.4.5 Vasos de expansión.....                                                | 52        |
| <b>Capítulo 7. Justificación cumplimiento del Rite .....</b>                 | <b>54</b> |
| 7.1 IT 1.2 Exigencia de eficiencia energética.....                           | 54        |
| 7.1.1 Generación de calor y frío (IT 1.2.4.1) .....                          | 54        |
| 7.1.2 Redes de tuberías y conductos (IT 1.2.4.2).....                        | 55        |
| 7.1.3 Control (IT 1.2.4.3) .....                                             | 55        |
| 7.1.4 Contabilización de consumos (IT 1.2.4.4).....                          | 55        |
| 7.1.5 Recuperación de energía (IT 1.2.4.5).....                              | 56        |
| 7.1.6 Aprovechamiento de energías renovables (IT 1.2.4.6).....               | 56        |
| 7.1.7 Limitación de la utilización de energía convencional (IT 1.2.4.7)..... | 56        |
| 7.2 Exigencia de seguridad.....                                              | 56        |
| 7.2.1 Generación de frío y calor (IT 1.3.4.1) .....                          | 56        |
| 7.2.2 Redes de tuberías y conductos (IT 1.3.4.2).....                        | 57        |
| 7.2.3 Protección contra incendios (IT 1.3.4.3).....                          | 58        |
| 7.2.4 Seguridad de utilización (IT 1.3.4.4).....                             | 58        |
| 7.3 Manual de uso y mantenimiento (IT 3.3) .....                             | 59        |
| <b>Capítulo 8. Bibliografía.....</b>                                         | <b>60</b> |
| <b>ANEXO I: Alineación con los ods .....</b>                                 | <b>61</b> |
| <b>ANEXO II: Cálculo de cargas térmicas .....</b>                            | <b>62</b> |

---

|                                                           |           |
|-----------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ANEXO III: Caudales de aire.....</b>                   | <b>66</b> |
| <b>ANEXO IV: Cálculo de pérdidas de carga .....</b>       | <b>70</b> |
| <b>ANEXO V: Caudales de agua .....</b>                    | <b>71</b> |
| <b>ANEXO VI: Cálculo de alturas efectivas .....</b>       | <b>73</b> |
| <b>ANEXO VII: Gráficos y tablas para el cálculo .....</b> | <b>76</b> |
| <b>ANEXO VIII: Equipos de la instalación .....</b>        | <b>82</b> |
| <b>ANEXO IX: Catálogo de los equipos.....</b>             | <b>88</b> |

## *Índice de figuras*

|                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Ilustración 1. Ejemplo del cálculo de exigencias frigoríficas.....                                     | 26 |
| Ilustración 2. Ejemplo del cálculo de pérdidas.....                                                    | 29 |
| Ilustración 3. Sistema de climatización mixto con fan-coils y recuperador de calor .....               | 31 |
| Ilustración 4. Esquema simplificado del circuito de aire.....                                          | 36 |
| Ilustración 5. Altura efectiva para el recorrido más desfavorable del Circuito Secundario 1 (CS1)..... | 73 |
| Ilustración 6. Altura efectiva para el recorrido más desfavorable del Circuito Secundario 3 (CS3)..... | 74 |
| Ilustración 7. Altura efectiva para el recorrido más desfavorable del Circuito Secundario 4 (CS4)..... | 74 |
| Ilustración 8. Altura efectiva para el recorrido más desfavorable del Circuito Primario 1 (CP1).....   | 74 |
| Ilustración 9. Altura efectiva para el recorrido más desfavorable del Circuito Primario 2 (CP2).....   | 74 |

## Índice de tablas

|                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Estancias y superficies de las plantas sobre rasante .....                       | 12 |
| Tabla 2. Estancias y superficies de la planta bajo rasante .....                          | 13 |
| Tabla 3. Condiciones climáticas exteriores de proyecto para la ciudad de Madrid (IDAE)14  |    |
| Tabla 4. Condiciones climáticas exteriores para los meses de invierno.....                | 15 |
| Tabla 5. Condiciones climáticas exteriores para los meses de verano .....                 | 15 |
| Tabla 6. Condiciones interiores de diseño (RITE) .....                                    | 16 |
| Tabla 7. Caudal de aire exterior por persona (RITE) .....                                 | 16 |
| Tabla 8. Coeficientes de transmisión térmica (K) .....                                    | 17 |
| Tabla 9. Calor sensible y latente por ocupante .....                                      | 18 |
| Tabla 10. Factor de viento (fv) .....                                                     | 19 |
| Tabla 11. Factor de puesta a régimen .....                                                | 19 |
| Tabla 12. Exigencias frigoríficas en verano por planta .....                              | 27 |
| Tabla 13 Pérdidas térmicas en invierno por planta.....                                    | 29 |
| Tabla 14. Prestaciones fan-coils Carrier IdroFan 42EP certificadas por Eurovent .....     | 33 |
| Tabla 15. Fan-coils Carrier IdroFan 42EP instalados por planta .....                      | 34 |
| Tabla 16. Demanda térmica de los climatizadores de aire primario .....                    | 34 |
| Tabla 17. Categorías de calidad del aire exterior (RITE).....                             | 37 |
| Tabla 18. Caudal de ventilación por planta .....                                          | 38 |
| Tabla 19. Caudal de impulsión por planta .....                                            | 39 |
| Tabla 20. Caudal de recirculación por planta .....                                        | 40 |
| Tabla 21. Caudal de extracción por planta .....                                           | 40 |
| Tabla 22. Caudales de ventilación, impulsión, recirculación y extracción por planta ..... | 41 |
| Tabla 23. Pérdida de carga de los circuitos de ventilación y extracción .....             | 42 |
| Tabla 24. Modelo y número de difusores por planta .....                                   | 43 |
| Tabla 25. Caudal de retorno y número de rejillas por planta .....                         | 44 |
| Tabla 26. Modelo y número de difusores por planta .....                                   | 45 |
| Tabla 27. Demanda térmica total del edificio.....                                         | 46 |
| Tabla 28. Caudales de agua de los fan-coils por planta.....                               | 48 |
| Tabla 29. Caudal de agua de los climatizadores.....                                       | 48 |

---

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 30. Caudal de agua total del edificio .....                                                     | 48 |
| Tabla 31. Pérdida de carga en las baterías de los fan-coils .....                                     | 50 |
| Tabla 32. Altura y caudales de los circuitos. Bombas seleccionadas.....                               | 51 |
| Tabla 33. Dimensionamiento de los vasos de expansión .....                                            | 53 |
| Tabla 34. Manual de uso y mantenimiento.....                                                          | 59 |
| Tabla 35. Exigencias frigoríficas en verano por local .....                                           | 63 |
| Tabla 36. Pérdidas térmicas en invierno por local.....                                                | 65 |
| Tabla 37. Superficie, nivel de ocupación y caudal de ventilación por local .....                      | 67 |
| Tabla 38. Caudales de impulsión, recirculación y extracción por local .....                           | 69 |
| Tabla 39. Pérdida de carga para el recorrido más desfavorable del circuito de ventilación             | 70 |
| Tabla 40. Pérdida de carga para el recorrido más desfavorable del circuito de extracción.             | 70 |
| Tabla 41. Caudales de agua de los fan-coils por local.....                                            | 72 |
| Tabla 42. Altura efectiva para el recorrido más desfavorable del Circuito Secundario 2 (CS2)<br>..... | 73 |
| Tabla 43. Altura efectiva para el recorrido más desfavorable del Circuito Primario 3 (CP3)<br>.....   | 75 |

## Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

Una óptima instalación de climatización, además de favorecer el confort, contribuye a la sostenibilidad ambiental, la eficiencia energética, la salud y la productividad de los ocupantes. Estos factores resultan de especialmente interesantes en la climatización de edificios donde se desarrollan actividades empresariales desde los puntos de vista de la imagen corporativa, compromiso social, ahorro de costes y desempeño de los empleados.

El presente documento aúna los procedimientos llevados a cabo para diseñar el sistema de climatización de un edificio de oficinas sito en Madrid. Para abordar el dimensionamiento de la instalación se atenderá a las condiciones de la ubicación, las características constructivas del edificio y la normativa aplicable.

El diseño del sistema de climatización abarcará la refrigeración, la calefacción y la renovación del aire de las diversas estancias del edificio. Estos subsistemas permitirán mantener las condiciones de temperatura, humedad y la calidad del aire. De este modo, se garantizará el confort de las personas y las condiciones adecuadas para los equipos del edificio. Para ello, el diseño contemplará las condiciones climáticas de la capital durante los meses de verano e invierno, garantizado la óptima operación del sistema durante todo el año.

### **1.1 OBJETO DEL PROYECTO**

El proyecto tiene por objeto el diseño de un sistema de climatización capaz de satisfacer las necesidades de confort de los trabajadores para el óptimo desarrollo de sus actividades y mantener la calidad del aire interior. Para ello se tendrán en cuenta las características, la ocupación y las cargas debidas a los equipos o aparatos instalados en los locales. Además, la instalación se diseñará conforme a la normativa aplicable en cada caso.

Por otro lado, con la selección de los equipos de climatización y los elementos accesorios se pretende reducir el consumo eléctrico y maximizar la eficiencia energética de la instalación. Con esto se busca disminuir los costes de la propia instalación y los asociados a su operación.

Nuevamente, todos los dimensionamientos del sistema se realizarán conforme a lo establecido en la normativa aplicable.

La eficiencia energética se postula como una de las principales cuestiones a considerar en toda instalación de climatización. La normativa española sigue evolucionando para promover prácticas sostenibles. Por esta razón, se buscará implementar un criterio de selección de los equipos que contemple la eficiencia energética más allá del ahorro económico.

## **1.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO**

El proyecto se divide en cuatro partes. El primer documento es la Memoria del proyecto. Esta detalla los procedimientos empleados para la selección y el dimensionamiento de los distintos elementos que conforman la instalación.

Se parte del cálculo de las cargas térmicas haciendo uso hojas de cálculo de Excel. Para ello, se analizará tanto la configuración del edificio, como las condiciones exteriores e interiores. Se estudiará la orientación, la superficie y los materiales de las fachadas de las diversas plantas. Se contemplarán los diversos factores y coeficientes que aplican a la edificación: radiación solar, transmisión, ocupación, ventilación, orientación, etc. Con las condiciones interiores de temperatura, humedad relativa y renovación del aire se determinarán las propiedades de los caudales de impulsión, ventilación y recirculación para hacer frente a las cargas tanto de invierno como de verano, garantizando las condiciones interiores impuestas.

Una vez determinadas las cargas y los caudales, se seleccionará el sistema de climatización y se procederá al dimensionamiento de los distintos elementos de la instalación. Se seleccionarán las Unidades de Tratamiento de Aire (climatizadores) y las unidades interiores (de tipo fan-coil). Por otro lado, se dimensionarán los conductos del circuito de aire considerando rozamiento constante y la velocidad de los caudales de aire. Asimismo, se seleccionarán los difusores, los reguladores de caudal, las rejillas y las compuertas cortafuego.

Atendiendo a las exigencias térmicas de los locales, se seleccionarán los equipos de producción de frío (enfriadoras) y producción de calor (calderas). A continuación, se determinarán los caudales de agua fría y agua caliente y se seleccionarán los diámetros de las tuberías considerando los límites de velocidad y pérdida de carga. Una vez definida la red de tuberías se procede al dimensionamiento de las bombas que impulsarán el agua por los circuitos primarios y secundarios. Para ello, se calculará la altura efectiva considerando la longitud de los tramos, los codos o reducciones y los accesorios de la red.

En los anexos de este documento se podrá consultar el desglose de los resultados obtenidos, los gráficos y las tablas empleadas para el cálculo y las especificaciones técnicas de los equipos seleccionados. Finalmente, se adjuntarán los documentos de Planos de la instalación, Presupuesto del proyecto y Pliego de condiciones.

### **1.3    *NORMATIVA DE APLICACIÓN***

El proyecto está sujeto a normativa de carácter nacional y autonómica. A continuación, se enumeran la normativa de aplicación para la climatización de un edificio de oficinas en Madrid:

#### ***Normativa Nacional (España):***

- *Código Técnico de la Edificación (CTE)*. Documento Básico HE: Ahorro de Energía. Incluye requisitos para la eficiencia energética de las instalaciones de calefacción, refrigeración y ventilación. Documento Básico HS: Salubridad. Incluye directrices de calidad del aire interior y ventilación.
- *Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)*. Real Decreto 1027/2007 y sus modificaciones. Establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones térmicas para garantizar la eficiencia energética.
- *Guías técnicas del Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético*. Condiciones climáticas exteriores de proyecto, Instalaciones de climatización por agua., Ahorro y recuperación de energía en instalaciones de climatización, Diseño y cálculo del aislamiento térmico de conducciones, aparatos y equipos.

- *Normas UNE y reglamentos técnicos:* regulan la instalación y mantenimiento de equipos de climatización.

***Normativa Autonómica (Comunidad de Madrid):***

- *Plan de mejora de la calidad del aire de la Comunidad de Madrid.* Incluye directrices sobre la eficiencia energética en edificaciones.
- *Decreto 79/2014.* Regula aspectos relacionados con la calidad del aire interior en lugares de trabajo, incluidos los sistemas de climatización.
- *Ordenanza de la Calidad del Aire y Sostenibilidad de Madrid:* Aplicable a la ciudad de Madrid, establece requisitos adicionales para las instalaciones de climatización en relación con la calidad del aire y la sostenibilidad.

## Capítulo 2. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El edificio, objeto del presente proyecto de climatización, se encuentra ubicado en la ciudad de Madrid. La construcción albergará las oficinas que acogerán a los empleados durante sus jornadas laborales. El edificio dispone de ocho plantas sobre rasante; planta baja, 1 a 6 y cubierta. Otras dos plantas se encuentran bajo rasante; sótanos 1 y 2. Las diez plantas cuentan con una distribución rectangular.

La edificación, de planta rectangular, cuenta con una fachada parcialmente acristalada que permite el aprovechamiento de la luz exterior a través sus cuatro fachadas. La entrada principal, situada en la cara este del edificio, da acceso al vestíbulo de la planta baja y a un amplio espacio destinado a oficinas. La distribución de este último es tal que una serie de despachos acotan un mayor espacio central. En el centro se concentran los aseos, las instalaciones y los ascensores, accesibles desde un vestíbulo. Las escleras, contrapuestas a los ascensores, comunican todas las plantas. Las plantas 1 a 6 cuentan con una configuración idéntica, prescindiendo del vestíbulo de entrada.

La planta de cubierta, accesible mediante las escaleras, acoge un vestíbulo, el equipo de bombeo y el área de inspección de los ascensores. Asimismo, alberga las enfriadoras, las calderas y las UTAs. Una segunda planta de cubierta, ubicada sobre la anterior, permitiría alojar instalaciones fotovoltaicas.

Los sótanos, destinados al estacionamiento de vehículos, son accesibles mediante dos vestíbulos. El primer sótano acoge dos centros de transformación, una sala de contadores y un centro de control. La planta -1 también dispone de dos vestuarios y un cuarto de basuras.

La siguiente tabla recoge las superficies de las estancias, para cada planta.

| <i>Planta baja</i> |                 |                        | <i>Planta 1</i> |                 |                        |
|--------------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| <i>Ref.</i>        | <i>Estancia</i> | <i>Superficie [m2]</i> | <i>Ref.</i>     | <i>Estancia</i> | <i>Superficie [m2]</i> |
| 0.01               | Oficinas        | 961,60                 | 1.01            | Oficinas        | 1111,36                |
| 0.02               | Vestíbulo       | 101,25                 | 1.02            | Vestíbulo       | 62,18                  |
| 0.03               | Aseo 1          | 12,19                  | 1.03            | Aseo 1          | 12,19                  |
| 0.04               | Aseo 2          | 12,19                  | 1.04            | Aseo 2          | 12,19                  |
| 0.05               | Aseo min.       | 4,48                   | 1.05            | Aseo min.       | 4,48                   |
| 0.06               | Escaleras       | 32,42                  | 1.06            | Escaleras       | 32,42                  |
| 0.07               | Instalaciones 1 | 2,36                   | 1.07            | Instalaciones 1 | 2,36                   |
| 0.08               | Instalaciones 2 | 2,36                   | 1.08            | Instalaciones 2 | 2,36                   |

| <i>Plantas 2 a 4</i> |                 |                        | <i>Planta 5</i> |                 |                        |
|----------------------|-----------------|------------------------|-----------------|-----------------|------------------------|
| <i>Ref.</i>          | <i>Estancia</i> | <i>Superficie [m2]</i> | <i>Ref.</i>     | <i>Estancia</i> | <i>Superficie [m2]</i> |
| X.01                 | Oficinas        | 1114,57                | 5.01            | Oficinas        | 934,21                 |
| X.02                 | Vestíbulo       | 62,18                  | 5.02            | Vestíbulo       | 62,18                  |
| X.03                 | Aseo 1          | 12,19                  | 5.03            | Aseo 1          | 12,19                  |
| X.04                 | Aseo 2          | 12,19                  | 5.04            | Aseo 2          | 12,19                  |
| X.05                 | Aseo min.       | 4,48                   | 5.05            | Aseo min.       | 4,48                   |
| X.06                 | Escaleras       | 32,42                  | 5.06            | Escaleras       | 32,42                  |
| X.07                 | Instalaciones 1 | 2,36                   | 5.07            | Instalaciones 1 | 2,36                   |
| X.08                 | Instalaciones 2 | 2,36                   | 5.08            | Instalaciones 2 | 2,36                   |

| <i>Planta 6</i> |                 |                        | <i>Planta 7 (cubierta)</i> |                       |                        |
|-----------------|-----------------|------------------------|----------------------------|-----------------------|------------------------|
| <i>Ref.</i>     | <i>Estancia</i> | <i>Superficie [m2]</i> | <i>Ref.</i>                | <i>Estancia</i>       | <i>Superficie [m2]</i> |
| 6.01            | Oficinas        | 766,05                 | 7.01                       | Equipo bombeo         | 36,43                  |
| 6.02            | Vestíbulo       | 62,18                  | 7.02                       | Vestíbulo             | 22,27                  |
| 6.03            | Aseo 1          | 2,00                   | 7.03                       | Sala de calderas      | 42,55                  |
| 6.04            | Aseo 2          | 12,19                  | 7.04                       | Inspección ascensores | 6,40                   |
| 6.05            | Aseo min.       | 4,48                   | 7.05                       | RITS                  | 3,90                   |
| 6.06            | Escaleras       | 32,42                  | 7.06                       | Escaleras             | 15,97                  |
| 6.07            | Instalaciones 1 | 2,36                   | 7.07                       | Instalaciones 1       | 8,00                   |
| 6.08            | Instalaciones 2 | 2,36                   |                            |                       |                        |

Tabla 1. Estancias y superficies de las plantas sobre rasante

***Planta -1***

| <i>Ref.</i> | <i>Estancia</i>             | <i>Superficie [m2]</i> |
|-------------|-----------------------------|------------------------|
|             | Vestuario 1                 | 11,21                  |
|             | Vestuario 2                 | 11,21                  |
|             | Centro de transformación 1  | 22,85                  |
|             | Centro de transformación 2  | 22,85                  |
|             | Sala de contadores          | 17,09                  |
|             | Centro de control BT        | 41,43                  |
|             | Circulación                 | 30,90                  |
|             | Cuarto de basuras           | 29,97                  |
|             | Vestíbulo núcleo secundario | 29,75                  |
|             | Escaleras aparcamiento      | 11,65                  |
|             | Vestíbulo núcleo principal  | 29,26                  |
|             | Escaleras sótano            | 15,04                  |
|             | Ventilación de garaje       | 21,85                  |

*Tabla 2. Estancias y superficies de la planta bajo rasante*

## Capítulo 3. CONDICIONES CLIMÁTICAS

### 3.1 CONDICIONES CLIMÁTICAS EXTERIORES

El dimensionamiento de la instalación está sujeto las condiciones climáticas de la localización geográfica del edificio. Para determinar las cargas debidas a las condiciones exteriores, se hace uso de la Guía Técnica de Condiciones Climáticas Exteriores del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).

La guía se rige por la norma UNE 100014:2004 de la Asociación Española de Normalización (AENOR). Esta norma recoge las condiciones exteriores de cálculo para instalaciones de climatización destinadas al bienestar de las personas [1]. El detalle de las temperaturas máximas y mínimas, registradas por la estación más cercana al edificio de oficinas, se recoge en la siguiente tabla.

| Provincia | Estación         |  | Indicativo |  |  |
|-----------|------------------|--|------------|--|--|
| Madrid    | Madrid (Barajas) |  | 3129       |  |  |

| Ubicado: aislado |              |                | Nº de observaciones y periodo |               |        |
|------------------|--------------|----------------|-------------------------------|---------------|--------|
| a.s.n.m. (m)     | Lat.         | Long.          | T seca                        | Hum. relativa | Rad    |
| 582              | 40° 27' 15'' | 03° 32' 39'' W | 87.600                        | 29.200        | 12.720 |

| Condiciones proyecto calefacción (Temperatura seca exterior mínima) |                         |                       |           |          |          |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------------|-----------|----------|----------|
| TSMIN (°C)                                                          | TS <sub>99,6</sub> (°C) | TS <sub>99</sub> (°C) | OMDC (°C) | HUMc (%) | OMA (°C) |
| -10,5                                                               | -3,8                    | -2,4                  | 14,6      | 84       | 40,2     |

| Condiciones proyecto refrigeración (Temperatura seca exterior máxima) |                        |                         |                      |                       |                      |                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------|
| TSMAX (°C)                                                            | TS <sub>0,4</sub> (°C) | THC <sub>0,4</sub> (°C) | TS <sub>1</sub> (°C) | THC <sub>1</sub> (°C) | TS <sub>2</sub> (°C) | THC <sub>2</sub> (°C) | OMDR (°C) |
| 40,7                                                                  | 36,4                   | 19,1                    | 35,2                 | 19,0                  | 33,7                 | 18,8                  | 18,7      |

| Condiciones proyecto refrigeración (Temperatura húmeda exterior máxima) |                         |                      |                       |                      |                       |
|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| TH <sub>0,4</sub> (°C)                                                  | TSC <sub>0,4</sub> (°C) | TH <sub>1</sub> (°C) | TSC <sub>1</sub> (°C) | TH <sub>2</sub> (°C) | TSC <sub>2</sub> (°C) |
| 20,8                                                                    | 32,8                    | 20                   | 32,6                  | 19,2                 | 32,6                  |

Tabla 3. Condiciones climáticas exteriores de proyecto para la ciudad de Madrid (IDAE)

Con el fin de garantizar el correcto desempeño del sistema climatización, se tomarán aquellas temperaturas más desfavorables de los meses de verano e invierno. Para determinar

las propiedades psicométricas del aire en invierno, la guía ofrece la temperatura seca y la humedad relativa coincidente. Para el verano, el documento proporciona la temperatura húmeda y la temperatura húmeda coincidente [2].

El nivel percentil equivale al porcentaje de horas durante las cuales las temperaturas son iguales o superiores a un cierto valor. Para edificios de oficinas, la guía sugiere emplear el percentil 99% correspondiente a las temperaturas secas en el cálculo de las cargas térmicas máximas de invierno. Del mismo modo, se recomienda tomar la temperatura seca y la temperatura húmeda coincidente correspondiente al percentil 1% para determinar las cargas térmicas máximas de verano [2]. A modo resumen, la siguiente tabla recoge las condiciones climáticas exteriores empleadas.

***Condiciones exteriores invierno - Percentil 99%***

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| Temperatura seca                   | -2,4 °C |
| Humedad relativa media coincidente | 84%     |

*Tabla 4. Condiciones climáticas exteriores para los meses de invierno*

***Condiciones exteriores verano- Percentil 1%***

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| Temperatura seca               | 35,2 °C |
| Temperatura húmeda coincidente | 19 °C   |

*Tabla 5. Condiciones climáticas exteriores para los meses de verano*

## **3.2 CONDICIONES CLIMÁTICAS INTERIORES**

El diseño del sistema de climatización está sujeto a las condiciones interiores. Estas deben garantizar la calidad del aire y el confort de los trabajadores que acogerá el edificio durante sus jornadas laborales.

EL Real Decreto 178/2021 modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio. El reglamento recoge en la IT 1.1.4.1 la exigencia de calidad térmica del ambiente y los valores para el dimensionado.

El RITE considera satisfecha la exigencia de calidad térmica del ambiente en la zona ocupada si los parámetros que definen el bienestar térmico se mantienen dentro de unos valores preestablecidos [3].

Dadas las actividades desarrolladas en el edificio, conviene emplear las condiciones interiores de diseño de la tabla 1.4.1.1. El reglamento establece que para personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, con grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PPD (porcentaje de personas insatisfechas) menor al 10%, los valores de la temperatura operativa y de la humedad relativa, asumiendo un nivel de velocidad de aire bajo ( $< 0.1$  m/s), estarán comprendidos entre los siguientes límites [3]:

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

Tabla 6. Condiciones interiores de diseño (RITE)

Más concretamente, el reglamento impone una temperatura de 21°C para los cálculos asociados al diseño del sistema calefacción y de 25°C para el dimensionamiento de los sistemas de refrigeración. En ambos casos, se establece una humedad relativa del 50%.

Con el fin de garantizar la calidad del aire y reducir la concentración de contaminantes, el reglamento establece un caudal mínimo de aire exterior de ventilación. Para los edificios de oficinas se impone una clasificación para el aire interior IDA 2 (aire de buena calidad). Para garantizar estas condiciones, el RITE recoge los caudales de aire exterior por persona asociados al método indirecto. La categoría IDA 2 exige un caudal de ventilación por persona de 12,5dm<sup>3</sup>/s o 45 m<sup>3</sup>/h.

| <i>Categoría</i> | <i>Caudal por persona (dm<sup>3</sup>/s)</i> |
|------------------|----------------------------------------------|
| IDA 1            | 20                                           |
| IDA 2            | 12,5                                         |
| IDA 3            | 8                                            |
| IDA 4            | 5                                            |

Tabla 7. Caudal de aire exterior por persona (RITE)

## Capítulo 4. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

En esta sección se desarrollan los procedimientos empleados para determinar las cargas térmicas que la instalación deberá vencer, a fin de garantizar unas condiciones de confort y calidad del aire. Estas cargas, unidas a una serie de factores, conforman los principales inputs para el dimensionamiento de la instalación.

Para el cálculo de las cargas se hace uso de factores externos que contemplan la orientación de las fachadas, el efecto de la radiación solar que incide sobre el edificio y el del caudal de ventilación. También se considerarán los factores internos de nivel de ocupación, el alumbrado y las aplicaciones eléctricas.

### 4.1 COEFICIENTES DE TRANSMISIÓN

Los coeficientes de transmisión térmica,  $K$ , expresan la cantidad de calor que se transfiere a través de los distintos cerramientos por unidad de superficie y la diferencia de temperatura entre las caras interiores y exteriores de los mismos. Su valor depende del material y tiene un gran impacto sobre las cargas térmicas y la eficiencia energética del edificio. La siguiente tabla recoge los coeficientes de transmisión de los cristales, muros, tabiques, techos y suelos empleados en los cálculos.

| <i>Cerramiento</i> | <i>K [Kcal/hm<sup>2</sup>°K]</i> |
|--------------------|----------------------------------|
| Cristales          | 1,35                             |
| Muros Exteriores   | 1,35                             |
| Tabiques           | 1,25                             |
| Tejados            | 1,15                             |
| Suelos Interiores  | 1,00                             |
| Suelos Exteriores  | 1,10                             |
| Techos             | 1,20                             |
| Puertas            | 1,25                             |

*Tabla 8. Coeficientes de transmisión térmica (K)*

## 4.2 COEFICIENTES DE ALUMBRADO Y APLICACIONES

A pesar de no estar directamente relacionados con la climatización, la iluminación y otros equipos aportan calor sensible al local. Estos coeficientes se expresan en unidades de potencia por unidad de superficie. Para el cálculo de cargas se emplearán los valores de 12 W/m<sup>2</sup> para el alumbrado y 25 W/m<sup>2</sup> para las aplicaciones eléctricas.

## 4.3 OCUPACIÓN ESTIMADA

El metabolismo del cuerpo humano produce calor, siendo una fuente de calor sensible y latente. Para contemplar su contribución se ha establecido una ocupación media de una persona por cada 8 metros cuadrados. La actividad metabólica de un adulto sano sentado equivale a 1 met o 58 W/m<sup>2</sup> de superficie corporal. Según las tablas del RITE, las actividades desarrolladas en el interior de las oficinas se corresponden con una tasa metabólica sedentaria de 1,2 met. Para el cálculo de cargas térmicas se tomarán los valores recogidos en la siguiente tabla.

| <i>Calor sensible [kcal/h·pers]</i> | <i>Calor Latente [kcal/h·pers]</i> |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 71,8                                | 60,1                               |

*Tabla 9. Calor sensible y latente por ocupante*

## 4.4 FACTOR DE GANANCIA SOLAR

El factor de ganancia solar representa la porción de radiación absorbida por el edificio del total que incide sobre las superficies acristaladas del mismo. Se ha tomado un F.G.S. genérico de 0.48 para los cerramientos acristalados, correspondiente a un elevado rendimiento.

## 4.5 FACTOR DE ORIENTACIÓN

La orientación de las fachadas juega un importante papel en el cálculo de las cargas térmicas. De esta última dependerá la acción del viento predominante, representada por el factor de viento ( $f_v$ ). Este coeficiente de mayoración también depende del tipo de cerramiento.

| <i>Orient.</i> | <i>Cristal</i> | <i>Muro exterior</i> | <i>Cubierta</i> | <i>Suelo a LNC</i> | <i>Techo a LNC</i> | <i>Tabiques a LNC</i> |
|----------------|----------------|----------------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| N              | 1,35           | 1,20                 | 1,00            | 1,00               | 1,00               | 1,00                  |
| NE             | 1,35           | 1,20                 |                 |                    |                    |                       |
| E              | 1,25           | 1,15                 |                 |                    |                    |                       |
| SE             | 1,15           | 1,10                 |                 |                    |                    |                       |
| S              | 1,00           | 1,00                 |                 |                    |                    |                       |
| SO             | 1,10           | 1,05                 |                 |                    |                    |                       |
| O              | 1,20           | 1,10                 |                 |                    |                    |                       |
| NO             | 1,25           | 1,15                 |                 |                    |                    |                       |

Tabla 10. Factor de viento ( $f_v$ )

## 4.6 FACTOR DE PUESTA A RÉGIMEN

El factor de puesta a régimen es otro coeficiente de mayoración utilizado para compensar el enfriamiento del edificio después de una noche o fin de semana de parada de la instalación. La máxima pérdida se produce en invierno es a las 8 horas del mes de enero. En este caso, se toma un valor de 1,15 independiente de la orientación, el material o el tipo de cerramiento.

| <i>Cristal</i> | <i>Muro exterior</i> | <i>Cubierta</i> | <i>Suelo a LNC</i> | <i>Techo a LNC</i> | <i>Tabiques a LNC</i> |
|----------------|----------------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------------|
| 1,15           | 1,15                 | 1,15            | 1,15               | 1,15               | 1,15                  |

Tabla 11. Factor de puesta a régimen

## 4.7 FACTOR DE BY-PASS

El factor de by-pass representa la porción del aire exterior que no atraviesa la batería del climatizador. Es decir, es la relación entre el caudal de aire que no es sometido al proceso de tratamiento y el caudal total que recorre el sistema de climatización. Este factor permite definir la eficiencia de la batería y generalmente toma valores de entre el 12 y el 20%. Esta

porción de aire exterior no tratado implica un incremento de la carga del local y ha de ser considerado en el dimensionamiento de los equipos de la instalación. Para el cálculo de las cargas se ha impuesto un factor de by-pass del 15%.

## **4.8 FACTOR DE SEGURIDAD**

Se ha establecido un factor de seguridad del 10% para mayorar las cargas calculadas y así garantizar el correcto desempeño del sistema de climatización en los escenarios más desfavorables.

## **4.9 CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE VERANO**

Para determinar las cargas térmicas que la instalación deberá vencer durante el verano se considerarán las condiciones más desfavorables, correspondientes a las 16 horas del mes de julio. El cálculo de las exigencias frigoríficas de verano contempla los anteriores coeficientes y factores externos e internos.

En primer lugar, se han tomado los planos de las distintas plantas del edificio y se ha determinado los locales a climatizar y aquellos LNC. Los vestíbulos y el espacio dedicado a oficinas serán climatizados. Quedan excluidos los cuartos de las instalaciones, las escaleras, el hueco de los ascensores y los sótanos. Los aseos dispondrán de extracción a pesar de no ser estancias climatizadas, quedando fuera del alcance del proyecto. La superficie de oficinas de cada una de las plantas se ha compartimentado en diversos despachos perimetrales de unos 17 metros cuadrados que acotan un amplio espacio central para trabajo común. Una vez definidas todas las estancias a climatizar, se ha determinado su superficie y se ha identificado la naturaleza de sus cerramientos.

Para determinar las cargas de los locales se han empleado hojas de cálculo Excel. Se parte del cálculo de las ganancias solar, por transmisión de paredes, techos y suelos e internas de las personas, el alumbrado y las aplicaciones eléctricas. El sumatorio de las anteriores ganancias es mayorado por el coeficiente de seguridad, arrojando el calor sensible del local. El calor sensible efectivo del local se calcula añadiendo la contribución del aire exterior no

tratado por la batería del climatizador al calor sensible del local. Los equipos terminales, instalados en el falso techo de cada local, serán los responsables de vencer esta carga.

Se supondrá nula la contribución de la infiltración pues el edificio quedará en sobrepresión al ser el caudal de aire exterior para ventilación mayor que el caudal de extracción. De esta forma, el calor latente del local es el resultado de aplicar el coeficiente de seguridad a la contribución de la ocupación. Contemplando nuevamente el aporte de calor del aire exterior, no tratado por las baterías del climatizador, se obtiene el calor latente efectivo del local.

El calor total efectivo del local es la suma del calor sensible efectivo y del calor latente efectivos. El procedimiento empleado se desarrolla en detalle a continuación.

#### **4.9.1 CARGAS EXTERNAS**

##### **4.9.1.1 Ganancia solar-cristal**

La ganancia solar-cristal es calor sensible que se transfiere al interior del local por la radiación que incide sobre la fachada acristalada de la estancia. Esta depende de la orientación y puede ser calculada empleando la siguiente ecuación.

$$Q_{solar} = A \cdot R \cdot FGS \quad [Kcal/h]$$

Donde:

- A, superficie acristalada [m<sup>2</sup>]
- R, radiación solar [Kcal/h·m<sup>2</sup>]
- FGS, factor de ganancia solar [-]

La radiación solar es calculada a partir de las tablas tabuladas de aportaciones solares a través de vidrio. Esta radiación se corrige mediante un coeficiente de valor 1,014 que contempla la altitud de 582 metros sobre el nivel del mar. El coeficiente de altitud se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$Coef_{alt.} = 1 + 0,007 \cdot \frac{altitud}{300}$$

#### **4.9.1.2 Ganancia solar y transmisión por paredes y techos**

La ganancia por transmisión es calor sensible que se transfiere al interior del local a través de sus cerramientos en contacto con el exterior. Esta depende del tipo de material, la superficie de la pared o el techo y la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior. Esta ganancia se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{trans1} = A \cdot K \cdot (T_{ext} - T_{int}) \quad [Kcal/h]$$

Donde:

- A, superficie de la pared o el techo en contacto con el exterior [m<sup>2</sup>]
- K, coeficiente de transmisión térmica del cerramiento [Kcal/h·m<sup>2</sup>]
- T<sub>ext</sub>, temperatura del exterior [°C]
- T<sub>int</sub>, temperatura interior del local [°C]

#### **4.9.1.3 Ganancia por transmisión excepto paredes y techos**

Esta ganancia representa el calor sensible que se transfiere al interior del local a través de los cerramientos en contacto con locales no climatizados (LNC) y la superficie exterior acristalada. Al igual que en el punto anterior, depende del tipo de material, la superficie del cerramiento y la diferencia de temperatura entre el exterior y el interior. La diferencia radica en la ponderación de la diferencia de temperatura según la ecuación:

$$Q_{trans2} = A \cdot K \cdot \frac{(T_{ext} - T_{int})}{2} \quad [Kcal/h]$$

Donde:

- A, superficie de la pared o el techo en contacto con el exterior [m<sup>2</sup>]
- K, coeficiente de transmisión térmica del cerramiento [Kcal/h·m<sup>2</sup>]
- T<sub>ext</sub>, temperatura del exterior [°C]
- T<sub>int</sub>, temperatura interior del local [°C]

#### 4.9.1.4 Ganancia por aire exterior

El factor de by-pass es la porción del caudal de ventilación que se inyecta en el local sin ser tratado por la batería del climatizador. Este aire exterior supone un incremento de la carga sensible de la estancia según:

$$Q_{aire\_sens} = Q_{vent} \cdot (T_{ext} - T_{int}) \cdot FB \cdot 0,3 \quad [Kcal/h]$$

$$Q_{aire\_lat} = Q_{vent} \cdot (w_{ext} - w_{int}) \cdot FB \cdot 0,72 \quad [Kcal/h]$$

Donde:

- $Q_{vent}$ , caudal de aire exterior [ $m^3/h$ ]
- $FB$ , factor de by-pass [-]
- $T_{ext}$ , Temperatura del exterior [ $^{\circ}C$ ]
- $T_{int}$ , Temperatura interior del local [ $^{\circ}C$ ]
- $w_{ext}$ , Humedad absoluta del exterior [ $g_v/Kg_{as}$ ]
- $w_{int}$ , Humedad absoluta interior del local [ $g_v/Kg_{as}$ ]

Por lo tanto, el climatizador será el encargado de vencer la contribución del aire exterior restante según:

$$Q_{aire\_sens\_UTA} = Q_{vent} \cdot (T_{ext} - T_{int}) \cdot (1 - FB) \cdot 0,3 \quad [Kcal/h]$$

$$Q_{aire\_lat\_UTA} = Q_{vent} \cdot (w_{ext} - w_{int}) \cdot (1 - FB) \cdot 0,72 \quad [Kcal/h]$$

En ambos casos, el calor latente por ventilación se considerará nulo pues la diferencia de humedad absoluta resulta negativa.

#### 4.9.2 CARGAS INTERNAS

En este apartado se detallan los procedimientos para el cálculo de las cargas del interior del local: la ocupación, el alumbrado y las aplicaciones eléctricas.

#### 4.9.2.1 Ocupación

Como se ha mencionado con anterioridad, la actividad metabólica de las personas es una fuente de calor sensible y latente. La carga correspondiente a la ocupación del local se calcula según:

$$Q_{ocup\_sens} = n_{pers} \cdot Q_{pers\_sens} \text{ [Kcal/h]}$$

$$Q_{ocup\_lat} = n_{pers} \cdot Q_{pers\_lat} \text{ [Kcal/h]}$$

Donde:

- $n_{pers}$ , número de ocupantes del local [-]
- $Q_{pers\_sens}$ , calor sensible por persona [Kcal/h]
- $Q_{pers\_lat}$ , calor latente por persona [Kcal/h]

#### 4.9.2.2 Alumbrado y aplicaciones

La iluminación y las aplicaciones eléctricas de la estancia suponen una carga de calor sensible que depende únicamente de la superficie del local según:

$$Q_{alumb} = 0.86 \cdot A \cdot P_{alumb} \cdot f_{lum} \text{ [Kcal/h]}$$

$$Q_{aplic} = 0,86 \cdot A \cdot P_{aplic} \text{ [Kcal/h]}$$

Donde:

- $A$ , superficie del local [ $m^2$ ]
- $P_{alumb}$ , calor generado por el alumbrado por unidad de superficie [ $W/h \cdot m^2$ ]
- $P_{aplic}$ , calor generado por los equipos por unidad de superficie [ $W/h \cdot m^2$ ]
- $f_{lum}$ , mayoración de la carga de las reactancias para luminarias fluorescentes [-]
- $1 \text{ Kcal/h} = 0,86 \text{ W}$

#### 4.9.3 CARGAS TOTALES

Las cargas sensible y latente del local resultan del sumatorio de las cargas internas y externas, mayoradas por el coeficiente de seguridad. El gran calor total se calcula sumando la contribución de las cargas sensibles y latentes:

$$Q_{sens} = (Q_{solar} + Q_{trans1} + Q_{trans2} + Q_{aire\_sens} + Q_{ocup\_sens} + Q_{alumb} + Q_{aplic}) \cdot (1 + c_s) [Kcal/h]$$

$$Q_{lat} = (Q_{aire\_lat} + Q_{ocup\_lat}) \cdot (1 + c_s) [Kcal/h]$$

$$Q_{tot} = Q_{sens} + Q_{lat} [Kcal/h]$$

Donde:

- $Q_{solar}$ , ganancia solar-cristal [Kcal/h]
- $Q_{trans1}$ , ganancia solar y transmisión por paredes y techos [Kcal/h]
- $Q_{trans2}$ , ganancia por transmisión excepto paredes y techos [Kcal/h]
- $Q_{aire}$ , ganancia por aire exterior [Kcal/h]
- $Q_{ocup}$ , carga interna debida a la ocupación [Kcal/h]
- $Q_{alumb}$ , carga interna debida al alumbrado [Kcal/h]
- $Q_{aplic}$ , carga interna debida a los equipos eléctricos [Kcal/h]
- $C_s$ , coeficiente de seguridad [-]

Todos los parámetros, factores y coeficientes son los inputs introducidos en las hojas de cálculo Excel que contienen las fórmulas anteriores. A continuación, y a modo de ejemplo, se muestra el cálculo de las cargas térmicas de verano para los despachos de la fachada norte de la primera planta del edificio.

| CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS          |  |                                                    |  |                         |        |                       |   |          |         |             |                         |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
|---------------------------------------------|--|----------------------------------------------------|--|-------------------------|--------|-----------------------|---|----------|---------|-------------|-------------------------|--------------------|----|-----------------------|----|----------------------------------|-----|-------------------|----|----------------|--------|----------------------------|--|-----------|--|-------|--|
| Proyecto:                                   |  | Climatización de un edificio de oficinas en Madrid |  |                         |        |                       |   |          |         |             |                         | 3 de abril de 2024 |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| Planta:                                     |  | 1                                                  |  | Zona:                   |        | Oficinas: 0.01 a 0.08 |   |          |         |             |                         |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| DIMENSIONES:                                |  | 4,20 m                                             |  | X                       | 4,13 m |                       | = | 17,35 m2 |         | HORA SOLAR: |                         | 16                 |    | MADRID                |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| CONCEPTO                                    |  | SUPERFICIE                                         |  | GAN. SOLAR 0 DIF. TEMP. |        | FACTOR                |   | Kcal/h   |         | MES:        |                         | JULIO              |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| GANANCIA SOLAR-CRISTAL                      |  |                                                    |  |                         |        |                       |   |          | TOTALES |             | CONDICIONES             |                    | BS |                       | BH |                                  | %HR |                   | TR |                | Gr/Kgr |                            |  |           |  |       |  |
| NORTE                                       |  | Cristal                                            |  | 9,24                    |        | m2 x                  |   | 38       |         | x           |                         | 0,48               |    | 169                   |    | Exteriores                       |     | 35,2              |    | 19,0           |        | 22                         |  | 7,2       |  |       |  |
| NE                                          |  | Cristal                                            |  |                         |        | m2 x                  |   | 38       |         | x           |                         | 0,48               |    |                       |    | Interiores                       |     | 25,0              |    | 18,0           |        | 50                         |  | 10,0      |  |       |  |
| ESTE                                        |  | Cristal                                            |  |                         |        | m2 x                  |   | 38       |         | x           |                         | 0,48               |    |                       |    | DIFERENCIA                       |     | 10,2              |    |                |        |                            |  | -2,8      |  |       |  |
| SE                                          |  | Cristal                                            |  |                         |        | m2 x                  |   | 38       |         | x           |                         | 0,48               |    |                       |    | CALOR LATENTE                    |     |                   |    |                |        | TOTALES                    |  |           |  |       |  |
| SUR                                         |  | Cristal                                            |  |                         |        | m2 x                  |   | 42       |         | x           |                         | 0,48               |    |                       |    | Infiltración                     |     | m3/h x            |    | x              |        | 0,72                       |  |           |  |       |  |
| SO                                          |  | Cristal                                            |  |                         |        | m2 x                  |   | 382      |         | x           |                         | 0,48               |    |                       |    | Personas                         |     | 2                 |    | Personas       |        | x                          |  | 60        |  | 120   |  |
| OESTE                                       |  | Cristal                                            |  |                         |        | m2 x                  |   | 527      |         | x           |                         | 0,48               |    |                       |    | Aplicaciones                     |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| NO                                          |  | Cristal                                            |  |                         |        | m2 x                  |   | 337      |         | x           |                         | 0,48               |    |                       |    | SUBTOTAL                         |     |                   |    |                |        | 120                        |  |           |  |       |  |
|                                             |  | Claraboya                                          |  |                         |        | m2 x                  |   | 405      |         | x           |                         | 0,48               |    |                       |    | COEFICIENTE DE SEGURIDAD         |     |                   |    | 10             |        | %                          |  | 12        |  |       |  |
| GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS    |  |                                                    |  |                         |        |                       |   |          | TOTALES |             | CALOR LATENTE DEL LOCAL |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                | 132    |                            |  |           |  |       |  |
| NORTE                                       |  | Pared                                              |  |                         |        | m2 x                  |   | 5,6      |         | x           |                         | 0,40               |    |                       |    | Aire Ext.                        |     | 90,00             |    | m3/h x         |        | 0,15                       |  | BF x 0,72 |  |       |  |
| NE                                          |  | Pared                                              |  |                         |        | m2 x                  |   | 6,8      |         | x           |                         | 0,40               |    |                       |    | CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL |     |                   |    |                |        | 132                        |  |           |  |       |  |
| ESTE                                        |  | Pared                                              |  |                         |        | m2 x                  |   | 6,8      |         | x           |                         | 0,40               |    |                       |    | CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL   |     |                   |    |                |        | 1.404                      |  |           |  |       |  |
| SE                                          |  | Pared                                              |  |                         |        | m2 x                  |   | 10,1     |         | x           |                         | 0,40               |    |                       |    | CALOR AIRE EXTERIOR              |     |                   |    |                |        | TOTALES                    |  |           |  |       |  |
| SUR                                         |  | Pared                                              |  |                         |        | m2 x                  |   | 14,5     |         | x           |                         | 0,40               |    |                       |    | Sensible                         |     | 90,00             |    | m3/h x         |        | 10,2 x (1- 0,15 BF ) x 0,3 |  |           |  | 234   |  |
| SO                                          |  | Pared                                              |  |                         |        | m2 x                  |   | 17,9     |         | x           |                         | 0,40               |    |                       |    | Latente                          |     | 90,00             |    | m3/h x         |        | 0,15 BF ) x 0,72           |  |           |  |       |  |
| OESTE                                       |  | Pared                                              |  |                         |        | m2 x                  |   | 14,5     |         | x           |                         | 0,40               |    |                       |    | SUBTOTAL                         |     |                   |    |                |        | 234                        |  |           |  |       |  |
| NO                                          |  | Pared                                              |  |                         |        | m2 x                  |   | 6,8      |         | x           |                         | 0,40               |    |                       |    | GRAN CALOR TOTAL                 |     |                   |    |                |        | 1.638                      |  |           |  |       |  |
|                                             |  | Tejado-Sol                                         |  |                         |        | m2 x                  |   | 19,5     |         | x           |                         | 0,26               |    |                       |    | A.D.P.                           |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
|                                             |  | Tejado-Sombra                                      |  |                         |        | m2 x                  |   | 4,5      |         | x           |                         | 0,26               |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS   |  |                                                    |  |                         |        |                       |   |          | TOTALES |             | A.D.P.                  |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| Total Cristal                               |  | 11,55                                              |  | m2 x                    |        | 10,2                  |   | x        |         | 1,77        |                         | 209                |    | FACTOR CALOR SENSIBLE |    | 1.272                            |     | Efec. Sens. Local |    | =              |        | 0,91                       |  |           |  |       |  |
| Tabiques LNC                                |  |                                                    |  | m2 x                    |        | 5,1                   |   | x        |         | 1,20        |                         |                    |    |                       |    | 1.404                            |     | Efec. Total Local |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| Techo LNC                                   |  |                                                    |  | m2 x                    |        | 5,1                   |   | x        |         | 2,02        |                         |                    |    |                       |    | ADP Indicado=                    |     |                   |    |                |        | °C                         |  |           |  |       |  |
| Suelo                                       |  |                                                    |  | m2 x                    |        | 5,1                   |   | x        |         | 1,10        |                         |                    |    |                       |    | ADP Seleccionado=                |     | 12                |    |                |        | °C                         |  |           |  |       |  |
| CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO (Q impulsión) |  |                                                    |  |                         |        |                       |   |          |         |             |                         |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| Suelo exterior                              |  |                                                    |  | m2 x                    |        | 10,2                  |   | x        |         | 1,10        |                         |                    |    |                       |    | Δ T=(1-0,15 BF)x(°C Loc          |     | 25,0              |    | -              |        | 12                         |  | ADP=      |  | 11,05 |  |
| Puertas                                     |  |                                                    |  | m2 x                    |        | 10,2                  |   | x        |         | 2,00        |                         |                    |    |                       |    | CAUDAL DE AIRE M3/H              |     | 1.272             |    | Sensible Local |        | =                          |  | 384       |  |       |  |
| Infiltración                                |  |                                                    |  | m3/h x                  |        | 10,2                  |   | x        |         | 0,30        |                         |                    |    |                       |    | 0,3 X                            |     | 11,05             |    | Δ T            |        |                            |  |           |  |       |  |
| CALOR INTERNO                               |  |                                                    |  |                         |        |                       |   |          | TOTALES |             | Observaciones:          |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| Personas                                    |  | 2                                                  |  | Personas                |        | x                     |   | 72       |         | 144         |                         |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| Alumbrado                                   |  | 208                                                |  | Wattios x 0,86          |        | x                     |   | 1,25     |         | 224         |                         |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| Aplicaciones, etc.                          |  |                                                    |  | 434                     |        | x                     |   | 0,86     |         | 373         |                         |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| Potencia                                    |  |                                                    |  |                         |        | x                     |   |          |         |             |                         |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| Ganancias Adicionales                       |  |                                                    |  |                         |        | x                     |   |          |         |             |                         |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| SUBTOTAL                                    |  |                                                    |  |                         |        |                       |   |          | 1.118   |             |                         |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| COEFICIENTE DE SEGURIDAD                    |  |                                                    |  |                         |        |                       |   |          | 10 %    |             | 112                     |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| CALOR SENSIBLE DEL LOCAL                    |  |                                                    |  |                         |        |                       |   |          | 1.230   |             |                         |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| Aire Exterior                               |  | 90,00                                              |  | m3/h x                  |        | 10,2                  |   | x        |         | 0,15        |                         | 41                 |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |
| CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL           |  |                                                    |  |                         |        |                       |   |          | 1.272   |             |                         |                    |    |                       |    |                                  |     |                   |    |                |        |                            |  |           |  |       |  |

Ilustración 1. Ejemplo del cálculo de exigencias frigoríficas

La siguiente tabla recoge el calor sensible y total efectivo de los locales agrupados por planta. Por otro lado, incluye el calor del aire exterior correspondiente al tratamiento térmico de los climatizadores de aire primario. El desglose por local puede ser consultado en el Anexo II: “Cálculo de cargas térmicas”.

| <i>Planta</i> | <i>Q sensible efectivo [kW]</i> | <i>Q total efectivo [kW]</i> | <i>Q aire exterior [kW]</i> | <i>Gran Q total [kW]</i> |
|---------------|---------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Baja          | 97,88                           | 113,11                       | 17,38                       | 130,49                   |
| Primera       | 102,34                          | 112,84                       | 18,60                       | 131,44                   |
| Segunda       | 101,42                          | 111,92                       | 18,60                       | 130,52                   |
| Tercera       | 101,42                          | 111,92                       | 18,60                       | 130,52                   |
| Cuarta        | 103,56                          | 114,07                       | 18,60                       | 132,67                   |
| Quinta        | 89,85                           | 98,83                        | 15,89                       | 114,72                   |
| Sexta         | 86,16                           | 94,05                        | 13,98                       | 108,04                   |
| <b>TOTAL</b>  | <b>682,63</b>                   | <b>756,74</b>                | <b>121,65</b>               | <b>878,39</b>            |

Tabla 12. Exigencias frigoríficas en verano por planta

#### 4.10 CÁLCULO DE LAS CARGAS TÉRMICAS DE INVIERNO

Para determinar las pérdidas térmicas durante los meses de invierno se considerarán nuevamente las condiciones más desfavorables, correspondientes a las 8 horas del mes de enero. El cálculo de cargas emplea los mismos coeficientes, factores y procedimientos que en el caso de las exigencias frigoríficas.

Se han empleado hojas de cálculo Excel para determinar las pérdidas con el exterior y los locales no climatizados. Estas emplean como inputs la temperatura exterior, interior y del terreno. La Guía Técnica de Condiciones Climáticas no recoge la temperatura del terreno de la estación meteorológica de Barajas. Por esta razón, se ha tomado el valor medio entre las temperaturas exterior e interior, 9,3°C.

Nuevamente, se considera que el edificio está en sobrepresión, siendo nula la infiltración. Por otro lado, se ignora la contribución del alumbrado, los equipos eléctricos y la ocupación para contemplar el escenario más desfavorable. Tampoco se contempla el aporte latente del aire exterior. De este modo, las pérdidas serán calor sensible en su totalidad. Tan sólo se considerarán las pérdidas por transmisión a través de suelos, paredes y techos y las debidas al caudal de ventilación.

La ecuación de transmisión experimenta ligeras modificaciones respecto a la empleada para calcular las exigencias frigoríficas. Por un lado, el factor de viento aplica tan sólo a los cerramientos con el exterior. Por otro lado, el uso del factor de puesta a régimen permite mayorar las cargas para contemplar el enfriamiento de la instalación al cesar su operación.

$$Q_{trans} = A \cdot K \cdot (T_{ext} - T_{int}) \cdot f_v \cdot f_{reg} \text{ [Kcal/h]}$$

Donde:

- A, superficie del cerramiento [m<sup>2</sup>]
- K, coeficiente de transmisión térmica del cerramiento [Kcal/h·m<sup>2</sup>]
- T<sub>ext</sub>, temperatura del exterior [°C]
- T<sub>int</sub>, temperatura interior del local [°C]
- f<sub>v</sub>, factor de viento [-]
- f<sub>reg</sub>, factor de puesta a régimen [-]

Las pérdidas totales de calor se calculan sumando la contribución de las pérdidas por transmisión y las pérdidas por ventilación:

$$Q_{tot} = Q_{trans} + Q_{aire\_sens} \text{ [Kcal/h]}$$

Donde:

- Q<sub>trans</sub>, pérdidas por transmisión a través de suelos, paredes y techos [Kcal/h]
- Q<sub>aire</sub>, pérdidas por aire exterior [Kcal/h]

La siguiente ilustración muestra el cálculo de las pérdidas de invierno para los despachos usados como ejemplo en el apartado de cargas de verano.

| PÉRDIDAS POR TRANSMISION INVIERNO                        |                            |              |             |                                 |                                |                                             |                |             |                        |
|----------------------------------------------------------|----------------------------|--------------|-------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------------|----------------|-------------|------------------------|
| CIUDAD                                                   |                            | MADRID       |             |                                 |                                |                                             |                |             |                        |
| Temp. Exterior                                           |                            | -2,40 °C     |             |                                 |                                |                                             |                |             |                        |
| Temp. Interior                                           |                            | 21,00 °C     |             |                                 |                                |                                             |                |             |                        |
| Temp. TERRENO                                            |                            | 9,30 °C      |             |                                 |                                |                                             |                |             |                        |
| MODULO                                                   | ORIENT.                    | ancho<br>(m) | alto<br>(m) | Superficie<br>(m <sup>2</sup> ) | K<br>(Kcal/hm <sup>2</sup> °C) | T <sup>int</sup> - T <sup>ext</sup><br>(°C) | f <sub>v</sub> | C.p.regimen | TOTAL<br>(Kcal/h)      |
| 001                                                      |                            |              |             | 11,6                            | 2,60                           | 23,4                                        | 1,35           | 1,15        | 1.090,94 Kcal/h        |
| CRISTAL                                                  | N                          |              |             |                                 | 2,60                           | 23,4                                        | 1,35           | 1,15        |                        |
| CRISTAL                                                  | NE                         |              |             |                                 | 2,60                           | 23,4                                        | 1,25           | 1,15        |                        |
| CRISTAL                                                  | E                          |              |             |                                 | 2,60                           | 23,4                                        | 1,15           | 1,15        |                        |
| CRISTAL                                                  | SE                         |              |             |                                 | 2,60                           | 23,4                                        | 1,00           | 1,15        |                        |
| CRISTAL                                                  | S                          |              |             |                                 | 2,60                           | 23,4                                        | 1,10           | 1,15        |                        |
| CRISTAL                                                  | SO                         |              |             |                                 | 2,60                           | 23,4                                        | 1,20           | 1,15        |                        |
| CRISTAL                                                  | O                          |              |             |                                 | 2,60                           | 23,4                                        | 1,25           | 1,15        |                        |
| CRISTAL                                                  | NO                         |              |             |                                 | 2,60                           | 23,4                                        | 1,20           | 1,15        |                        |
| MURO EXT. (SIN CRISTAL)                                  | N                          |              |             |                                 | 0,65                           | 23,4                                        | 1,20           | 1,15        |                        |
| MURO EXT. (SIN CRISTAL)                                  | NE                         |              |             |                                 | 0,65                           | 23,4                                        | 1,15           | 1,15        |                        |
| MURO EXT. (SIN CRISTAL)                                  | E                          |              |             |                                 | 0,65                           | 23,4                                        | 1,10           | 1,15        |                        |
| MURO EXT. (SIN CRISTAL)                                  | SE                         |              |             |                                 | 0,65                           | 23,4                                        | 1,05           | 1,15        |                        |
| MURO EXT. (SIN CRISTAL)                                  | S                          |              |             |                                 | 0,65                           | 23,4                                        | 1,00           | 1,15        |                        |
| MURO EXT. (SIN CRISTAL)                                  | SO                         |              |             |                                 | 0,65                           | 23,4                                        | 1,05           | 1,15        |                        |
| MURO EXT. (SIN CRISTAL)                                  | O                          |              |             |                                 | 0,65                           | 23,4                                        | 1,10           | 1,15        |                        |
| MURO EXT. (SIN CRISTAL)                                  | NO                         |              |             |                                 | 0,65                           | 23,4                                        | 1,15           | 1,15        |                        |
| CUBIERTA                                                 | H                          |              |             |                                 | 0,46                           | 23,4                                        | 1,00           | 1,15        |                        |
| SUELO (en contacto con el terreno)                       |                            |              |             |                                 | 1,10                           | 11,7                                        | 1,00           | 1,15        |                        |
| SUELO EXTERIOR                                           |                            |              |             |                                 | 1,10                           | 23,4                                        | 1,00           | 1,15        |                        |
| SUELO O TECHO A LNC                                      |                            |              |             |                                 | 1,10                           | 11,7                                        | 1,00           | 1,15        |                        |
| TABIQUE A LNC<br>(Superficies a Locales No Climatizados) |                            |              |             |                                 | 1,20                           | 11,7                                        | 1,00           | 1,15        |                        |
| <b>CARGA DE VENTILACIÓN</b>                              | <b>Q (m<sup>3</sup>/h)</b> |              |             |                                 |                                |                                             |                |             |                        |
| AIRE EXTERIOR                                            | 90,00 m <sup>3</sup> /h    |              |             |                                 |                                |                                             |                |             | 631,80 Kcal/h          |
| <b>TOTAL</b>                                             |                            |              |             |                                 |                                |                                             |                |             | <b>1.722,74 Kcal/h</b> |

*Ilustración 2. Ejemplo del cálculo de pérdidas*

Los resultados obtenidos en el cálculo de pérdidas, agrupados por planta, se recogen en la siguiente tabla. En el Anexo II: “Cálculo de cargas térmicas” es posible consultar el desglose de los resultados por estancia.

| Planta       | Q total efectivo<br>[kW] | Q aire exterior<br>[kW] | Gran Q total<br>[kW] |
|--------------|--------------------------|-------------------------|----------------------|
| Baja         | 66,14                    | 39,87                   | 106,01               |
| Primera      | 54,67                    | 42,67                   | 97,35                |
| Segunda      | 52,45                    | 42,67                   | 95,12                |
| Tercera      | 52,45                    | 42,67                   | 95,12                |
| Cuarta       | 55,26                    | 42,67                   | 97,94                |
| Quinta       | 49,36                    | 36,44                   | 85,81                |
| Sexta        | 56,50                    | 32,08                   | 88,59                |
| <b>TOTAL</b> | <b>386,85</b>            | <b>279,08</b>           | <b>665,93</b>        |

*Tabla 13 Pérdidas térmicas en invierno por planta*

## Capítulo 5. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

Considerando las características del edificio y las demandas térmicas, se ha seleccionado un sistema de climatización con producción centralizada de frío y de calor. Para la producción de frío, la instalación emplea enfriadoras condensadas por aire ubicadas en la cubierta. Para la producción de calor, se recurre a calderas de condensación también situadas en la cubierta.

Concretamente, se ha optado por un sistema aire-agua. Estos sistemas aprovechan las buenas propiedades del agua para portar calor y permiten vencer las cargas sensibles y latentes de los locales de forma independiente. El agua, fría y caliente, es transferida a los elementos terminales desde las enfriadoras y las calderas, respectivamente. Los equipos terminales de tipo fan-coil, estarán situados en el falso techo de las estancias. Los fan-coils toman aire del local, lo mezclan con el caudal de ventilación y la mezcla resultante atraviesa la batería de agua, donde alcanza las condiciones de impulsión requeridas por el local [4]. La alimentación de agua hacia las baterías de los fan-coils está gobernada por los termostatos de los distintos despachos o zonas. Por otro lado, los fan-coils recibirán aportaciones de aire nuevo. Este aire exterior, será pretratado por una serie de UTAs con baterías de frío y calor ubicadas en la cubierta del edificio. Sin embargo, la función principal del aire primario es la de ventilación, no compensar las cargas de los locales [4].

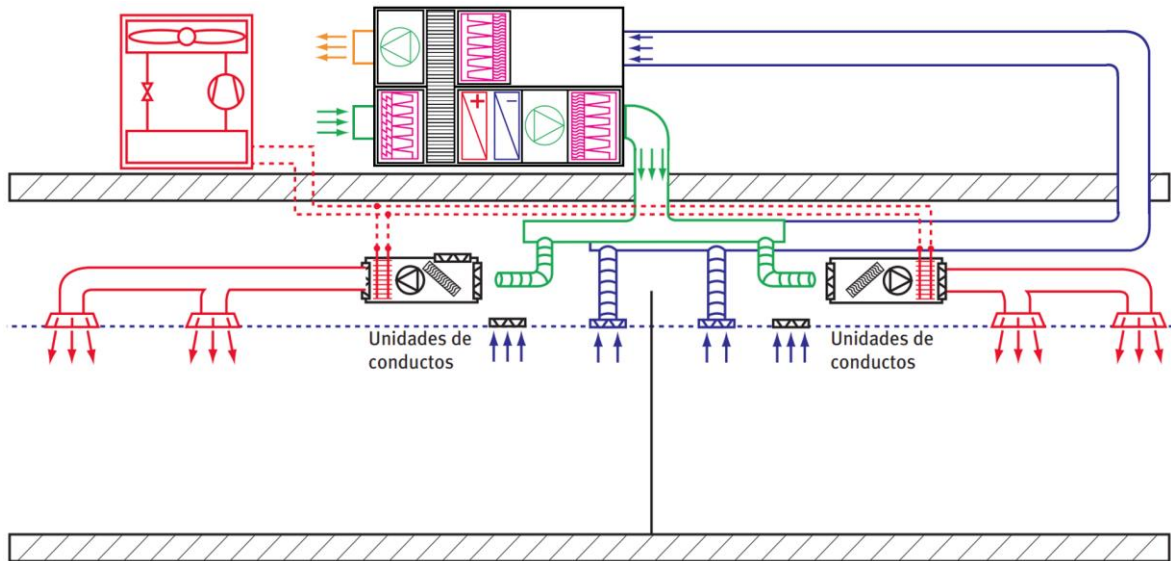


*Ilustración 3. Sistema de climatización mixto con fan-coils y recuperador de calor*

Esta configuración encuentra dificultades para aprovechar el enfriamiento gratuito. Las baterías de unidades interiores requieren agua en torno a los 7°C y el aire exterior rara vez es lo suficientemente frío como para alcanzar dicha temperatura. Los equipos principales se ubican en los propios locales (mantenimiento y limpieza) y es necesario instalar desagües para los condensados de las baterías. Sin embargo, estos sistemas ofrecen numerosas ventajas. Por un lado, permiten el control individualizado de cada uno de los locales e impiden la contaminación de un despacho a otro. Por otro lado, garantizan la distribución del aire hacia todas las estancias minimizando las necesidades de espacio, pues sólo se transfiere el caudal de ventilación. Esto último reduce la energía consumida en bombeo. Se ha optado por la configuración de cuatro tubos para vencer cargas simultáneas de frío y calor mediante circuitos de agua independientes. Además, al tratarse de un sistema con climatizadores y producción centralizada de frío y calor, la instalación presenta un menor tamaño y coste.

## **Capítulo 6. DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN**

Una vez definido el sistema de climatización, se procede a dimensionar el circuito de aire y la red hidráulica. Para ello, se calcularán los caudales de aire y agua necesarios para mantener las condiciones interiores impuestas. En este apartado se definirán los elementos terminales y UTAs, se dimensionarán los conductos y las tuberías de distribución y se seleccionarán los equipos de generación, bombeo y auxiliares.

### **6.1 UNIDADES INTERIORES**

Los equipos terminales de tipo fan-coil cuentan con un ventilador y una batería de agua. Los fan-coils aspiran aire del local, lo mezclan con el caudal de ventilación y la mezcla pasa por la batería de agua, donde alcanza la temperatura requerida por el local [4]. Las baterías de estos equipos vencen cargas latentes, por lo que requieren una bandeja de recogida de condensados y un desagüe.

El suministro de agua que llega a las baterías de los fan-coils está gobernado por un termostato, instalado en cada local. Los ventiladores de los fancoils pueden operar a distintas velocidades en función de la demanda térmica del local. Los fan-coils, en la configuración seleccionada a cuatro tubos, se nutren simultáneamente de agua caliente y fría por medio de dos circuitos independientes. Esta configuración brinda flexibilidad permitiendo la climatización individualizada de cada zona.

Para la selección de los fan-coils se han empleado los siguientes criterios. En primer lugar, que los equipos sean capaces de vencer las cargas sensibles efectivas y totales del local bajo las condiciones más desfavorables de los meses de verano e invierno. Dadas las condiciones climáticas de la región, la potencia en modo refrigeración determinará la selección de un modelo u otro. Además, los equipos han de ser capaces de vencer estas cargas operando próximos a su velocidad media. En segundo lugar, se han tenido en cuenta las dimensiones

de los equipos para maximizar el espacio alquilable. Finalmente, se han considerado el consumo energético del fan-coil y el precio del equipo.

Considerando los anteriores criterios se han seleccionado los fan-coils de conductos Carrier de la serie IdroFan 42EP. Esta gama de equipos está compuesta por compactos equipos de 150 mm de alto y presiones por encima de los 150 Pa, apropiados para ser instalados en falsos techos. Los fan-coils 42EP equipan un ventilador de bajo consumo energético, un filtro G3 (acorde con la norma EN 779 y válvulas con reducida pérdida de carga en el lado agua de serie [8]. La gama, compuesta por tres modelos, presenta las especificaciones de la siguiente tabla. El Anexo IX: “Catálogos de los equipos” recoge las características de los productos seleccionados.

|                                          |                   | <b>42EP Modelo 0</b> |           |           | <b>42EP Modelo 1</b> |           |           | <b>42EP Modelo 2</b> |           |           |
|------------------------------------------|-------------------|----------------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|-----------|
| <i>Velocidad del ventilador</i>          |                   | <i>BV</i>            | <i>MV</i> | <i>AV</i> | <i>BV</i>            | <i>MV</i> | <i>AV</i> | <i>BV</i>            | <i>MV</i> | <i>AV</i> |
| Caudal de aire                           | m <sup>3</sup> /h | 78                   | 214       | 308       | 88                   | 306       | 368       | 139                  | 451       | 632       |
| Presión disponible                       | Pa                | 7                    | 50        | 104       | 4                    | 50        | 73        | 5                    | 50        | 99        |
| <i>Modo refrigeración (cuatro tubos)</i> |                   |                      |           |           |                      |           |           |                      |           |           |
| Potencia frigorífica total               | kW                | 0,5                  | 1,2       | 1,6       | 0,7                  | 2         | 2,3       | 1,1                  | 3         | 3,8       |
| Potencia sensible                        | kW                | 0,4                  | 1         | 1,3       | 0,5                  | 1,5       | 1,8       | 0,8                  | 2,3       | 3         |
| Caudal de agua                           | l/h               | 93                   | 208       | 274       | 119                  | 339       | 396       | 191                  | 516       | 658       |
| Caída de presión (agua)                  | kPa               | 1                    | 5         | 8         | 3                    | 20        | 26        | 7                    | 45        | 69        |
| Volumen de agua                          | l                 | 1,3                  | 1,3       | 1,3       | 1,4                  | 1,4       | 1,4       | 2,5                  | 2,5       | 2,5       |
| <i>Modo calefacción (cuatro tubos)</i>   |                   |                      |           |           |                      |           |           |                      |           |           |
| Potencia de calefacción                  | kW                | 0,8                  | 1,5       | 2         | 1                    | 2,4       | 2,7       | 1,5                  | 3,4       | 4,2       |
| Caudal de agua                           | l/h               | 139                  | 266       | 342       | 174                  | 411       | 470       | 260                  | 579       | 723       |
| Caída de presión (agua)                  | kPa               | 3                    | 11        | 16        | 9                    | 39        | 47        | 19                   | 76        | 111       |
| Volumen de agua                          | l                 | 0,50                 | 0,50      | 0,50      | 0,70                 | 0,70      | 0,70      | 1,00                 | 1,00      | 1,00      |
| <i>Niveles acústicos</i>                 |                   |                      |           |           |                      |           |           |                      |           |           |
| Pot. sonora en salida                    | dB                | 32                   | 53        | 60        | 33                   | 59        | 63        | 37                   | 57        | 64        |
| Pot. sonora aspiración                   | dB                | 31                   | 51        | 58        | 30                   | 55        | 59        | 33                   | 54        | 61        |
| <i>Datos eléctricos del motor</i>        |                   |                      |           |           |                      |           |           |                      |           |           |
| Potencia absorbida                       | W                 | 4                    | 22        | 59        | 5                    | 39        | 60        | 9                    | 43        | 100       |
| Intensidad                               | A                 | 0,04                 | 0,15      | 0,34      | 0,05                 | 0,33      | 0,47      | 0,11                 | 0,38      | 0,84      |

Tabla 14. Prestaciones fan-coils Carrier IdroFan 42EP certificadas por Eurovent

Atendiendo a los criterios mencionados, se ha seleccionado la combinación de fan-coils 42EP óptima para cada zona. La siguiente tabla recoge los equipos necesarios por planta. Los modelos y el número de fan-coils instalados en cada local puede ser consultado en el Anexo VII: “Equipos de la instalación”.

| <i>Planta</i> | <i>42EP Modelo 0</i> | <i>42EP Modelo 1</i> | <i>42EP Modelo 2</i> |
|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Baja          | 0                    | 38                   | 17                   |
| Primera       | 2                    | 40                   | 18                   |
| Segunda       | 2                    | 40                   | 18                   |
| Tercera       | 2                    | 40                   | 18                   |
| Cuarta        | 2                    | 40                   | 18                   |
| Quinta        | 4                    | 40                   | 12                   |
| Sexta         | 0                    | 36                   | 14                   |
| <b>TOTAL</b>  | <b>12</b>            | <b>274</b>           | <b>115</b>           |

Tabla 15. Fan-coils Carrier IdroFan 42EP instalados por planta

## 6.2 UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE

Para el pretratamiento del caudal de ventilación se han seleccionado cuatro climatizadores de aire primario del tipo todo aire exterior. Los climatizadores serán los encargados de tomar aire del exterior, filtrarlo y tratarlo térmicamente. Sin ser los responsables de vencer las cargas térmicas locales, los climatizadores disponen de una batería de frío y otra de calor para adecuar el aire de renovación en verano e invierno, respectivamente. El conjunto de climatizadores debe suministrar el caudal y las potencias de la siguiente tabla.

| <i>Planta</i> | <i>Caudal<br/>[m³/h]</i> | <i>P. Refrigeración<br/>[kW]</i> | <i>P. Calefacción<br/>[kW]</i> |
|---------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| Baja          | 5760                     | 17,38                            | 39,87                          |
| Primera       | 6165                     | 18,60                            | 42,67                          |
| Segunda       | 6165                     | 18,60                            | 42,67                          |
| Tercera       | 6165                     | 18,60                            | 42,67                          |
| Cuarta        | 6165                     | 18,60                            | 42,67                          |
| Quinta        | 5265                     | 15,89                            | 36,44                          |
| Sexta         | 4635                     | 13,98                            | 32,08                          |
| <b>TOTAL</b>  | <b>40320</b>             | <b>121,65</b>                    | <b>279,08</b>                  |

Tabla 16. Demanda térmica de los climatizadores de aire primario

Durante los meses de verano e invierno, el aire exterior tiene un nivel energético muy diferente al del aire interior. Por esta razón, existe un interés por transferir energía del aire extraído al aire nuevo aportado al sistema. Esto permite precalentar el aire exterior en invierno y refrescar el aire exterior en verano [4]. Para el aprovechamiento energético del caudal de extracción, las UTAs disponen de un recuperador higroscópico.

Los recuperadores rotativos almacenan el calor en la masa de un elemento giratorio. El caudal de aire exterior atraviesa la masa tomando o cediendo calor a la corriente de aire de extracción. Este tipo de recuperadores son compactos, alcanzan eficiencias de hasta el 85% y son capaces de intercambiar calor latente [4].

Considerando nuevamente las dimensiones, la eficiencia, el consumo energético y el coste de los equipos, se han previsto cuatro climatizadores del fabricante Trox. Las unidades de tratamiento de aire TKM 50 EASY se ofrecen en 11 tamaños e incorporan un recuperador rotativo, filtros planos de aire exterior y retorno y ventiladores EC (bloque base) [9]. Las prestaciones y las características técnicas de los equipos pueden ser consultadas en el Anexo IX: “Catálogos de los equipos”.

### **6.3 CIRCUITO DE AIRE**

El circuito de aire, comunicado por conductos, aporta, distribuye y suministra los caudales de impulsión, ventilación, retorno y extracción. Los climatizadores seleccionados, situados en la cubierta del edificio, son del tipo todo aire del exterior. Bajo condiciones de clima extremo, este aire exterior tiene un nivel energético muy diferente del aire interior [4]. El recuperador de calor de la UTA permite transmitir energía del aire extraído al caudal de ventilación previamente filtrado. Para reducir la carga de los equipos terminales, el aire primario será tratado por las baterías de frío y calor de los climatizadores durante los meses de verano e invierno, respectivamente.

El aire exterior será distribuido desde los climatizadores a las unidades interiores del edificio mediante conductos que suministraran el aire a través de reguladores de caudal constante. Una mezcla de aire exterior y aire recirculado será inyectada en los locales mediante una serie de conductos y difusores. Un segundo entramado de conductos será el encargado de dirigir el caudal de extracción nuevamente hacia el climatizador. Este caudal atravesará un filtro, previo a la entrada del recuperador, para finalmente ser liberado al exterior. El balance entre el caudal de inyección y el caudal de extracción resultará en una sobrepresión, evitando las infiltraciones.

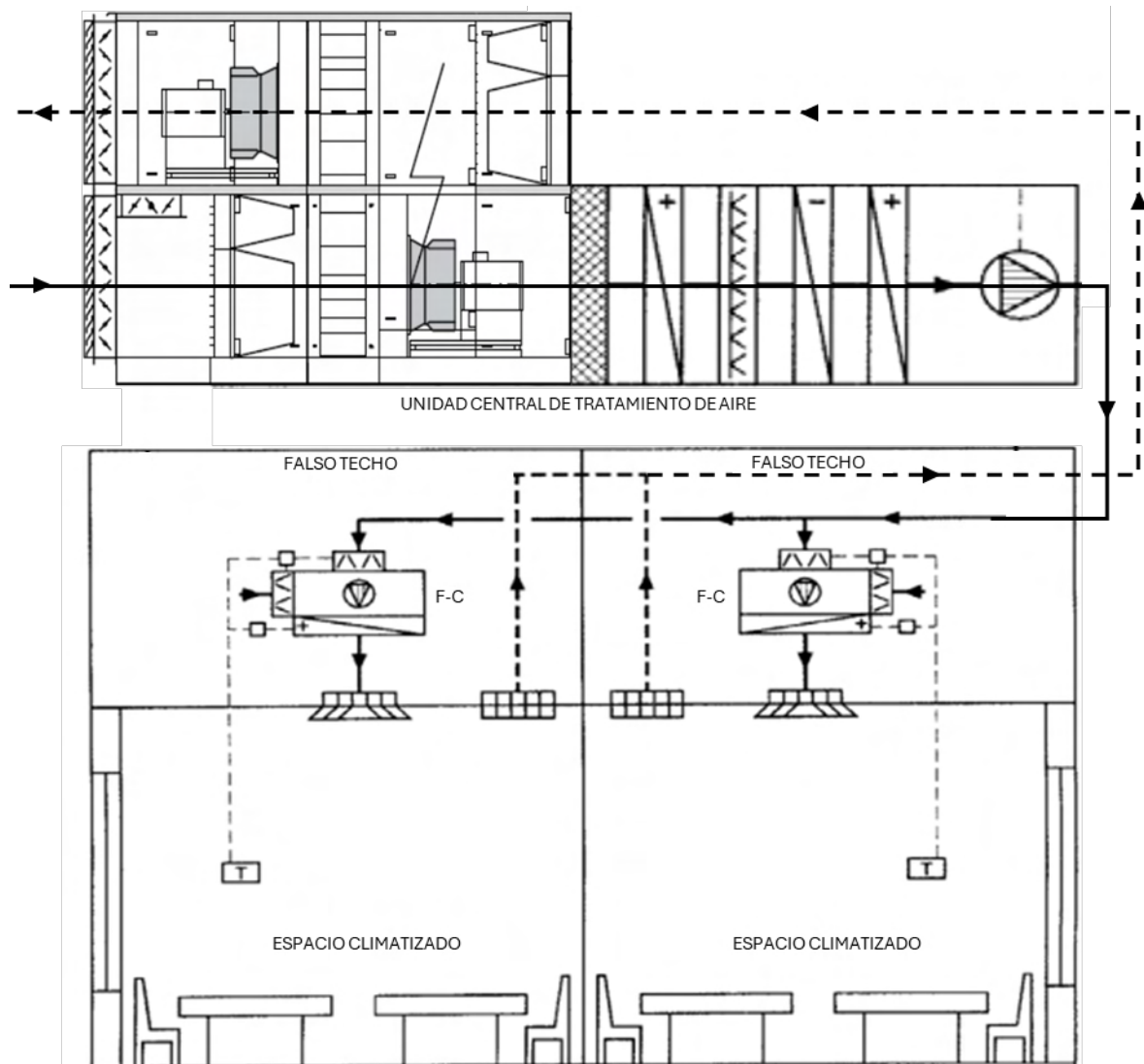


*Ilustración 4. Esquema simplificado del circuito de aire*

### 6.3.1 CAUDAL DE VENTILACIÓN

El caudal de ventilación será empleado para renovar el aire de los locales y así garantizar la calidad del aire interior. El aire exterior, pretratado por los climatizadores de la cubierta, será suministrado a cada una de las plantas del edificio a través una red de conductos y una serie de reguladores de caudal constante.

El RITE recoge las exigencias de calidad del aire interior para edificios de oficinas en función de la concentración de CO<sub>2</sub>. La clasificación IDA 2, establece un caudal por persona

de 12,5 l/s. Por otro lado, la normativa establece tres niveles de calidad para el aire exterior según:

| <i>Categoría</i> | <i>Descripción</i>                                                         |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| ODA 1            | Aire puro que puede contener partículas sólidas de forma temporal.         |
| ODA 2            | Aire con altas concentraciones de partículas.                              |
| ODA 3            | Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos.                  |
| ODA 4            | Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.     |
| ODA 5            | Aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas. |

*Tabla 17. Categorías de calidad del aire exterior (RITE)*

Se ha considerado un nivel de calidad del aire exterior ODA 2. Esta categoría es de aplicación cuando algún parámetro (concentración de contaminantes o partículas) excede los límites hasta un factor 1,5 [5].

Para determinar el caudal de ventilación se ha empleado el método indirecto por persona. Este método es válido para locales donde esté prohibido fumar, los ocupantes tengan una actividad metabólica en torno a 1,2 met y estos últimos sean los principales focos de emisión de contaminantes [5]. Este método se sirve del número de ocupantes del local (8 m<sup>2</sup> por persona) y del caudal de aire exterior por persona para determinar la ventilación necesaria según la siguiente fórmula:

$$Q_{vent} = n_{pers} \cdot Q_{pers} [m^3/h]$$

Donde:

- $n_{pers}$ , número de ocupantes del local [-]
- $Q_{pers}$ , caudal de aire exterior por persona [m<sup>3</sup>/h]

La siguiente tabla recoge la superficie a climatizar, la ocupación y el caudal de ventilación por planta.

| <i>Planta</i> | <i>Superficie<br/>[m<sup>2</sup>]</i> | <i>Ocupación<br/>[pers.]</i> | <i>Q ventilación<br/>[m<sup>3</sup>/h]</i> |
|---------------|---------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------|
| Baja          | 1038,86                               | 128                          | 5760                                       |
| Primera       | 1114,99                               | 137                          | 6165                                       |
| Segunda       | 1114,99                               | 137                          | 6165                                       |
| Tercera       | 1114,99                               | 137                          | 6165                                       |
| Cuarta        | 1114,99                               | 137                          | 6165                                       |

|              |                |            |              |
|--------------|----------------|------------|--------------|
| Quinta       | 939,99         | 117        | 5625         |
| Sexta        | 771,15         | 103        | 4635         |
| <b>TOTAL</b> | <b>7209,96</b> | <b>896</b> | <b>40680</b> |

*Tabla 18. Caudal de ventilación por planta*

### 6.3.2 CAUDAL DE IMPULSIÓN

El caudal de impulsión, inyectado en los locales a través de los elementos terminales, será el responsable de vencer las cargas térmicas. Una mezcla de aire del local y de aire exterior procedente del climatizador será tratada por los fan-coils. Estos últimos, gobernados por un termostato, serán los responsables de adecuar las condiciones del caudal a las condiciones internas del local.

Para calcular el caudal de impulsión teórico de las estancias se ha de contemplar la carga sensible efectiva de la previsión de cargas del local, el factor de by-pass y la temperatura de rocío de la batería. Para determinar este último valor, se ha de trazar una recta sobre el diagrama psicrométrico que atraviese las condiciones interiores del local con la pendiente establecida por el dial del factor de calor sensible. El factor de calor sensible es el cociente de la carga sensible del local entre de la suma de las cargas sensible y latente. Finalmente, la temperatura de rocío resulta de la intersección de esta recta con la curva de saturación del diagrama, 12°C. Por otro lado, también contempla la temperatura interior (25°C), el calor específico (0,24 Kcal/kg°C) y el volumen específico (0,84 m³/kg) del aire. El caudal de impulsión de los locales resulta de la siguiente ecuación:

$$Q_{imp} = \frac{Q_{sens\_efec}}{\frac{c_e}{v_e} \cdot (1-FB) \cdot (T_{int} - T_{roz})} [m^3/h]$$

Donde:

- $Q_{sens\_efec}$ , carga sensible efectiva [Kcal/h]
- FB, factor de by-pass de la batería [-]
- $T_{int}$ , temperatura interior del local [°C]
- $T_{roz}$ , temperatura de rocío de la batería [°C]
- $c_e$ , calor específico del aire [Kcal/kg°C]
- $v_e$ , volumen específico del aire [m³/kg]

Sin embargo, son los elementos terminales de tipo fan-coil los que establecen el caudal de impulsión real. Este caudal depende del modelo y de la velocidad del ventilador. Los equipos se han seleccionado para que, operando entorno a la velocidad media, sean capaces de vencer las cargas de los locales donde están instalados.

La siguiente tabla recoge la carga sensible efectiva y el caudal de impulsión por planta con los equipos terminales operando a velocidad media.

| <i>Planta</i> | <i>Q sensible efectiva<br/>[Kcal/h]</i> | <i>Q impulsión<br/>[m³/h]</i> |
|---------------|-----------------------------------------|-------------------------------|
| Baja          | 88847                                   | 19295                         |
| Primera       | 88226                                   | 20786                         |
| Segunda       | 87428                                   | 20786                         |
| Tercera       | 87428                                   | 20786                         |
| Cuarta        | 89280                                   | 20786                         |
| Quinta        | 77454                                   | 18508                         |
| Sexta         | 74275                                   | 17330                         |
| TOTAL         | 592938                                  | 138277                        |

Tabla 19. Caudal de impulsión por planta

### 6.3.3 CAUDAL DE RECIRCULACIÓN

El caudal de recirculación es el tomado del propio local para ser mezclado con el caudal de ventilación, tratado por los equipos terminales e inyectado nuevamente en el local. Cumpliendo con las exigencias de renovación del aire, resulta energéticamente interesante recircular parcialmente el aire del local. Esto se debe a que las condiciones interiores de las estancias son más próximas a las del caudal de impulsión que a las del aire tomado del exterior. Este caudal puede ser calculado mediante el siguiente balance entre el caudal de impulsión y el caudal de ventilación:

$$Q_{rec} = Q_{imp} - Q_{vent} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

Donde:

- $Q_{imp}$ , caudal de impulsión [m³/h]
- $Q_{vent}$ , caudal de recirculación del local [m³/h]

La siguiente tabla recoge los caudales de impulsión, ventilación y recirculación por planta.

| <i>Planta</i> | <i>Q impulsión<br/>[m³/h]</i> | <i>Q ventilación<br/>[m³/h]</i> | <i>Q recirculación<br/>[m³/h]</i> |
|---------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Baja          | 19295                         | 5760                            | 13535                             |
| Primera       | 20786                         | 6165                            | 14621                             |
| Segunda       | 20786                         | 6165                            | 14621                             |
| Tercera       | 20786                         | 6165                            | 14621                             |
| Cuarta        | 20786                         | 6165                            | 14621                             |
| Quinta        | 18508                         | 5625                            | 12883                             |
| Sexta         | 17330                         | 4635                            | 12695                             |
| <b>TOTAL</b>  | <b>138277</b>                 | <b>40680</b>                    | <b>97597</b>                      |

Tabla 20. Caudal de recirculación por planta

### 6.3.4 CAUDAL DE EXTRACCIÓN

El caudal de extracción, formado por el flujo de aire primario expulsado de todos los locales, compensa el caudal de ventilación inyectado para la renovación del aire. Este caudal será conducido nuevamente hacia los climatizadores donde, a su paso por el recuperador, se producirá un intercambio de calor con el aire tomado del exterior previo a su expulsión. La sobrepresión anteriormente mencionada, se logra imponiendo un caudal de extracción igual al 80% del caudal inyectado. Esta diferencia de caudales también ayudará a compensar aquellos locales no climatizados que tienen extracción, como los aseos.

$$Q_{extr} = 0,8 \cdot Q_{vent} [m^3/h]$$

Donde:

- $Q_{vent}$ , caudal de ventilación [m³/h]

La siguiente tabla recoge el caudal de ventilación y el caudal de extracción por planta.

| <i>Planta</i> | <i>Q ventilación<br/>[m³/h]</i> | <i>Q extracción<br/>[m³/h]</i> |
|---------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Baja          | 5760                            | 4608                           |
| Primera       | 6165                            | 4932                           |
| Segunda       | 6165                            | 4932                           |
| Tercera       | 6165                            | 4932                           |
| Cuarta        | 6165                            | 4932                           |
| Quinta        | 5625                            | 4500                           |
| Sexta         | 4635                            | 3708                           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>40680</b>                    | <b>32544</b>                   |

Tabla 21. Caudal de extracción por planta

A modo resumen, la siguiente tabla recoge los caudales de ventilación, impulsión, recirculación y extracción de cada una de las plantas climatizadas. El desglose por local de todos los caudales puede ser consultado en el Anexo III: “Caudales de aire”.

| Planta  | $Q$ ventilación<br>[m <sup>3</sup> /h] | $Q$ impulsión<br>[m <sup>3</sup> /h] | $Q$ recirculación<br>[m <sup>3</sup> /h] | $Q$ extracción<br>[m <sup>3</sup> /h] |
|---------|----------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
| Baja    | 5760                                   | 19295                                | 13535                                    | 4608                                  |
| Primera | 6165                                   | 20786                                | 14621                                    | 4932                                  |
| Segunda | 6165                                   | 20786                                | 14621                                    | 4932                                  |
| Tercera | 6165                                   | 20786                                | 14621                                    | 4932                                  |
| Cuarta  | 6165                                   | 20786                                | 14621                                    | 4932                                  |
| Quinta  | 5625                                   | 18508                                | 12883                                    | 4500                                  |
| Sexta   | 4635                                   | 17330                                | 12695                                    | 3708                                  |
| TOTAL   | 40680                                  | 138277                               | 97597                                    | 32544                                 |

Tabla 22. Caudales de ventilación, impulsión, recirculación y extracción por planta

### 6.3.5 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTOS

Una vez definidos los caudales de aire necesarios, se procede al dimensionamiento de los conductos por los que circularán. Para determinar el caudal de aire que circula por cada tramo, se suman los caudales aguas arriba de la red. Para la selección de los diámetros circulares equivalentes de cada tramo se ha establecido una pérdida de carga por metro lineal inferior a 0,1 mm.c.a./ml y una velocidad máxima de 7m/s. Además, se selecciona el menor diámetro que cumpla las anteriores condiciones con el fin de optimizar el espacio sobre el falso techo y ahorrar costes.

Entrando con el caudal de cada tramo en el “Diagrama para el cálculo de pérdidas de carga de aire de los conductos”, disponible en el Anexo VII: “Gráficos y tablas para el cálculo”, se identifica la sección circular equivalente (interpolando aquellos valores no tabulados). No obstante, la sección de los conductos será rectangular para un mejor aprovechamiento del espacio. Para la selección de los conductos rectangulares a partir de los diámetros se emplea el “Diagrama de transformación de los conductos rectangulares en conductos circulares” también disponible en el Anexo VII. Este diagrama permite identificar las parejas de cotas (de conductos rectangulares) equivalentes a un conducto circular de un determinado diámetro. Para la selección de parejas se impone un factor de forma menor o igual a 3. Es decir, la cota mayor no puede ser mayor que tres veces la cota menor. Esta medida reduce el

riesgo de pandeo y la necesidad de reforzar el conducto. Para simplificar la instalación, las cotas se redondean a múltiplos de 50mm. En el documento anexo “Planos de la instalación” se encuentra la representación de la red de conductos con las dimensiones asignadas a cada tramo.

### 6.3.6 VENTILADORES

Disponiendo de los caudales de aire y las dimensiones de los conductos, se procede a seleccionar los ventiladores encargados de distribuir el aire a través de la red. Para el dimensionamiento de los ventiladores se calcula la pérdida de carga del recorrido más desfavorable de cada circuito: ventilación y extracción. El edificio cuenta con cuatro circuitos de ventilación y de extracción (uno por cada UTA) muy similares entre sí. Los climatizadores disponen de un ventilador de impulsión para la ventilación y de otro ventilador de retorno para la extracción.

La pérdida de carga depende de la longitud física de cada tramo y de las pérdidas unitarias asociadas al conducto seleccionado en el apartado anterior. Los recorridos más desfavorables de cada circuito son los descritos a continuación.

- Circuito de ventilación: Comunica la UTA-A con el fan-coil FC-2 del despacho O.24 de la Planta Baja.
- Circuito de extracción: Comunica la UTA-B con el vestíbulo de entrada de la Planta Baja.

Por otro lado, se contempla la longitud equivalente del tipo de acceso y de los elementos accesorios de la red según las tablas recogidas en el Anexo VII: “Gráficos y tablas para el cálculo”. Se emplean hojas de cálculo Excel para determinar la pérdida de carga que los ventiladores deberán vencer. El detalle de cada tramo del recorrido más desfavorable de los circuitos se encuentra disponible en el Anexo IV: “Cálculo de pérdidas de carga”.

| <i>Circuito</i> | <i>Caudal<br/>[l/h]</i> | <i>Pérdida de carga<br/>[mm.c.a]</i> |
|-----------------|-------------------------|--------------------------------------|
| Ventilación     | 10164,5                 | 12,01                                |
| Extracción      | 8064,0                  | 9,34                                 |

Tabla 23. Pérdida de carga de los circuitos de ventilación y extracción

### 6.3.7 DIFUSORES

Los difusores cumplen la función de distribuir el aire tratado por los fan-coils de manera uniforme y eficiente en los locales. La instalación emplea difusores lineales para los despachos y difusores de techo para las zonas centrales de oficinas.

Para los despachos se emplean los difusores lineales para instalación en techo VSD35 de TROX. Cuentan con difusor lineal frontal de 35 mm y deflectores de aire regulables de manera individual. Los difusores se emplean en los tamaños nominales 1200 y 1950 mm. Estos difusores, en la configuración 1200mm y cuatro ranuras, son capaces de suministrar 306 m<sup>3</sup>/h de aire de impulsión con una potencia sonora de 34 dB. En el tamaño de 1950 mm y 3 ranuras suministran 360 m<sup>3</sup>/h con una potencia sonora de 35 dB [10].

Por otro lado, para las zonas centrales se opta por los difusores de techo VDW de TROX. Estos difusores cuentan con un bajo nivel de potencia sonora incluyen deflectores de aire regulables manualmente. Se eligen en su variante cuadra y tamaño 400x16 integrado en placa 600×600 mm. Estos difusores son capaces de suministrar 360 m<sup>3</sup>/h de aire de impulsión con una potencia sonora inferior a 40 dB [11].

A continuación, se indica el número de difusores de cada tipo por planta. El desglose por local puede consultarse en el Anexo VIII: “Equipos de la instalación” y las características técnicas en el Anexo IX: “Catálogos de los equipos”.

| <i>Planta</i> | <i>VSD35 1200mm<br/>[uds.]</i> | <i>VSD35 1950mm<br/>[uds.]</i> | <i>VDW 400x16<br/>[uds.]</i> |
|---------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Baja          | 84                             | 4                              | 32                           |
| Primera       | 92                             | 4                              | 40                           |
| Segunda       | 92                             | 4                              | 40                           |
| Tercera       | 92                             | 4                              | 40                           |
| Cuarta        | 92                             | 4                              | 40                           |
| Quinta        | 80                             | 8                              | 40                           |
| Sexta         | 80                             | 4                              | 32                           |
| <b>TOTAL</b>  | <b>612</b>                     | <b>32</b>                      | <b>264</b>                   |

*Tabla 24. Modelo y número de difusores por planta*

La distribución de los difusores se muestra en los planos de la red de conductos del documento anexo “Planos de la instalación”.

### 6.3.8 REJILLAS

Una parte del caudal de aire impulsado en los locales se recircula nuevamente hacia los fan-coils (caudal de recirculación) y otra es expulsada al exterior a través de los climatizadores (caudal de extracción). Las rejillas, instaladas en el falso techo de cada sala, permiten que el aire regrese al sistema de climatización.

Para la selección del número y el modelo de rejillas se atiende al caudal de extracción unitario. Este último ha de garantizar el flujo de caudales previamente calculados, manteniendo el edificio en sobre presión. De esta forma, las rejillas han de ser capaces de evacuar simultáneamente los caudales de recirculación y de extracción.

Se emplearán las rejillas de lamas fijas a 45° sin compuerta de regulación ARP-A del proveedor TROX en su tamaño 565x565 (compatibles con el techo falso previsto). Estas rejillas tienen una dimensión exterior de 592x592 mm y una sección efectiva de 0,12 m<sup>2</sup>. Se establece un nivel de potencia sonora máxima de 40 dB. Para garantizar el confort de los ocupantes, el caudal máximo por rejilla se fija en 400 m<sup>3</sup>/h.

La siguiente tabla muestra el número de rejillas por planta. El desglose por local puede consultarse en el Anexo VIII: “Equipos de la instalación”. Además, en la representación de la red de conductos del documento anexo “Planos de la instalación” se incluye la distribución de las rejillas.

| <i>Planta</i> | <i>Q retorno<br/>[m<sup>3</sup>/h]</i> | <i>Nº de rejillas<br/>[-]</i> | <i>Q máx. rejillas<br/>[m<sup>3</sup>/h]</i> |
|---------------|----------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------------------|
| Baja          | 18143                                  | 57                            | 22800                                        |
| Primera       | 19553                                  | 60                            | 24000                                        |
| Segunda       | 19553                                  | 60                            | 24000                                        |
| Tercera       | 19553                                  | 60                            | 24000                                        |
| Cuarta        | 19553                                  | 60                            | 24000                                        |
| Quinta        | 17455                                  | 58                            | 23200                                        |
| Sexta         | 16403                                  | 54                            | 21600                                        |
| TOTAL         | 130213                                 | 409                           | 163600                                       |

Tabla 25. Caudal de retorno y número de rejillas por planta

### 6.3.9 COMPUERTAS CORTAFUEGO

En caso de incendio las compuertas cortafuego cierran los sectores de incendio evitando el paso del fuego y del humo a través de la red de conductos [7]. La instalación está protegida por las compuertas FK2-EU de TROX. Estas se disparan a una temperatura de 72 °C o 95 °C mediante un fusible bimetálico [12]. Las compuertas FK2-EU tienen una reducida pérdida de carga y potencia sonora con tamaños entre 200x100mm y 1500x800mm.

| <i>Planta</i> | <i>Circuito de Ventilación</i> |                                    | <i>Circuito de Extracción</i> |                                    |
|---------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------------------------------|
|               | <i>Dimensiones<br/>[mm]</i>    | <i>Nº de compuertas<br/>[uds.]</i> | <i>Dimensiones<br/>[mm]</i>   | <i>Nº de compuertas<br/>[uds.]</i> |
| Baja          | 400x250                        | 2                                  | 350x200                       | 2                                  |
|               | 300x250                        | 2                                  | 300x200                       | 1                                  |
|               | 250x200                        | 1                                  | 250x200                       | 2                                  |
|               | -                              | -                                  | 200x200                       | 1                                  |
| Primera       | 400x250                        | 4                                  | 350x200                       | 4                                  |
| Segunda       | 400x250                        | 4                                  | 350x200                       | 4                                  |
| Tercera       | 400x250                        | 4                                  | 350x200                       | 4                                  |
| Cuarta        | 400x250                        | 4                                  | 350x200                       | 4                                  |
| Quinta        | 400x200                        | 4                                  | 300x200                       | 4                                  |
| Sexta         | 350x200                        | 4                                  | 300x200                       | 4                                  |

Tabla 26. Modelo y número de difusores por planta

La distribución de las compuertas se muestra en los planos de la red de conductos del documento anexo “Planos de la instalación” y es posible consultar las características técnicas en el Anexo IX: “Catálogos de los equipos”.

### 6.3.10 REGULADORES DE CAUDAL

Los reguladores de caudal son los responsables de garantizar que todo local recibe la caudal ventilación apropiado. Estos irán insertados en la red de conductos próximos a la toma de 125 mm de aire exterior de cada uno de los fan-coils. La instalación emplea 401 reguladores de caudal de aire para inserción Trox VFL 125 con controlador de ejecución circular, funcionamiento autónomo y rango de caudales de aire entre 15 y 900 m<sup>3</sup>/h [13]. Su catálogo también se encuentra disponible en el Anexo IX.

## 6.4 CIRCUITO DE AGUA

El circuito de agua, comunicado por tuberías, distribuye los caudales de agua fría y caliente necesarios para el tratamiento térmico del aire. Los circuitos de agua transportan el agua desde los equipos de generación hasta las unidades interiores de los locales y los climatizadores de la cubierta. La distribución del agua se sirve de bombas para garantizar una impulsión capaz de vencer las pérdidas de carga debidas a la fricción con las tuberías y a los demás elementos de la red.

La red hidráulica está compuesta por tres circuitos primarios y cuatro circuitos secundarios. Los circuitos primarios son los responsables de suministrar agua desde los equipos de generación (enfriadoras y calderas) a los colectores de frío y de calor, respectivamente. La configuración suministra agua fría y agua caliente de forma independiente a los climatizadores y los fan-coils (sumando cuatro circuitos secundarios). Todos los circuitos cuentan con un entramado de tuberías para la impulsión del agua y una segura red de tuberías para el retorno.

### 6.4.1 PRODUCCIÓN DE FRÍO Y CALOR

Tanto las unidades interiores de tipo fan-coil como los climatizadores de aire primario emplean agua para el tratamiento del aire de ventilación y de impulsión. Para el dimensionamiento de los equipos de generación, se ha establecido una temperatura del agua de 7°C para refrigeración y de 50°C para calefacción. La siguiente tabla recoge la demanda térmica total del edificio del cálculo de cargas.

| <i>Planta</i> | <i>Refrigeración<br/>[kW]</i> | <i>Calefacción<br/>[kW]</i> |
|---------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Baja          | 130,49                        | 106,01                      |
| Primera       | 131,44                        | 97,35                       |
| Segunda       | 130,52                        | 95,12                       |
| Tercera       | 130,52                        | 95,12                       |
| Cuarta        | 132,67                        | 97,94                       |
| Quinta        | 114,72                        | 85,81                       |
| Sexta         | 108,04                        | 88,59                       |
| TOTAL         | 878,39                        | 665,93                      |

Tabla 27. Demanda térmica total del edificio

Para la producción de agua fría se han seleccionado dos enfriadoras de tornillo condensadas por aire Carrier 30XBE AquaForce en su tamaño 500. Estos equipos, con potencia nominal unitaria de 494 kW, emplean R134a como refrigerante y un evaporador multitubular inundado con reducida pérdida de carga [14]. Habiendo aplicado un factor de seguridad del 10% en el cálculo de cargas, esta configuración es capaz de cubrir más del 60% de la demanda de frío con tan solo una enfriadora operativa.

Para la producción de agua caliente se han previsto tres calderas de tipo pirotubular de condensación a gas Viessmann Vitocrossal 300 CI3. Se han seleccionado tres calderas en su modelo de 242 kW de potencia calorífica nominal. Esta configuración, operando en cascada, es capaz de suministrar 726kW para una temperatura del agua de 50°C con una eficiencia del 97,7%. Los quemadores cilíndricos de las calderas son aptos para gas natural o GLP con hasta un 20% de hidrógeno [15]. Además, está prevista la combustión al 100 % de hidrógeno con sencillas modificaciones

Las fichas técnicas de las enfriadoras y las calderas pueden ser consultadas en el Anexo IX: “Catálogos de los equipos”.

#### **6.4.2 CAUDAL DE AGUA**

Para satisfacer las demandas de refrigeración y calefacción de los locales, se suministrará agua fría y caliente a las baterías de los equipos de climatización. El caudal de agua requerido por los fan-coils y los climatizadores dependerá de la potencia demandada y del salto térmico de los equipos de generación. Para el cálculo de los caudales de agua se emplearán las potencias del apartado “Cálculo de cargas térmicas” correspondientes a los escenarios más desfavorables. El salto térmico es la diferencia de temperatura del agua entre la entrada y la salida de los equipos. En refrigeración toma un valor de 5°C, estableciendo una temperatura de 12°C a la entrada de las enfriadoras y de 7°C a la salida. En calefacción, se toma una temperatura del agua de 50°C a la entrada de las calderas y de 60°C a la salida, con un salto térmico de 10°C. Dado que el fluido caloportador es agua (con calor específico de 1 kcal/(kg·°C) y densidad de 1 kg/l) la ecuación se simplifica según:

$$Q_w = \frac{0,86 \cdot P}{\Delta T} [l/h]$$

Donde:

- $P$ , potencia térmica de refrigeración o calefacción [W]
- $\Delta T$ , salto térmico de las enfriadoras o las calderas [°C]

La siguiente tabla muestra los caudales de agua fría y caliente correspondientes a las unidades interiores, agrupados por planta. El desglose por local se encuentra disponible en el Anexo IV: “Caudales de agua”.

| <i>Planta</i> | <i>Q agua fría (7°C)<br/>[l/h]</i> | <i>Q agua caliente (60°C)<br/>[l/h]</i> |
|---------------|------------------------------------|-----------------------------------------|
| Baja          | 19455                              | 5688                                    |
| Primera       | 19409                              | 4702                                    |
| Segunda       | 19250                              | 4511                                    |
| Tercera       | 19250                              | 4511                                    |
| Cuarta        | 19619                              | 4753                                    |
| Quinta        | 16999                              | 4245                                    |
| Sexta         | 16177                              | 4859                                    |
| TOTAL         | 130159                             | 33269                                   |

Tabla 28. Caudales de agua de los fan-coils por planta

Por otro lado, la siguiente tabla recoge los caudales de agua de los climatizadores para los escenarios más desfavorables de verano e invierno:

| <i>Q agua fría (7°C)<br/>[l/h]</i> | <i>Q agua caliente (60°C)<br/>[l/h]</i> |
|------------------------------------|-----------------------------------------|
| 20924                              | 24001                                   |

Tabla 29. Caudal de agua de los climatizadores

De esta forma, la demanda total de agua fría y caliente del edificio resulta:

| <i>Q agua fría (7°C)<br/>[l/h]</i> | <i>Q agua caliente (60°C)<br/>[l/h]</i> |
|------------------------------------|-----------------------------------------|
| 151083                             | 57270                                   |

Tabla 30. Caudal de agua total del edificio

### 6.4.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS

Una vez calculados los caudales de agua necesarios, se procede al dimensionamiento de las tuberías por las que circularán. Para determinar el caudal de agua que circula por cada tramo, se suman los caudales aguas arriba de la red. Para la selección de los diámetros se ha

establecido una pérdida de carga máxima de 20 mm.c.a./m, con una velocidad inferior a 1,5 m/s en planta y 2 m/s por verticales.

Se hace uso de tablas basadas en el diagrama de Moody y en las ecuaciones de Poiseuille, Blasius y Kármán-Prandtl disponibles en el Anexo VII: “Gráficos y tablas para el cálculo”. Con los caudales de cada tramo y las condiciones anteriores como inputs, se determina el diámetro para tuberías de acero DIN 2440 y 2448, la velocidad del agua y la pérdida de carga asociada.

Se consideran tres circuitos primarios y cuatro circuitos secundarios:

- Circuito Primario 1 (CP1): Transporta agua de la enfriadora 1 al colector de frío.
- Circuito Primario 2 (CP2): Transporta agua de la enfriadora 1 al colector de frío.
- Circuito Primario 3 (CP3): Transporta agua del módulo de calderas al colector de calor.
- Circuito Secundario 1 (CS1): Suministra agua fría a las unidades interiores de los locales.
- Circuito Secundario 2 (CS2): Suministra agua caliente a las unidades interiores de los locales.
- Circuito Secundario 3 (CS3): Suministra agua fría a los climatizadores de la cubierta.
- Circuito Secundario 4 (CS4): Suministra agua caliente a los climatizadores de la cubierta.

En el documento anexo “Planos de la instalación” se encuentra la representación de la red hidráulica con los diámetros asignados a cada tramo de tubería.

#### **6.4.4 BOMBAS**

Una vez definidos los caudales de agua de la instalación y los diámetros de la red de tuberías, se procede al dimensionamiento de las bombas que impulsaran el fluido caloportador. Para calcular la pérdida de carga del recorrido más desfavorable se ha de considerar la longitud física de cada tramo y la pérdida de carga (expresada en mm.c.a./m) asignada a cada tramo de tubería en el apartado anterior. Los recorridos más desfavorables de cada circuito son los descritos a continuación.

- Circuito Primario 1 (CP1): Recorrido único.
- Circuito Primario 2 (CP2): Recorrido único.
- Circuito Primario 3 (CP3): Recorrido único.
- Circuito Secundario 1 (CS1): Comunica el colector de frío con el fan-coil FC-2 del despacho O.11 de la Planta Baja.
- Circuito Secundario 2 (CS2): Comunica el colector de calor con el fan-coil FC-2 del despacho O.26 (próximo a la fachada oeste) de la Planta Baja.
- Circuito Secundario 3 (CS3): Comunica el colector de frío con la UTA-B.
- Circuito Secundario 4 (CS4): Comunica el colector de calor con la UTA-A.

Por otro lado, se ha de considerar la contribución de los elementos accesorios de la red como codos, tes o reducciones. Para ello, se ha empleado la tabla de longitudes equivalentes de los elementos accesorios disponible en el Anexo VII: “Gráficos y tablas para el cálculo”. Para aquellos valores no recogidos en la tabla, se ha calculado la longitud equivalente mediante regresiones lineales. La pérdida de carga debe ser mayorada al doble, pues la bomba debe impulsar el agua a través del circuito de impulsión y el de retorno. Además, se han de contemplar las pérdidas asociadas a la valvulería de las baterías de los elementos terminales (fan-coils y climatizadores) y la pérdida de carga de la propia bomba.

La pérdida de carga en las baterías y la valvulería de control de los climatizadores se fija en 3 m.c.a para la batería de frío y 2 m.c.a para la batería de calor. En el caso de los fan-coils, se tomarán los valores indicados por el fabricante en el catálogo de los equipos recogidos en la siguiente tabla:

|                                          |     | <b>42EP Modelo 0</b> |           |           | <b>42EP Modelo 1</b> |           |           | <b>42EP Modelo 2</b> |           |           |
|------------------------------------------|-----|----------------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|-----------|
| <i>Velocidad del ventilador</i>          |     | <i>BV</i>            | <i>MV</i> | <i>AV</i> | <i>BV</i>            | <i>MV</i> | <i>AV</i> | <i>BV</i>            | <i>MV</i> | <i>AV</i> |
| <i>Modo refrigeración (cuatro tubos)</i> |     |                      |           |           |                      |           |           |                      |           |           |
| Caída de presión (agua)                  | kPa | 1                    | 5         | 8         | 3                    | 20        | 26        | 7                    | 45        | 69        |
| <i>Modo calefacción (cuatro tubos)</i>   |     |                      |           |           |                      |           |           |                      |           |           |
| Caída de presión (agua)                  | kPa | 3                    | 11        | 16        | 9                    | 39        | 47        | 19                   | 76        | 111       |

*Tabla 31. Pérdida de carga en las baterías de los fan-coils*

Atendiendo al cálculo de cargas, se toma la pérdida de carga en las baterías de frío a velocidad media para el circuito de refrigeración. Del mismo modo y, considerando que la

capacidad de calefacción de los equipos es superior a la demandada, se toma la pérdida de carga en la batería de calor a velocidad baja para el circuito de agua caliente.

El detalle de la conexión a las bombas y a las baterías de los climatizadores y los fan-coils se encuentra disponible en el Anexo VII: “Gráficos y tablas para el cálculo”.

Para los circuitos con fan-coils como elemento terminal, se ha de considerar una válvula de corte (válvula de bola), una válvula de regulación micrométrica y un filtro de agua. Además, para el conexionado de las bombas se emplean dos válvulas de corte, una válvula de retención de clapeta oscilante, dos manguitos antivibratorios (equivalente a una válvula de corte), una válvula de regulación micrométrica y un filtro de agua. Estos parámetros y coeficientes son introducidos en las hojas de cálculo Excel para determinar las pérdidas de carga de la red.

A continuación, se muestran los resultados del cálculo de las alturas efectivas de los circuitos y las bombas seleccionadas para vencerlas. Las hojas de cálculo Excel del Anexo VI: “Cálculo de alturas efectivas” detallan las longitudes, los diámetros, la velocidad y la pérdida de los accesorios de los tramos de tubería que componen cada circuito.

| <i>Circuito</i> | <i>Caudal<br/>[l/h]</i> | <i>Altura efect.<br/>[mca]</i> | <i>Modelo de bomba<br/>(Grundfos)</i> | <i>Nº bombas<br/>+ reserva</i> | <i>Altura máx.<br/>[mca]</i> | <i>Variador<br/>frecuencia</i> |
|-----------------|-------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| CP1             | 75541                   | 5,99                           | TP 150-70/4 A-F-A-BQQE-LW3            | 1+1                            | 7                            | NO                             |
| CP2             | 75541                   | 6,32                           | TP 150-70/4 A-F-A-BQQE-LW3            | 1+1                            | 7                            | NO                             |
| CP3             | 57270                   | 2,54                           | TPE 125-60/4 A-F-A-BQQE-IWA           | 1+1                            | 6                            | NO                             |
| CS1             | 130159                  | 14,87                          | TPE 125-160/4 A-F-A-BQQE-MWA          | 2+1                            | 16                           | SI                             |
| CS2             | 33269                   | 9,88                           | TPE 100-110/4 A-F-A-BQQE-JWA          | 1+1                            | 11                           | SI                             |
| CS3             | 20924                   | 8,19                           | TPE 100-90/4 A-F-A-BQQE-IWA           | 1+1                            | 9                            | SI                             |
| CS4             | 24001                   | 5,97                           | TPE 100-65/4 A-F-A-BQQE-GWA           | 1+1                            | 6,5                          | SI                             |

Tabla 32. Altura y caudales de los circuitos. Bombas seleccionadas

Se han seleccionado las bombas del proveedor Grundfos. Las bombas de los circuitos secundarios están provistas de variadores de velocidad, pues en los circuitos primarios los caudales serán constantes. En todos los circuitos se ha optado por una configuración con una única bomba más la de reserva, a excepción del circuito secundario de agua fría de los fan-coils (dos en paralelo + una de reserva). Las especificaciones de equipos pueden ser consultadas en el Anexo IX: “Catálogos de los equipos”.

### 6.4.5 VASOS DE EXPANSIÓN

Los vasos de expansión cumplen la función de absorber los incrementos de volumen del fluido caloportador en los circuitos de refrigeración y calefacción. Estos equipos permiten mantener estable la presión del entramado de tuberías frente a las variaciones de volumen producidas por los cambios en la temperatura del agua. Se consideran dos vasos de expansión, uno acoplado al colector de frío y otro al de calor. De esta forma, un primer vaso asumirá las variaciones de volumen de los circuitos de agua fría (CP1, CP2, CS1 y CS3) y el segundo las de los circuitos de agua caliente (CP3, CS2 y CS4).

El volumen de expansión depende del volumen de agua de la instalación, la temperatura máxima del fluido y las presiones del fluido. El volumen de agua de la instalación se calcula estimando 15 litros por cada kW de potencia de los equipos de generación.

Por otro lado, el coeficiente de dilatación del fluido contempla las temperaturas máximas y mínimas de la instalación. El agua trabaja a una temperatura de 60°C en calefacción y de 7°C en refrigeración. Sin embargo, se considera a instalación parada en verano una temperatura máxima del circuito de agua fría de 35°C. Además, por seguridad se dimensionará el vaso de expansión del circuito de agua caliente para una temperatura de 80°C. El coeficiente de dilatación se determina empleando la siguiente expresión:

$$C_e = (3,24 \cdot T^2 + 102,13 \cdot T - 2708,3) \cdot 10^{-6} [-]$$

Donde:

- T, temperatura del agua [°C]

Finalmente, para el dimensionamiento de los vasos de expansión se calcula el coeficiente de presiones. Este depende de los posibles incrementos por la presión disponible de la bomba (presión absoluta de 3,5 bares) y la presión mínima más la altura desde el vaso hasta el punto más alto del circuito igual a 1,5 bares.

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

Donde:

- $P_M$ , incremento por presión disponible de la bomba [bar]
- $P_m$ , presión mínima y altura del vaso [bar]

De esta forma, es posible determinar el volumen de expansión del vaso según:

$$V_{exp} = V_a \cdot C_e \cdot C_p [-]$$

Donde:

- $V_a$ , volumen de agua del circuito [L]
- $C_e$ , coeficiente de dilatación [-]
- $C_p$ , coeficiente de presiones [-]

| <i>Circuito</i> | <i>T [°C]</i> | <i>P<sub>gen</sub> [kW]</i> | <i>V<sub>a</sub> [L]</i> | <i>C<sub>e</sub> [-]</i> | <i>C<sub>p</sub> [-]</i> | <i>V<sub>exp</sub> [L]</i> |
|-----------------|---------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|
| Agua fría       | 80            | 878,39                      | 13175,8                  | 0,004835                 | 1,75                     | 111,5                      |
| Agua caliente   | 35            | 665,93                      | 9989,0                   | 0,026198                 | 1,75                     | 458,0                      |

*Tabla 33. Dimensionamiento de los vasos de expansión*

Se seleccionan los vasos de expansión Sedical Reflex N para sistemas cerrados de calefacción y refrigeración. En el colector de frío se instala el vaso Reflex N 200 con un volumen de 200 litros y en el colector de calor se instala el vaso Reflex N 500 con un volumen de 500 litros.

## **Capítulo 7. JUSTIFICACIÓN CUMPLIMIENTO DEL RITE**

Según lo estipulado en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (R.D. 1027/2007 del 20 de julio), se justifica el cumplimiento de los requisitos de los apartados IT 1.2.3 e IT 1.3.3, además de la elaboración de un "Manual de Uso y Mantenimiento" conforme al artículo 16.

### **7.1 IT 1.2 EXIGENCIA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

#### **7.1.1 GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO (IT 1.2.4.1)**

Los equipos de generación están dimensionados para suministrar la potencia necesaria con todos los equipos operando simultáneamente a plena carga máxima, según se especifica en el *Capítulo 4* del presente documento.

Las unidades de producción de frío y de calor están configuradas en paralelo, permitiendo el funcionamiento independiente y la operación a cargas parciales con una eficiencia cercana a la máxima.

Las calderas seleccionadas son de tipo condensación y de alta eficiencia, cumpliendo con el rendimiento exigido por el Real Decreto 275/1995 del 24 de febrero. Dado que la instalación de calefacción precisa una potencia nominal superior los 400 KW, se instalarán tres calderas con quemadores modulares.

El grupo frigorífico seleccionado tiene un coeficiente de eficiencia energética (EER) de 3,2 y a temperatura del agua refrigerada a la salida de las enfriadoras se mantendrá constante a 7°C, con independencia de la carga de funcionamiento.

### **7.1.2 REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS (IT 1.2.4.2)**

Todas las tuberías y accesorios del interior y el exterior del edificio se aislarán con coquillas de espuma elastomérica, cumpliendo con los espesores mínimos definidos en la IT 1.2.4.2.1.2. Además, los tramos exteriores se protegerán con chapa de aluminio y las tuberías de agua fría equiparán una barrera de vapor. Así mismo, los conductos de aire de impulsión y de retorno se aislarán según a la IT 1.2.4.2.2 y vendrán protegidos con chapa de aluminio en el exterior [21]

La selección de los elementos de distribución de aire contempla la caída de presión máxima establecida en la IT 1.2.4.2.4. Los motores eléctricos cumplirán con los criterios de eficiencia energética de la IT 1.2.4.2.6.

### **7.1.3 CONTROL (IT 1.2.4.3)**

Cada local climatizado contará con un control automático individualizado para adaptar el consumo energético a las variaciones de la carga térmica. Los subsistemas podrán detenerse de forma independiente cuando no estén en uso [21].

La temperatura de impulsión de agua caliente en los circuitos secundarios estará gobernada por un sistema de control que contemple las condiciones exteriores.

Las condiciones interiores serán reguladas mediante el control de las baterías de refrigeración y calefacción de los climatizadores y unidades terminales, humectadores de vapor en climatizadores y unidades de tratamiento de aire primario [21].

### **7.1.4 CONTABILIZACIÓN DE CONSUMOS (IT 1.2.4.4)**

La instalación estará equipada con dispositivos para medir su consumo eléctrico. Las mediciones de los distintos equipos serán independientes. Se controlarán las horas de funcionamiento de los equipos de climatización y el número de arranques de los compresores de las enfriadoras.

### **7.1.5 RECUPERACIÓN DE ENERGÍA (IT 1.2.4.5)**

La velocidad en las compuertas de admisión y expulsión de aire no superará los 6 m/s. Los climatizadores disponen de recuperadores de calor para el aprovechamiento energético del aire expulsado al exterior. Todos los recuperadores se ceñirán a los criterios de eficiencia y pérdida de carga definidos en la IT 1.2.4.5.2 [21].

### **7.1.6 APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES (IT 1.2.4.6)**

La producción de agua caliente sanitaria (fuera del alcance del proyecto), podrá cubrirse parcialmente con paneles solares en el espacio disponible en la segunda cubierta.

### **7.1.7 LIMITACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE ENERGÍA CONVENCIONAL (IT 1.2.4.7)**

El sistema de calefacción no utilizará energía eléctrica directa por efecto Joule y las estancias no habitables no estarán climatizados.

## **7.2 EXIGENCIA DE SEGURIDAD**

### **7.2.1 GENERACIÓN DE FRÍO Y CALOR (IT 1.3.4.1)**

Las calderas cumplirán con la normativa establecida en el Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio. Contarán con certificación de conformidad y se integrarán con las bombas primarias en el sistema de control mediante detectores de flujo. El circuito primario de agua fría también tendrá un detector de flujo.

Las salas de máquinas cumplirán con los siguientes requisitos:

- La permeabilidad de las puertas será inferior a  $1 \text{ l/s}\cdot\text{m}^3$  bajo una presión diferencial de 100 Pa, no habrá tomas de ventilación que comuniquen con otros locales y los cerramientos evitarán filtraciones de humedad.

- Las salas dispondrán de un sistema de saneamiento para desagüe por gravedad y habrá suficiente espacio para mover los equipos desde el interior al exterior de la sala.
- Las conexiones entre calderas y chimeneas serán totalmente accesibles.
- En el interior de la sala habrá indicaciones claras de:
  - Un plano del esquema de la instalación e instrucciones para detenerla.
  - El contacto del responsable de mantenimiento.
  - Ubicación de equipos de extinción y extintores cercanos.

En la sala de calderas se instalará un sistema de detección de fugas y corte de gas, conforme a las normas UNE-EN 50194, UNE-EN 50244, UNE-EN 61779-1 y UNE-EN 61779-4.

La sala de calderas dispondrá de ventilación natural a nivel superior e inferior, según normativa. Cada caldera tendrá su propio conducto de evacuación. Diseñadas según las normas UNE-EN 13384-1, UNE-EN 13384-2 y UNE 123001, estarán fabricadas en acero inoxidable y equiparán un detector de residuos.

### **7.2.2 REDES DE TUBERÍAS Y CONDUCTOS (IT 1.3.4.2)**

Se emplearán elementos flexibles para la conexión de tuberías a equipos con potencia superior a 3 kW. Se introducirán puntos de vaciado parcial a lo largo de la red y el vaciado total se situará en el punto más bajo, con una válvula de corte sin maneta conforme a la IT 1.3.4.2.3.

En los puntos altos de los circuitos hidráulicos se instalarán purgas de aire. Los depósitos de expansión serán de tipo cerrado, diseñados conforme a la norma UNE 100155 y tendrán una válvula de seguridad. Todos los circuitos hidráulicos tendrán filtros con una malla de 1 mm.

Los conductos de aire metálicos cumplirán con la norma UNE-EN 12237 y los de plancha de fibra de vidrio con la UNE-EN 13403. Tendrán un revestimiento interior que posibilite las operaciones de higienización de la norma UNE 100012. Las velocidades y la presión de la red cumplirán con las normas UNE-EN 12237 y UNE-EN 13403.

### **7.2.3 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (IT 1.3.4.3)**

Se instalarán sistemas de detección de incendios y de extinción por gas conforme a las normas UNE-EN 15004-1 y UNE-EN 12094-1 en las salas de máquinas y espacios donde se ubiquen equipos de generación de frío y calor. Además, Se instalarán extintores portátiles en lugares estratégicos, cumpliendo con la norma UNE-EN 3.

Se diseñarán compartimentos cortafuegos en torno a las salas de máquinas, equipos de climatización y áreas de almacenamiento de combustibles. Estos tendrán una resistencia al fuego mínima EI 120, conforme a la norma UNE-EN 1366. Los conductos de aire dispondrán de compuertas cortafuegos automáticas, que se cerrarán en respuesta a señales del sistema de detección de incendios.

El sistema ventilación deberá garantizar la extracción de humos en caso de incendio, conforme a la norma UNE 23585. Los ventiladores de extracción de humos dispondrán de la correspondiente certificación de funcionamiento a altas temperaturas, de acuerdo con la norma UNE-EN 12101-3.

### **7.2.4 SEGURIDAD DE UTILIZACIÓN (IT 1.3.4.4)**

Las que puedan alcanzar temperaturas superiores a 60 °C no serán accesibles, a excepción de los emisores de calor, cuya temperatura máxima será inferior a 80 °C. Los equipos de la instalación se situarán de manera que se facilite su limpieza, mantenimiento y operación. Los dispositivos de medición, control y protección serán visibles y de fácil acceso.

### 7.3 MANUAL DE USO Y MANTENIMIENTO (IT 3.3)

Al tratarse de un sistema con una potencia térmica instalada superior a 70 kW, se deberán las siguientes actividades con la periodicidad indicada:

| <i>Actividad</i>                                                                   | <i>Periodicidad</i> |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| Limpieza de evaporadores                                                           | Anual               |
| Limpieza de condensadores                                                          | Anual               |
| Comprobación de estanqueidad y niveles de refrigerante y aceite de las enfriadoras | Mensual             |
| Comprobación y limpieza del circuito de humos de calderas                          | Bianual             |
| Comprobación y limpieza, si procede, de conductos de humos y chimenea              | Bianual             |
| Limpieza del quemador de la caldera                                                | Mensual             |
| Revisión del vaso de expansión                                                     | Mensual             |
| Revisión de los sistemas de tratamiento de agua                                    | Mensual             |
| Comprobación de material refractario                                               | Bianual             |
| Comprobación de estanquidad del cierre entre quemador y caldera                    | Mensual             |
| Revisión general de las calderas                                                   | Anual               |
| Comprobación de niveles de agua en circuitos                                       | Mensual             |
| Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías                               | Anual               |
| Comprobación de tarado de elementos de seguridad                                   | Mensual             |
| Revisión y limpieza de filtros de agua                                             | Bianual             |
| Revisión y limpieza de filtros de aire                                             | Mensual             |
| Revisión de baterías de intercambio térmico                                        | Anual               |
| Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo                     | Mensual             |
| Revisión y limpieza de los recuperadores de calor                                  | Bianual             |
| Revisión de unidades terminales agua-aire                                          | Bianual             |
| Revisión de unidades terminales de distribución de aire                            | Bianual             |
| Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire                     | Anual               |
| Revisión de equipos autónomos                                                      | Bianual             |
| Revisión de bombas y ventiladores                                                  | Mensual             |
| Revisión del estado del aislamiento térmico                                        | Anual               |

*Tabla 34. Manual de uso y mantenimiento*

## Capítulo 8. BIBLIOGRAFÍA

- [1] <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0032361>
- [2] <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0032361>
- [3] [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_12\\_Guia\\_tecnica\\_condiciones\\_climaticas\\_exteriores\\_de\\_proyecto\\_e4e5b769.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_12_Guia_tecnica_condiciones_climaticas_exteriores_de_proyecto_e4e5b769.pdf)
- [4] <https://www.boe.es/boe/dias/2021/03/24/pdfs/BOE-A-2021-4572.pdf>
- [5] Sistemas de climatización centralizada - UPCO. E.T.S. ICAI
- [6] [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_17\\_Guia\\_tecnica\\_instalaciones\\_de\\_climatizacion\\_con\\_equipos\\_autonomos\\_5bd3407b.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_17_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_con_equipos_autonomos_5bd3407b.pdf)
- [7] <https://www.ingenierosindustriales.com/calculo-del-caudal-de-agua-en-instalaciones-de-calefacccion-o-climatizacion/>
- [8] <https://www.trox.es/compuertas-cortafuego/fk2-eu-9c78b9c7007e0f50>
- [9] <https://www.carrier.com/commercial/es/es/soluciones/tratamiento-de-aire/fan-coils/fan-coils-de-conductos/42ep/>
- [10] <https://www.trox.es/unidades-de-tratamiento-de-aire/tkm-50-easy-9c518cc4efd9fb4c>
- [11] [https://cdn.trox.de/74f0a40d4b504b68/fad81c2f5357/PD\\_2019\\_01\\_VSD35\\_DE\\_es](https://cdn.trox.de/74f0a40d4b504b68/fad81c2f5357/PD_2019_01_VSD35_DE_es)
- [12] <https://www.trox.es/difusores-rotacionales-de-techo/vdw-c6454ab305d9ee0e>
- [13] <https://www.trox.es/compuertas-cortafuego/fk2-eu-9c78b9c7007e0f50>
- [14] <https://www.trox.es/controlador-vac-de-caudal-de-aire/vfl-f67bc7bfe1b0d2a8>
- [15] [https://eto.carrier.com/litterature/psd\\_short/80607\\_PSD\\_03\\_2021\\_30XBE\\_250\\_1700\\_short%20version.pdf](https://eto.carrier.com/litterature/psd_short/80607_PSD_03_2021_30XBE_250_1700_short%20version.pdf)
- [16] <https://www.viessmann.es/es/productos/calderas-a-gas/vitocrossal-300-ci3.html>
- [17] [https://www.idae.es/sites/default/files/publications/documents/documentos\\_18\\_Guia\\_tecnica\\_instalaciones\\_de\\_climatizacion\\_por\\_agua\\_ed78f988.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/publications/documents/documentos_18_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_por_agua_ed78f988.pdf)
- [18] [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones\\_idae/documentos\\_16\\_Climatizacion\\_Guia\\_Tecnica\\_Instalaciones\\_Calefaccion\\_Individual\\_f1cefbe6.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/documentos_16_Climatizacion_Guia_Tecnica_Instalaciones_Calefaccion_Individual_f1cefbe6.pdf)
- [19] [https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_10540\\_Comentarios\\_RITE\\_GT7\\_07\\_2200d691.pdf](https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_10540_Comentarios_RITE_GT7_07_2200d691.pdf)
- [20] [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones\\_idae/10540\\_plantas\\_enfriadoras\\_equipos\\_tratamiento\\_aire\\_a2007.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/10540_plantas_enfriadoras_equipos_tratamiento_aire_a2007.pdf)
- [21] <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-15820>
- [22] <https://repositorio.comillas.edu/xmlui/bitstream/handle/11531/73477/TFM-%20Nunez%20Salamanca%2c%20Paula.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

## ANEXO I: ALINEACIÓN CON LOS ODS

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) aprobados por los estados miembros de las Naciones Unidas en el año 2015 establecen 17 metas con 2030 como horizonte temporal. Con estos objetivos se pretende fomentar el desarrollo sostenible en lo referente a satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de las futuras generaciones.



El presente proyecto se alinea con al menos tres ODS:

- ODS 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. Como se ha mencionado con anterioridad, una correcta instalación de climatización contribuye a la calidad del aire, previniendo enfermedades respiratorias y alergias.
- ODS 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. El diseño del sistema de climatización estará dirigido a potenciar la eficiencia energética. Una instalación de climatización eficiente permite reducir la demanda energética y, por lo tanto, las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de su generación, contribuyendo a la lucha contra el cambio climático y a la sostenibilidad ambiental.
- ODS 8: Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos. La climatización de un edificio de oficinas favorece el confort y la salud de los trabajadores, desarrollando entornos productivos seguros y eficientes.

## ANEXO II: CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS

### Resultados del cálculo de las cargas térmicas en verano

| Planta | Local   | Q sens.<br>efectivo<br>[kW] | Q total<br>efectivo<br>[kW] | Q aire<br>exterior<br>[kW] | Gran Q<br>total<br>[kW] | Planta | Local | Q sens.<br>efectivo<br>[kW] | Q total<br>efectivo<br>[kW] | Q aire<br>exterior<br>[kW] | Gran Q<br>total<br>[kW] |
|--------|---------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|--------|-------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| PB     | O.00    | 24,06                       | 33,38                       | 7,33                       | 40,71                   | P4     | O.00  | 33,33                       | 38,62                       | 9,37                       | 47,98                   |
|        | O.01    | 1,60                        | 1,75                        | 0,27                       | 2,02                    |        | O.01  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.02    | 1,60                        | 1,75                        | 0,27                       | 2,02                    |        | O.02  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.03    | 1,65                        | 1,80                        | 0,27                       | 2,08                    |        | O.03  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.04    | 1,60                        | 1,75                        | 0,27                       | 2,02                    |        | O.04  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.05    | 1,60                        | 1,75                        | 0,27                       | 2,02                    |        | O.05  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.06    | 1,65                        | 1,80                        | 0,27                       | 2,08                    |        | O.06  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.07    | 1,60                        | 1,75                        | 0,27                       | 2,02                    |        | O.07  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.08    | 1,60                        | 1,75                        | 0,27                       | 2,02                    |        | O.08  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.09    | 1,65                        | 1,80                        | 0,27                       | 2,08                    |        | O.09  | 3,99                        | 4,37                        | 0,68                       | 5,05                    |
|        | O.10    | 4,01                        | 4,40                        | 0,68                       | 5,08                    |        | O.10  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.11    | 4,03                        | 4,41                        | 0,68                       | 5,09                    |        | O.11  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.12    | 1,67                        | 1,83                        | 0,27                       | 2,10                    |        | O.12  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.13    | 1,62                        | 1,77                        | 0,27                       | 2,05                    |        | O.13  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.14    | 1,62                        | 1,77                        | 0,27                       | 2,05                    |        | O.14  | 4,04                        | 4,42                        | 0,68                       | 5,10                    |
|        | O.15    | 1,67                        | 1,83                        | 0,27                       | 2,10                    |        | O.15  | 1,56                        | 1,72                        | 0,27                       | 1,99                    |
|        | O.16    | 1,62                        | 1,77                        | 0,27                       | 2,05                    |        | O.16  | 1,56                        | 1,72                        | 0,27                       | 1,99                    |
|        | O.17    | 1,62                        | 1,77                        | 0,27                       | 2,05                    |        | O.17  | 1,56                        | 1,72                        | 0,27                       | 1,99                    |
|        | O.18    | 1,67                        | 1,77                        | 0,27                       | 2,05                    |        | O.18  | 1,56                        | 1,72                        | 0,27                       | 1,99                    |
|        | O.19    | 1,62                        | 1,83                        | 0,27                       | 2,10                    |        | O.19  | 1,56                        | 1,72                        | 0,27                       | 1,99                    |
|        | O.20    | 1,62                        | 1,77                        | 0,27                       | 2,05                    |        | O.20  | 1,56                        | 1,72                        | 0,27                       | 1,99                    |
|        | O.21    | 6,98                        | 7,36                        | 0,68                       | 8,04                    |        | O.21  | 1,56                        | 1,72                        | 0,27                       | 1,99                    |
|        | O.22    | 4,42                        | 4,57                        | 0,27                       | 4,84                    |        | O.22  | 1,56                        | 1,72                        | 0,27                       | 1,99                    |
|        | O.23    | 4,37                        | 4,52                        | 0,27                       | 4,79                    |        | O.23  | 7,10                        | 7,48                        | 0,68                       | 8,16                    |
|        | O.24    | 4,37                        | 4,52                        | 0,27                       | 4,79                    |        | O.24  | 4,31                        | 4,46                        | 0,27                       | 4,73                    |
|        | O.25    | 4,42                        | 4,57                        | 0,27                       | 4,84                    |        | O.25  | 4,31                        | 4,46                        | 0,27                       | 4,73                    |
|        | O.26    | 6,77                        | 7,15                        | 0,68                       | 7,83                    |        | O.26  | 4,31                        | 4,46                        | 0,27                       | 4,73                    |
|        | Vestíb. | 5,18                        | 6,18                        | 1,36                       | 7,54                    |        | O.27  | 4,31                        | 4,46                        | 0,27                       | 4,73                    |
|        |         |                             |                             |                            |                         |        | O.28  | 6,88                        | 7,26                        | 0,68                       | 7,94                    |
|        | TOTAL   | 97,88                       | 113,11                      | 17,38                      | 130,49                  |        | TOTAL | 103,56                      | 114,07                      | 18,60                      | 132,67                  |
| P1     | O.00    | 34,00                       | 39,29                       | 9,37                       | 48,66                   | P5     | O.00  | 27,89                       | 32,26                       | 7,74                       | 40,00                   |
|        | O.01    | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.01  | 1,43                        | 1,58                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.02    | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.02  | 1,43                        | 1,58                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.03    | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.03  | 1,43                        | 1,58                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.04    | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.04  | 1,43                        | 1,58                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.05    | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.05  | 1,43                        | 1,58                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.06    | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.06  | 1,43                        | 1,58                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.07    | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.07  | 1,43                        | 1,58                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.08    | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.08  | 1,43                        | 1,58                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.09    | 3,85                        | 4,23                        | 0,68                       | 4,91                    |        | O.09  | 2,77                        | 3,00                        | 0,41                       | 3,40                    |
|        | O.10    | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.10  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.11    | 1,60                        | 1,75                        | 0,27                       | 2,02                    |        | O.11  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.12    | 1,60                        | 1,75                        | 0,27                       | 2,02                    |        | O.12  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.13    | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.13  | 1,54                        | 1,69                        | 0,27                       | 1,97                    |
|        | O.14    | 3,90                        | 4,28                        | 0,68                       | 4,96                    |        | O.14  | 2,80                        | 3,03                        | 0,41                       | 3,43                    |
|        | O.15    | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.15  | 1,45                        | 1,61                        | 0,27                       | 1,88                    |
|        | O.16    | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.16  | 1,45                        | 1,61                        | 0,27                       | 1,88                    |

**ANEXO II: CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS**

| Planta | Local | Q sens.<br>efectivo<br>[kW] | Q total<br>efectivo<br>[kW] | Q aire<br>exterior<br>[kW] | Gran Q<br>total<br>[kW] | Planta | Local | Q sens.<br>efectivo<br>[kW] | Q total<br>efectivo<br>[kW] | Q aire<br>exterior<br>[kW] | Gran Q<br>total<br>[kW] |
|--------|-------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|--------|-------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| P1     | O.17  | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    | P5     | O.17  | 1,45                        | 1,61                        | 0,27                       | 1,88                    |
|        | O.18  | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.18  | 1,45                        | 1,61                        | 0,27                       | 1,88                    |
|        | O.19  | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.19  | 1,45                        | 1,61                        | 0,27                       | 1,88                    |
|        | O.20  | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.20  | 1,45                        | 1,61                        | 0,27                       | 1,88                    |
|        | O.21  | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.21  | 1,45                        | 1,61                        | 0,27                       | 1,88                    |
|        | O.22  | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.22  | 1,45                        | 1,61                        | 0,27                       | 1,88                    |
|        | O.23  | 6,96                        | 7,34                        | 0,68                       | 8,02                    |        | O.23  | 5,06                        | 5,29                        | 0,41                       | 5,70                    |
|        | O.24  | 4,24                        | 4,40                        | 0,27                       | 4,67                    |        | O.24  | 4,31                        | 4,46                        | 0,27                       | 4,73                    |
|        | O.25  | 4,24                        | 4,40                        | 0,27                       | 4,67                    |        | O.25  | 4,31                        | 4,46                        | 0,27                       | 4,73                    |
|        | O.26  | 4,24                        | 4,40                        | 0,27                       | 4,67                    |        | O.26  | 4,31                        | 4,46                        | 0,27                       | 4,73                    |
|        | O.27  | 4,24                        | 4,40                        | 0,27                       | 4,67                    |        | O.27  | 4,31                        | 4,46                        | 0,27                       | 4,73                    |
|        | O.28  | 6,74                        | 7,12                        | 0,68                       | 7,80                    |        | O.28  | 4,87                        | 5,10                        | 0,41                       | 5,50                    |
|        | TOTAL | 102,34                      | 112,84                      | 18,60                      | 131,44                  |        | TOTAL | 89,85                       | 98,83                       | 15,89                      | 114,72                  |
| P2     | O.00  | 33,33                       | 38,62                       | 9,37                       | 47,98                   | P6     | O.00  | 27,84                       | 31,45                       | 6,38                       | 37,83                   |
|        | O.01  | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.01  | 1,42                        | 1,57                        | 0,27                       | 1,84                    |
|        | O.02  | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.02  | 1,42                        | 1,57                        | 0,27                       | 1,84                    |
|        | O.03  | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.03  | 1,42                        | 1,57                        | 0,27                       | 1,84                    |
|        | O.04  | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.04  | 1,42                        | 1,57                        | 0,27                       | 1,84                    |
|        | O.05  | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.05  | 1,42                        | 1,57                        | 0,27                       | 1,84                    |
|        | O.06  | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.06  | 1,42                        | 1,57                        | 0,27                       | 1,84                    |
|        | O.07  | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.07  | 1,42                        | 1,57                        | 0,27                       | 1,84                    |
|        | O.08  | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.08  | 1,42                        | 1,57                        | 0,27                       | 1,84                    |
|        | O.09  | 3,85                        | 4,23                        | 0,68                       | 4,91                    |        | O.09  | 2,20                        | 2,35                        | 0,27                       | 2,63                    |
|        | O.10  | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.10  | 1,49                        | 1,64                        | 0,27                       | 1,92                    |
| P3     | O.11  | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.11  | 1,70                        | 1,86                        | 0,27                       | 2,13                    |
|        | O.12  | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.12  | 1,70                        | 1,86                        | 0,27                       | 2,13                    |
|        | O.13  | 1,48                        | 1,63                        | 0,27                       | 1,90                    |        | O.13  | 1,49                        | 1,64                        | 0,27                       | 1,92                    |
|        | O.14  | 3,90                        | 4,28                        | 0,68                       | 4,96                    |        | O.14  | 2,23                        | 2,38                        | 0,27                       | 2,65                    |
|        | O.15  | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.15  | 1,44                        | 1,59                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.16  | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.16  | 1,44                        | 1,59                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.17  | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.17  | 1,44                        | 1,59                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.18  | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.18  | 1,44                        | 1,59                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.19  | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.19  | 1,44                        | 1,59                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.20  | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.20  | 1,44                        | 1,59                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.21  | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.21  | 1,44                        | 1,59                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.22  | 1,50                        | 1,65                        | 0,27                       | 1,92                    |        | O.22  | 1,44                        | 1,59                        | 0,27                       | 1,86                    |
|        | O.23  | 6,96                        | 7,34                        | 0,68                       | 8,02                    |        | O.23  | 4,09                        | 4,25                        | 0,27                       | 4,52                    |
|        | O.24  | 4,24                        | 4,40                        | 0,27                       | 4,67                    |        | O.24  | 3,86                        | 4,02                        | 0,27                       | 4,29                    |
|        | O.25  | 4,24                        | 4,40                        | 0,27                       | 4,67                    |        | O.25  | 4,47                        | 4,62                        | 0,27                       | 4,90                    |
|        | O.26  | 4,24                        | 4,40                        | 0,27                       | 4,67                    |        | O.26  | 4,47                        | 4,62                        | 0,27                       | 4,90                    |
|        | O.27  | 4,24                        | 4,40                        | 0,27                       | 4,67                    |        | O.27  | 3,86                        | 4,02                        | 0,27                       | 4,29                    |
|        | O.28  | 6,74                        | 7,12                        | 0,68                       | 7,80                    |        | O.28  | 3,90                        | 4,05                        | 0,27                       | 4,33                    |
|        | TOTAL | 101,42                      | 111,92                      | 18,60                      | 130,52                  |        | TOTAL | 86,16                       | 94,05                       | 13,98                      | 108,04                  |

Tabla 35. Exigencias frigoríficas en verano por local

**Resultados del cálculo de las pérdidas térmicas en invierno**

| Planta | Local   | Q total efectivo [kW] | Q aire exterior [kW] | Gran Q total [kW] | Planta | Local | Q total efectivo [kW] | Q aire exterior [kW] | Gran Q total [kW] |
|--------|---------|-----------------------|----------------------|-------------------|--------|-------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| PB     | O.00    | 12,87                 | 16,82                | 29,69             | P4     | O.00  | 6,58                  | 21,49                | 28,07             |
|        | O.01    | 1,67                  | 0,62                 | 2,30              |        | O.01  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.02    | 1,67                  | 0,62                 | 2,30              |        | O.02  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.03    | 1,67                  | 0,62                 | 2,30              |        | O.03  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.04    | 1,67                  | 0,62                 | 2,30              |        | O.04  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.05    | 1,67                  | 0,62                 | 2,30              |        | O.05  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.06    | 1,67                  | 0,62                 | 2,30              |        | O.06  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.07    | 1,67                  | 0,62                 | 2,30              |        | O.07  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.08    | 1,67                  | 0,62                 | 2,30              |        | O.08  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.09    | 1,67                  | 0,62                 | 2,30              |        | O.09  | 4,74                  | 1,56                 | 6,30              |
|        | O.10    | 4,66                  | 1,56                 | 6,21              |        | O.10  | 1,37                  | 0,62                 | 1,99              |
|        | O.11    | 4,32                  | 1,56                 | 5,88              |        | O.11  | 1,37                  | 0,62                 | 1,99              |
|        | O.12    | 1,35                  | 0,62                 | 1,97              |        | O.12  | 1,37                  | 0,62                 | 1,99              |
|        | O.13    | 1,35                  | 0,62                 | 1,97              |        | O.13  | 1,37                  | 0,62                 | 1,99              |
|        | O.14    | 1,35                  | 0,62                 | 1,97              |        | O.14  | 3,92                  | 1,56                 | 5,47              |
|        | O.15    | 1,35                  | 0,62                 | 1,97              |        | O.15  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.16    | 1,35                  | 0,62                 | 1,97              |        | O.16  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.17    | 1,35                  | 0,62                 | 1,97              |        | O.17  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.18    | 1,35                  | 0,62                 | 1,97              |        | O.18  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.19    | 1,35                  | 0,62                 | 1,97              |        | O.19  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.20    | 1,35                  | 0,62                 | 1,97              |        | O.20  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.21    | 3,85                  | 1,56                 | 5,41              |        | O.21  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.22    | 1,53                  | 0,62                 | 2,16              |        | O.22  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.23    | 1,53                  | 0,62                 | 2,16              |        | O.23  | 3,86                  | 1,56                 | 5,42              |
|        | O.24    | 1,53                  | 0,62                 | 2,16              |        | O.24  | 1,32                  | 0,62                 | 1,94              |
|        | O.25    | 1,53                  | 0,62                 | 2,16              |        | O.25  | 1,32                  | 0,62                 | 1,94              |
|        | O.26    | 4,48                  | 1,56                 | 6,04              |        | O.26  | 1,32                  | 0,62                 | 1,94              |
|        | Vestib. | 2,66                  | 3,11                 | 5,78              |        | O.27  | 1,32                  | 0,62                 | 1,94              |
|        |         |                       |                      |                   |        | O.28  | 4,65                  | 1,56                 | 6,21              |
|        | TOTAL   | 66,14                 | 39,87                | 106,01            |        | TOTAL | 55,26                 | 42,67                | 97,94             |
| P1     | O.00    | 8,20                  | 21,49                | 29,70             | P5     | O.00  | 5,92                  | 17,75                | 23,67             |
|        | O.01    | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.01  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.02    | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.02  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.03    | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.03  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.04    | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.04  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.05    | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.05  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.06    | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.06  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.07    | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.07  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.08    | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.08  | 1,46                  | 0,62                 | 2,08              |
|        | O.09    | 4,55                  | 1,56                 | 6,11              |        | O.09  | 3,30                  | 0,93                 | 4,23              |
|        | O.10    | 1,28                  | 0,62                 | 1,90              |        | O.10  | 1,37                  | 0,62                 | 1,99              |
|        | O.11    | 1,58                  | 0,62                 | 2,20              |        | O.11  | 1,37                  | 0,62                 | 1,99              |
|        | O.12    | 1,58                  | 0,62                 | 2,20              |        | O.12  | 1,37                  | 0,62                 | 1,99              |
|        | O.13    | 1,28                  | 0,62                 | 1,90              |        | O.13  | 1,37                  | 0,62                 | 1,99              |
|        | O.14    | 3,73                  | 1,56                 | 5,29              |        | O.14  | 2,72                  | 0,93                 | 3,66              |
|        | O.15    | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.15  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.16    | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.16  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.17    | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.17  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.18    | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.18  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.19    | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.19  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.20    | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.20  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.21    | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.21  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |
|        | O.22    | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.22  | 1,13                  | 0,62                 | 1,76              |

| Planta        | Local | Q total efectivo [kW] | Q aire exterior [kW] | Gran Q total [kW] | Planta | Local | Q total efectivo [kW] | Q aire exterior [kW] | Gran Q total [kW] |
|---------------|-------|-----------------------|----------------------|-------------------|--------|-------|-----------------------|----------------------|-------------------|
| P1            | O.23  | 3,67                  | 1,56                 | 5,23              | P5     | O.23  | 2,68                  | 0,93                 | 3,62              |
|               | O.24  | 1,23                  | 0,62                 | 1,86              |        | O.24  | 1,32                  | 0,62                 | 1,94              |
|               | O.25  | 1,23                  | 0,62                 | 1,86              |        | O.25  | 1,32                  | 0,62                 | 1,94              |
|               | O.26  | 1,23                  | 0,62                 | 1,86              |        | O.26  | 1,32                  | 0,62                 | 1,94              |
|               | O.27  | 1,23                  | 0,62                 | 1,86              |        | O.27  | 1,32                  | 0,62                 | 1,94              |
|               | O.28  | 4,47                  | 1,56                 | 6,02              |        | O.28  | 3,22                  | 0,93                 | 4,15              |
|               | TOTAL | 54,67                 | 42,67                | 97,35             |        | TOTAL | 49,36                 | 36,44                | 85,81             |
| P2<br>y<br>P3 | O.00  | 6,58                  | 21,49                | 28,07             | P6     | O.00  | 11,76                 | 14,64                | 26,40             |
|               | O.01  | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.01  | 1,59                  | 0,62                 | 2,21              |
|               | O.02  | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.02  | 1,59                  | 0,62                 | 2,21              |
|               | O.03  | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.03  | 1,59                  | 0,62                 | 2,21              |
|               | O.04  | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.04  | 1,59                  | 0,62                 | 2,21              |
|               | O.05  | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.05  | 1,59                  | 0,62                 | 2,21              |
|               | O.06  | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.06  | 1,59                  | 0,62                 | 2,21              |
|               | O.07  | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.07  | 1,59                  | 0,62                 | 2,21              |
|               | O.08  | 1,38                  | 0,62                 | 2,00              |        | O.08  | 1,59                  | 0,62                 | 2,21              |
|               | O.09  | 4,55                  | 1,56                 | 6,11              |        | O.09  | 2,86                  | 0,62                 | 3,48              |
|               | O.10  | 1,28                  | 0,62                 | 1,90              |        | O.10  | 1,37                  | 0,62                 | 1,99              |
|               | O.11  | 1,28                  | 0,62                 | 1,90              |        | O.11  | 1,58                  | 0,62                 | 2,20              |
|               | O.12  | 1,28                  | 0,62                 | 1,90              |        | O.12  | 1,58                  | 0,62                 | 2,20              |
|               | O.13  | 1,28                  | 0,62                 | 1,90              |        | O.13  | 1,37                  | 0,62                 | 1,99              |
|               | O.14  | 3,73                  | 1,56                 | 5,29              |        | O.14  | 2,38                  | 0,62                 | 3,00              |
|               | O.15  | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.15  | 1,26                  | 0,62                 | 1,88              |
|               | O.16  | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.16  | 1,26                  | 0,62                 | 1,88              |
|               | O.17  | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.17  | 1,26                  | 0,62                 | 1,88              |
|               | O.18  | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.18  | 1,26                  | 0,62                 | 1,88              |
|               | O.19  | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.19  | 1,26                  | 0,62                 | 1,88              |
|               | O.20  | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.20  | 1,26                  | 0,62                 | 1,88              |
|               | O.21  | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.21  | 1,26                  | 0,62                 | 1,88              |
|               | O.22  | 1,05                  | 0,62                 | 1,67              |        | O.22  | 1,26                  | 0,62                 | 1,88              |
|               | O.23  | 3,67                  | 1,56                 | 5,23              |        | O.23  | 2,34                  | 0,62                 | 2,96              |
|               | O.24  | 1,23                  | 0,62                 | 1,86              |        | O.24  | 1,33                  | 0,62                 | 1,95              |
|               | O.25  | 1,23                  | 0,62                 | 1,86              |        | O.25  | 1,53                  | 0,62                 | 2,16              |
|               | O.26  | 1,23                  | 0,62                 | 1,86              |        | O.26  | 1,53                  | 0,62                 | 2,16              |
|               | O.27  | 1,23                  | 0,62                 | 1,86              |        | O.27  | 1,33                  | 0,62                 | 1,95              |
|               | O.28  | 4,47                  | 1,56                 | 6,02              |        | O.28  | 2,78                  | 0,62                 | 3,41              |
|               | TOTAL | 52,45                 | 42,67                | 95,12             |        | TOTAL | 56,50                 | 32,08                | 88,59             |

Tabla 36. Pérdidas térmicas en invierno por local

## ANEXO III: CAUDALES DE AIRE

### Resultados del cálculo del caudal de ventilación

| Planta | Local   | Superficie [m <sup>2</sup> ] | Nivel de ocupación [pers.] | Caudal de ventilación [m <sup>3</sup> /h] | Planta | Local | Superficie [m <sup>2</sup> ] | Nivel de ocupación [pers.] | Caudal de ventilación [m <sup>3</sup> /h] |
|--------|---------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|--------|-------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|
| PB     | O.00    | 429,90                       | 54                         | 2430                                      | P4     | O.00  | 551,07                       | 69                         | 3105                                      |
|        | O.01    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.01  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.02    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.02  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.03    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.03  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.04    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.04  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.05    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.05  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.06    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.06  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.07    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.07  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.08    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.08  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.09    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.09  | 36,88                        | 5                          | 225                                       |
|        | O.10    | 38,25                        | 5                          | 225                                       |        | O.10  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.11    | 38,25                        | 5                          | 225                                       |        | O.11  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.12    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.12  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.13    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.13  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.14    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.14  | 36,88                        | 5                          | 225                                       |
|        | O.15    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.15  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.16    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.16  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.17    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.17  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.18    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.18  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.19    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.19  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.20    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.20  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.21    | 36,88                        | 5                          | 225                                       |        | O.21  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.22    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.22  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.23    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.23  | 36,88                        | 5                          | 225                                       |
|        | O.24    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.24  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.25    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.25  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.26    | 36,88                        | 5                          | 225                                       |        | O.26  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | Vestíb. | 77,00                        | 10                         | 450                                       |        | O.27  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        |         |                              |                            |                                           |        | O.28  | 36,88                        | 5                          | 225                                       |
|        | TOTAL   | 1038,86                      | 128                        | 5760                                      |        | TOTAL | 1114,99                      | 137                        | 6165                                      |
| P1     | O.00    | 551,07                       | 69                         | 3105                                      | P5     | O.00  | 458,91                       | 57                         | 2565                                      |
|        | O.01    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.01  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.02    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.02  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.03    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.03  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.04    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.04  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.05    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.05  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.06    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.06  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.07    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.07  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.08    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.08  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.09    | 36,88                        | 5                          | 225                                       |        | O.09  | 26,25                        | 3                          | 135                                       |
|        | O.10    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.10  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.11    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.11  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.12    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.12  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.13    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.13  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.14    | 36,88                        | 5                          | 225                                       |        | O.14  | 26,25                        | 3                          | 135                                       |
|        | O.15    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.15  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.16    | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.16  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |

| Planta | Local | Superficie [m <sup>2</sup> ] | Nivel de ocupación [pers.] | Caudal de ventilación [m <sup>3</sup> /h] | Planta | Local | Superficie [m <sup>2</sup> ] | Nivel de ocupación [pers.] | Caudal de ventilación [m <sup>3</sup> /h] |
|--------|-------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|--------|-------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|
| P1     | O.17  | 17,35                        | 2                          | 90                                        | P5     | O.17  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.18  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.18  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.19  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.19  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.20  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.20  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.21  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.21  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.22  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.22  | 14,83                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.23  | 36,88                        | 5                          | 225                                       |        | O.23  | 26,25                        | 3                          | 135                                       |
|        | O.24  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.24  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.25  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.25  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.26  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.26  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.27  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.27  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.28  | 36,88                        | 5                          | 225                                       |        | O.28  | 26,25                        | 3                          | 135                                       |
|        | TOTAL | 1114,99                      | 137                        | 6165                                      |        | TOTAL | 939,99                       | 117                        | 5265                                      |
| P2     | O.00  | 551,07                       | 69                         | 3105                                      | P6     | O.00  | 372,51                       | 47                         | 2115                                      |
|        | O.01  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.01  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.02  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.02  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.03  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.03  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.04  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.04  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.05  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.05  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.06  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.06  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.07  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.07  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.08  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.08  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.09  | 36,88                        | 5                          | 225                                       |        | O.09  | 18,20                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.10  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.10  | 14,87                        | 2                          | 90                                        |
| P3     | O.11  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.11  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.12  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.12  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.13  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.13  | 14,87                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.14  | 36,88                        | 5                          | 225                                       |        | O.14  | 18,20                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.15  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.15  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.16  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.16  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.17  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.17  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.18  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.18  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.19  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.19  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.20  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.20  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.21  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.21  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.22  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.22  | 12,31                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.23  | 36,88                        | 5                          | 225                                       |        | O.23  | 18,20                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.24  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.24  | 14,87                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.25  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.25  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.26  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.26  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.27  | 17,35                        | 2                          | 90                                        |        | O.27  | 14,87                        | 2                          | 90                                        |
|        | O.28  | 36,88                        | 5                          | 225                                       |        | O.28  | 18,20                        | 2                          | 90                                        |
|        | TOTAL | 1114,99                      | 137                        | 6165                                      |        | TOTAL | 771,15                       | 103                        | 4635                                      |

Tabla 37. Superficie, nivel de ocupación y caudal de ventilación por local

**Resultados del cálculo de los caudales de impulsión, recirculación y extracción**

| Planta | Local   | Caudal de impulsión [m³/h] | Caudal de recirculación [m³/h] | Caudal de extracción [m³/h] | Planta | Local | Caudal de impulsión [m³/h] | Caudal de recirculación [m³/h] | Caudal de extracción [m³/h] |
|--------|---------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------|-------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| PB     | O.00    | 4896                       | 2466                           | 1944                        | P4     | O.00  | 6700                       | 3595                           | 2484                        |
|        | O.01    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.01  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.02    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.02  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.03    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.03  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.04    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.04  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.05    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.05  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.06    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.06  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.07    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.07  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.08    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.08  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.09    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.09  | 826                        | 601                            | 180                         |
|        | O.10    | 757                        | 532                            | 180                         |        | O.10  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.11    | 757                        | 532                            | 180                         |        | O.11  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.12    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.12  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.13    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.13  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.14    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.14  | 826                        | 601                            | 180                         |
|        | O.15    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.15  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.16    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.16  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.17    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.17  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.18    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.18  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.19    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.19  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.20    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.20  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.21    | 1353                       | 1128                           | 180                         |        | O.21  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.22    | 902                        | 812                            | 72                          |        | O.22  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.23    | 902                        | 812                            | 72                          |        | O.23  | 1353                       | 1128                           | 180                         |
|        | O.24    | 902                        | 812                            | 72                          |        | O.24  | 902                        | 812                            | 72                          |
|        | O.25    | 902                        | 812                            | 72                          |        | O.25  | 902                        | 812                            | 72                          |
|        | O.26    | 1353                       | 1128                           | 180                         |        | O.26  | 902                        | 812                            | 72                          |
|        | Vestíb. | 1063                       | 613                            | 360                         |        | O.27  | 902                        | 812                            | 72                          |
|        |         |                            |                                |                             |        | O.28  | 1353                       | 1128                           | 180                         |
|        | TOTAL   | 19295                      | 13535                          | 4608                        |        | TOTAL | 20786                      | 14621                          | 4932                        |
| P1     | O.00    | 6700                       | 3595                           | 2484                        | P5     | O.00  | 5752                       | 3187                           | 2052                        |
|        | O.01    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.01  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.02    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.02  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.03    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.03  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.04    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.04  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.05    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.05  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.06    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.06  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.07    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.07  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.08    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.08  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.09    | 826                        | 601                            | 180                         |        | O.09  | 612                        | 477                            | 108                         |
|        | O.10    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.10  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.11    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.11  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.12    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.12  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.13    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.13  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.14    | 826                        | 601                            | 180                         |        | O.14  | 612                        | 477                            | 108                         |
|        | O.15    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.15  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.16    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.16  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.17    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.17  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.18    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.18  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.19    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.19  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.20    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.20  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.21    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.21  | 306                        | 216                            | 72                          |
|        | O.22    | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.22  | 306                        | 216                            | 72                          |

| Planta        | Local | Caudal de impulsión [m³/h] | Caudal de recirculación [m³/h] | Caudal de extracción [m³/h] | Planta | Local | Caudal de impulsión [m³/h] | Caudal de recirculación [m³/h] | Caudal de extracción [m³/h] |
|---------------|-------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------|-------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------------|
| P1            | O.23  | 1353                       | 1128                           | 180                         | P5     | O.23  | 902                        | 767                            | 108                         |
|               | O.24  | 902                        | 812                            | 72                          |        | O.24  | 902                        | 812                            | 72                          |
|               | O.25  | 902                        | 812                            | 72                          |        | O.25  | 902                        | 812                            | 72                          |
|               | O.26  | 902                        | 812                            | 72                          |        | O.26  | 902                        | 812                            | 72                          |
|               | O.27  | 902                        | 812                            | 72                          |        | O.27  | 902                        | 812                            | 72                          |
|               | O.28  | 1353                       | 1128                           | 180                         |        | O.28  | 902                        | 767                            | 108                         |
|               | TOTAL | 20786                      | 14621                          | 4932                        |        | TOTAL | 18508                      | 13243                          | 4212                        |
| P2<br>y<br>P3 | O.00  | 6700                       | 3595                           | 2484                        | P6     | O.00  | 5476                       | 3361                           | 1692                        |
|               | O.01  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.01  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.02  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.02  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.03  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.03  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.04  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.04  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.05  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.05  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.06  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.06  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.07  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.07  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.08  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.08  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.09  | 826                        | 601                            | 180                         |        | O.09  | 451                        | 361                            | 72                          |
|               | O.10  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.10  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.11  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.11  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.12  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.12  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.13  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.13  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.14  | 826                        | 601                            | 180                         |        | O.14  | 451                        | 361                            | 72                          |
|               | O.15  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.15  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.16  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.16  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.17  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.17  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.18  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.18  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.19  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.19  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.20  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.20  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.21  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.21  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.22  | 306                        | 216                            | 72                          |        | O.22  | 306                        | 216                            | 72                          |
|               | O.23  | 1353                       | 1128                           | 180                         |        | O.23  | 757                        | 667                            | 72                          |
|               | O.24  | 902                        | 812                            | 72                          |        | O.24  | 757                        | 667                            | 72                          |
|               | O.25  | 902                        | 812                            | 72                          |        | O.25  | 902                        | 812                            | 72                          |
|               | O.26  | 902                        | 812                            | 72                          |        | O.26  | 902                        | 812                            | 72                          |
|               | O.27  | 902                        | 812                            | 72                          |        | O.27  | 757                        | 667                            | 72                          |
|               | O.28  | 1353                       | 1128                           | 180                         |        | O.28  | 757                        | 667                            | 72                          |
|               | TOTAL | 20786                      | 14621                          | 4932                        |        | TOTAL | 17330                      | 12695                          | 3708                        |

*Tabla 38. Caudales de impulsión, recirculación y extracción por local*

## ANEXO IV: CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA

*Dimensionamiento de los ventiladores: cálculo de las pérdidas de carga en los recorridos más desfavorables de la red de conductos*

| Tramo               | Q        | Ø eq. | a x b   | Long. | Tipo Acces | L. eq. | nº acces. | L. Total | mm.c.a/ml | Total  |
|---------------------|----------|-------|---------|-------|------------|--------|-----------|----------|-----------|--------|
| FC-1                | 45,00    | 120   | 150x100 | 0,90  | Codo       | 0,65   | 1         | 1,55     | 0,020     | 0,0310 |
| 1-2                 | 45,00    | 120   | 150x100 | 1,35  | Codo       | 0,65   | 1         | 2        | 0,020     | 0,0400 |
| 2-3                 | 90,00    | 120   | 150x100 | 2,05  | Codo       | 0,65   | 1         | 2,7      | 0,070     | 0,1890 |
| 3-4                 | 135,00   | 165   | 150x150 | 1,35  | Codo       | 0,65   | 1         | 2        | 0,035     | 0,0700 |
| 4-5                 | 180,00   | 165   | 150x150 | 2,00  | Codo       | 0,88   | 1         | 2,88     | 0,055     | 0,1584 |
| 5-6                 | 255,00   | 190   | 200x150 | 0,65  | Codo       | 0,88   | 1         | 1,53     | 0,050     | 0,0765 |
| 6-7                 | 330,00   | 190   | 200x150 | 2,55  | Codo       | 0,88   | 1         | 3,43     | 0,085     | 0,2916 |
| 7-8                 | 405,00   | 220   | 200x200 | 2,55  | Codo       | 1,16   | 1         | 3,71     | 0,060     | 0,2226 |
| 8-9                 | 495,00   | 220   | 200x200 | 5,15  | Codo       | 1,16   | 1         | 6,31     | 0,090     | 0,5679 |
| 9-10                | 917,00   | 280   | 300x200 | 2,00  | Codo       | 1,47   | 1         | 3,47     | 0,080     | 0,2776 |
| 10-11               | 1524,50  | 350   | 400x250 | 2,50  | Codo       | 1,76   | 1         | 2,5      | 0,070     | 0,1750 |
| Cortafuegos         |          |       |         |       |            |        |           |          |           | 2,0000 |
| PB-P1               | 1524,50  | 350   | 400x250 | 3,9   | Codo       | 1,76   | 1         | 5,66     | 0,065     | 0,3679 |
| P1-P2               | 3065,75  | 450   | 600x300 | 3,9   | Codo       | 2,33   | 1         | 6,23     | 0,070     | 0,4361 |
| P2-P3               | 4607,00  | 500   | 600x350 | 3,9   | Codo       | 2,62   | 1         | 6,52     | 0,090     | 0,5868 |
| P3-P4               | 6148,25  | 570   | 600x450 | 3,9   | Codo       | 3,09   | 1         | 6,99     | 0,085     | 0,5942 |
| P4-P5               | 7689,50  | 600   | 600x500 | 3,9   | Codo       | 3,26   | 1         | 7,16     | 0,090     | 0,6444 |
| P5-P6               | 9005,75  | 630   | 700x500 | 3,9   | Codo       | 3,50   | 1         | 7,4      | 0,085     | 0,6290 |
| P6-PC               | 10164,50 | 680   | 750x500 | 0,5   | Codo       | 3,74   | 1         | 4,24     | 0,085     | 0,3604 |
| Subtotal            |          |       |         |       |            |        |           |          |           | 7,718  |
| Pérdida en difusión |          |       |         |       |            |        |           |          |           | 3,2    |
| Coef. Seg. %        |          |       |         |       |            |        |           |          |           | 10%    |
| TOTAL               |          |       |         |       |            |        |           |          |           | 12,01  |

Tabla 39. Pérdida de carga para el recorrido más desfavorable del circuito de ventilación

| Tramo               | Q       | Ø eq. | a x b   | Long. | Tipo Acces | L. eq. | nº acces. | L. Total | mm.c.a/ml | Total  |
|---------------------|---------|-------|---------|-------|------------|--------|-----------|----------|-----------|--------|
| EX-1                | 1152,00 | 120   | 350X200 | 0,90  | Codo       | 0,65   | 1         | 1,55     | 0,020     | 0,0310 |
| 1-2                 | 1152,00 | 120   | 350X200 | 1,35  | Codo       | 0,65   | 1         | 2        | 0,020     | 0,0400 |
| Cortafuegos         |         |       |         |       |            |        |           |          |           | 2,0000 |
| PB-P1               | 1152,00 | 350   | 350X200 | 3,9   | Codo       | 1,76   | 1         | 5,66     | 0,065     | 0,3679 |
| P1-P2               | 2385,00 | 450   | 500x250 | 3,9   | Codo       | 2,33   | 1         | 6,23     | 0,085     | 0,5296 |
| P2-P3               | 3618,00 | 500   | 500x350 | 3,9   | Codo       | 2,62   | 1         | 6,52     | 0,095     | 0,6194 |
| P3-P4               | 4851,00 | 570   | 500x450 | 3,9   | Codo       | 3,09   | 1         | 6,99     | 0,085     | 0,5942 |
| P4-P5               | 6084,00 | 600   | 500x500 | 3,9   | Codo       | 3,26   | 1         | 7,16     | 0,100     | 0,7160 |
| P5-P6               | 7137,00 | 630   | 600x500 | 3,9   | Codo       | 3,50   | 1         | 7,4      | 0,085     | 0,6290 |
| P6-PC               | 8064,00 | 680   | 650x500 | 0,5   | Codo       | 3,74   | 1         | 4,24     | 0,085     | 0,3604 |
| Subtotal            |         |       |         |       |            |        |           |          |           | 5,887  |
| Pérdida en difusión |         |       |         |       |            |        |           |          |           | 2,6    |
| Coef. Seg. %        |         |       |         |       |            |        |           |          |           | 10%    |
| TOTAL               |         |       |         |       |            |        |           |          |           | 9,34   |

Tabla 40. Pérdida de carga para el recorrido más desfavorable del circuito de extracción

## ANEXO V: CAUDALES DE AGUA

### Resultados del cálculo de los caudales de agua de las unidades interiores

| Planta | Local   | Caudal de agua fría (7°C)<br>[l/h] | Caudal de agua caliente (50°C)<br>[l/h] | Planta | Local | Caudal de agua fría (7°C)<br>[l/h] | Caudal de agua caliente (50°C)<br>[l/h] |
|--------|---------|------------------------------------|-----------------------------------------|--------|-------|------------------------------------|-----------------------------------------|
| PB     | O.00    | 5742                               | 1107                                    | P4     | O.00  | 6642                               | 566                                     |
|        | O.01    | 301                                | 144                                     |        | O.01  | 291                                | 126                                     |
|        | O.02    | 301                                | 144                                     |        | O.02  | 291                                | 126                                     |
|        | O.03    | 310                                | 144                                     |        | O.03  | 291                                | 126                                     |
|        | O.04    | 301                                | 144                                     |        | O.04  | 291                                | 126                                     |
|        | O.05    | 301                                | 144                                     |        | O.05  | 291                                | 126                                     |
|        | O.06    | 310                                | 144                                     |        | O.06  | 291                                | 126                                     |
|        | O.07    | 301                                | 144                                     |        | O.07  | 291                                | 126                                     |
|        | O.08    | 301                                | 144                                     |        | O.08  | 291                                | 126                                     |
|        | O.09    | 310                                | 144                                     |        | O.09  | 752                                | 407                                     |
|        | O.10    | 756                                | 400                                     |        | O.10  | 291                                | 118                                     |
|        | O.11    | 759                                | 372                                     |        | O.11  | 291                                | 118                                     |
|        | O.12    | 314                                | 116                                     |        | O.12  | 291                                | 118                                     |
|        | O.13    | 305                                | 116                                     |        | O.13  | 291                                | 118                                     |
|        | O.14    | 305                                | 116                                     |        | O.14  | 760                                | 337                                     |
|        | O.15    | 314                                | 116                                     |        | O.15  | 295                                | 98                                      |
|        | O.16    | 305                                | 116                                     |        | O.16  | 295                                | 98                                      |
|        | O.17    | 305                                | 116                                     |        | O.17  | 295                                | 98                                      |
|        | O.18    | 305                                | 116                                     |        | O.18  | 295                                | 98                                      |
|        | O.19    | 314                                | 116                                     |        | O.19  | 295                                | 98                                      |
|        | O.20    | 305                                | 116                                     |        | O.20  | 295                                | 98                                      |
|        | O.21    | 1266                               | 331                                     |        | O.21  | 295                                | 98                                      |
|        | O.22    | 786                                | 132                                     |        | O.22  | 295                                | 98                                      |
|        | O.23    | 777                                | 132                                     |        | O.23  | 1287                               | 332                                     |
|        | O.24    | 777                                | 132                                     |        | O.24  | 767                                | 114                                     |
|        | O.25    | 786                                | 132                                     |        | O.25  | 767                                | 114                                     |
|        | O.26    | 1230                               | 385                                     |        | O.26  | 767                                | 114                                     |
|        | Vestíb. | 1064                               | 229                                     |        | O.27  | 767                                | 114                                     |
|        |         |                                    |                                         |        | O.28  | 1249                               | 400                                     |
|        | TOTAL   | 19455                              | 5688                                    |        | TOTAL | 19619                              | 4753                                    |
| P1     | O.00    | 6759                               | 705                                     | P5     | O.00  | 5549                               | 509                                     |
|        | O.01    | 280                                | 118                                     |        | O.01  | 273                                | 126                                     |
|        | O.02    | 280                                | 118                                     |        | O.02  | 273                                | 126                                     |
|        | O.03    | 280                                | 118                                     |        | O.03  | 273                                | 126                                     |
|        | O.04    | 280                                | 118                                     |        | O.04  | 273                                | 126                                     |
|        | O.05    | 280                                | 118                                     |        | O.05  | 273                                | 126                                     |
|        | O.06    | 280                                | 118                                     |        | O.06  | 273                                | 126                                     |
|        | O.07    | 280                                | 118                                     |        | O.07  | 273                                | 126                                     |
|        | O.08    | 280                                | 118                                     |        | O.08  | 273                                | 126                                     |
|        | O.09    | 728                                | 392                                     |        | O.09  | 515                                | 284                                     |
|        | O.10    | 280                                | 110                                     |        | O.10  | 291                                | 118                                     |
|        | O.11    | 301                                | 136                                     |        | O.11  | 291                                | 118                                     |
|        | O.12    | 301                                | 136                                     |        | O.12  | 291                                | 118                                     |
|        | O.13    | 280                                | 110                                     |        | O.13  | 291                                | 118                                     |
|        | O.14    | 736                                | 321                                     |        | O.14  | 521                                | 234                                     |
|        | O.15    | 284                                | 90                                      |        | O.15  | 276                                | 98                                      |
|        | O.16    | 284                                | 90                                      |        | O.16  | 276                                | 98                                      |

| Planta | Local | Caudal de agua fría (7°C)<br>[l/h] | Caudal de agua caliente (50°C)<br>[l/h] | Planta | Local | Caudal de agua fría (7°C)<br>[l/h] | Caudal de agua caliente (50°C)<br>[l/h] |
|--------|-------|------------------------------------|-----------------------------------------|--------|-------|------------------------------------|-----------------------------------------|
| P1     | O.17  | 284                                | 90                                      | P5     | O.17  | 276                                | 98                                      |
|        | O.18  | 284                                | 90                                      |        | O.18  | 276                                | 98                                      |
|        | O.19  | 284                                | 90                                      |        | O.19  | 276                                | 98                                      |
|        | O.20  | 284                                | 90                                      |        | O.20  | 276                                | 98                                      |
|        | O.21  | 284                                | 90                                      |        | O.21  | 276                                | 98                                      |
|        | O.22  | 284                                | 90                                      |        | O.22  | 276                                | 98                                      |
|        | O.23  | 1262                               | 316                                     |        | O.23  | 911                                | 231                                     |
|        | O.24  | 756                                | 106                                     |        | O.24  | 767                                | 114                                     |
|        | O.25  | 756                                | 106                                     |        | O.25  | 767                                | 114                                     |
|        | O.26  | 756                                | 106                                     |        | O.26  | 767                                | 114                                     |
|        | O.27  | 756                                | 106                                     |        | O.27  | 767                                | 114                                     |
|        | O.28  | 1225                               | 384                                     |        | O.28  | 876                                | 277                                     |
|        | TOTAL | 19409                              | 4702                                    |        | TOTAL | 16999                              | 4245                                    |
| P2     | O.00  | 6642                               | 566                                     | P6     | O.00  | 5409                               | 1012                                    |
|        | O.01  | 280                                | 118                                     |        | O.01  | 270                                | 136                                     |
|        | O.02  | 280                                | 118                                     |        | O.02  | 270                                | 136                                     |
|        | O.03  | 280                                | 118                                     |        | O.03  | 270                                | 136                                     |
|        | O.04  | 280                                | 118                                     |        | O.04  | 270                                | 136                                     |
|        | O.05  | 280                                | 118                                     |        | O.05  | 270                                | 136                                     |
|        | O.06  | 280                                | 118                                     |        | O.06  | 270                                | 136                                     |
|        | O.07  | 280                                | 118                                     |        | O.07  | 270                                | 136                                     |
|        | O.08  | 280                                | 118                                     |        | O.08  | 270                                | 136                                     |
|        | O.09  | 728                                | 392                                     |        | O.09  | 405                                | 246                                     |
|        | O.10  | 280                                | 110                                     |        | O.10  | 283                                | 118                                     |
|        | O.11  | 280                                | 110                                     |        | O.11  | 319                                | 136                                     |
| y      | O.12  | 280                                | 110                                     | P6     | O.12  | 319                                | 136                                     |
| P3     | O.13  | 280                                | 110                                     |        | O.13  | 283                                | 118                                     |
|        | O.14  | 736                                | 321                                     |        | O.14  | 409                                | 204                                     |
|        | O.15  | 284                                | 90                                      |        | O.15  | 274                                | 108                                     |
|        | O.16  | 284                                | 90                                      |        | O.16  | 274                                | 108                                     |
|        | O.17  | 284                                | 90                                      |        | O.17  | 274                                | 108                                     |
|        | O.18  | 284                                | 90                                      |        | O.18  | 274                                | 108                                     |
|        | O.19  | 284                                | 90                                      |        | O.19  | 274                                | 108                                     |
|        | O.20  | 284                                | 90                                      |        | O.20  | 274                                | 108                                     |
|        | O.21  | 284                                | 90                                      |        | O.21  | 274                                | 108                                     |
|        | O.22  | 284                                | 90                                      |        | O.22  | 274                                | 108                                     |
|        | O.23  | 1262                               | 316                                     |        | O.23  | 730                                | 201                                     |
|        | O.24  | 756                                | 106                                     |        | O.24  | 691                                | 114                                     |
|        | O.25  | 756                                | 106                                     |        | O.25  | 795                                | 132                                     |
|        | O.26  | 756                                | 106                                     |        | O.26  | 795                                | 132                                     |
|        | O.27  | 756                                | 106                                     |        | O.27  | 691                                | 114                                     |
|        | O.28  | 1225                               | 384                                     |        | O.28  | 697                                | 239                                     |
|        | TOTAL | 19250                              | 4511                                    |        | TOTAL | 16176                              | 4859                                    |

Tabla 41. Caudales de agua de los fan-coils por local

## ANEXO VI: CÁLCULO DE ALTURAS EFECTIVAS

**Dimensionamiento de las bombas: cálculo de las pérdidas de carga en los recorridos más desfavorables de la red de tuberías**

| TRAMO         | Q (l/h) | DN     | Perd.<br>mm.c.a./<br>ml | V<br>(m/s) | L (ml) | codos 90° |      | codos 45° |      | tes |      | reduc. |      | Tot<br>acces.<br>. | BOLA                                 |      | MARIP |      | FILTRO |      | ASIENTO |      | RET |      | REG |      | Tot<br>válv. | Perd. en<br>el tramo<br>(mm.c.a.) | Perd.<br>acumulada<br>(mm.c.a.) |          |
|---------------|---------|--------|-------------------------|------------|--------|-----------|------|-----------|------|-----|------|--------|------|--------------------|--------------------------------------|------|-------|------|--------|------|---------|------|-----|------|-----|------|--------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------|
|               |         |        |                         |            |        | uds       | perd | uds       | perd | uds | perd | uds    | perd |                    | uds                                  | perd | uds   | perd | uds    | perd | uds     | perd | uds | perd | uds | perd |              |                                   |                                 | uds      |
| FC-1          | 380     | 3/4"   | 8,7                     | 0,28       | 0,70   | 1         | 0,56 |           |      |     |      |        |      | 0,56               |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 10,96                             | 10,96                           |          |
| 1-2           | 759     | 1"     | 9,7                     | 0,36       | 6,66   |           |      |           |      | 1   | 1,5  |        |      | 1,5                |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 79,15                             | 90,11                           |          |
| 2-3           | 1073    | 1"     | 18,5                    | 0,51       | 0,99   |           |      |           |      | 1   | 1,5  |        |      | 1,5                |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 46,07                             | 136,18                          |          |
| 3-4           | 1432    | 1 1/4" | 7,9                     | 0,40       | 1,80   |           |      |           |      | 1   | 1,8  |        |      | 1,8                |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 28,44                             | 164,62                          |          |
| 4-5           | 1737    | 1 1/4" | 11,3                    | 0,48       | 2,91   |           |      |           |      | 1   | 1,8  |        |      | 1,8                |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 53,22                             | 217,84                          |          |
| 5-6           | 2096    | 1 1/4" | 16,0                    | 0,58       | 1,60   |           |      |           |      | 1   | 1,8  |        |      | 1,8                |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 54,40                             | 272,24                          |          |
| 6-7           | 3379    | 1 1/2" | 18,3                    | 0,69       | 8,90   |           |      |           |      | 1   | 2,4  |        |      | 2,4                |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 206,79                            | 479,03                          |          |
| 7-8           | 6735    | 2 1/2" | 5,5                     | 0,50       | 3,02   |           |      |           |      | 1   | 3,6  |        |      | 3,6                |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 36,41                             | 515,44                          |          |
| 8-9           | 7799    | 2 1/2" | 7,1                     | 0,58       | 14,00  |           |      |           |      | 1   | 3,6  |        |      | 3,6                |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 124,96                            | 640,40                          |          |
| 9-PB          | 13600   | 3"     | 8,9                     | 0,74       | 1,30   |           |      |           |      | 1   | 4,5  |        |      | 4,5                |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 51,62                             | 692,02                          |          |
| PB-P1         | 19425   | 3"     | 18,1                    | 1,06       | 7,54   | 1         | 2,1  |           |      | 1   | 4,5  |        |      | 6,6                |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 255,93                            | 947,96                          |          |
| P1-P2         | 38864   | 4"     | 17,9                    | 1,24       | 3,9    |           |      |           |      | 1   | 6    |        |      | 6                  |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 177,21                            | 1.125,17                        |          |
| P2-P3         | 58114   | 5"     | 12,8                    | 1,22       | 3,9    |           |      |           |      | 1   | 7,5  |        |      | 7,5                |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 145,92                            | 1.271,09                        |          |
| P3-P4         | 77364   | 6"     | 9,3                     | 1,14       | 3,9    |           |      |           |      | 1   | 9    |        |      | 9                  |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 119,97                            | 1.391,06                        |          |
| P4-P5         | 96983   | 6"     | 13,9                    | 1,42       | 3,9    |           |      |           |      | 1   | 9    |        |      | 9                  |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 179,31                            | 1.570,37                        |          |
| P5-P6         | 113982  | 6"     | 19,2                    | 1,67       | 3,9    |           |      |           |      | 1   | 9    |        |      | 9                  |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 247,68                            | 1.818,05                        |          |
| P6-BS         | 130159  | 8"     | 5,7                     | 1,07       | 4,5    | 1         | 5,4  |           |      | 1   | 10,5 |        |      | 15,9               |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 116,28                            | 1.934,33                        |          |
| Imp.+Ret.     |         |        |                         |            |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                    |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 1.934,33                          | 3.868,65                        |          |
| Valv. Bat. FC |         | 3/4"   | 8,7                     | 0,28       |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                    | 1                                    | 0,21 |       |      | 1      | 1,7  |         |      |     |      |     | 1    | 7,1          | 9,01                              | 78,39                           | 3.947,04 |
| Valv. Bomba   |         | 5"     | 5,7                     | 1,07       |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                    |                                      |      | 4     | 3,6  | 1      | 15   |         |      | 1   | 8,3  |     | 1    | 30,5         | 68,6                              | 391,02                          | 4.338,06 |
|               |         |        |                         |            |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                    | Subtotal                             |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              |                                   |                                 |          |
|               |         |        |                         |            |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                    | bateria (mm.c.a.)                    |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 4.592,00                          |                                 |          |
|               |         |        |                         |            |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                    | valv control                         |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 4.592,00                          |                                 |          |
|               |         |        |                         |            |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                    | total                                |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 13.522,06                         |                                 |          |
|               |         |        |                         |            |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                    | % segur.                             |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 10,00%                            |                                 |          |
|               |         |        |                         |            |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                    | ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 14,87                             |                                 |          |

**Ilustración 5. Altura efectiva para el recorrido más desfavorable del Circuito Secundario 1 (CS1)**

| TRAMO         | Q (l/h) | DN     | Perd.<br>mm.c.a./ml | V (m/s) | L (m) | codos 90° |      | codos 45° |      | tes |      | reduc. |      | Tot<br>acces. | BOLA                                 |      | MARIP |      | FILTRO |      | ASIENTO |      | RET |      | REG |      | Tot<br>válv. | Perd. en<br>el tramo<br>(mm.c.a.) | Perd.<br>acumulada<br>(mm.c.a.) |     |
|---------------|---------|--------|---------------------|---------|-------|-----------|------|-----------|------|-----|------|--------|------|---------------|--------------------------------------|------|-------|------|--------|------|---------|------|-----|------|-----|------|--------------|-----------------------------------|---------------------------------|-----|
|               |         |        |                     |         |       | uds       | perd | uds       | perd | uds | perd | uds    | perd |               | uds                                  | perd | uds   | perd | uds    | perd | uds     | perd | uds | perd | uds | perd |              |                                   |                                 | uds |
| FC-1          | 128     | 3/8"   | 16,0                | 0,29    | 3,54  | 1         | 0,29 |           |      |     |      |        |      | 0,29          |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 61,28                             | 61,28                           |     |
| 1-2           | 257     | 1/2"   | 16,9                | 0,36    | 6,66  |           |      |           |      | 1   | 1,5  |        |      | 1,5           |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 137,90                            | 199,18                          |     |
| 2-3           | 323     | 3/4"   | 5,6                 | 0,25    | 0,99  |           |      |           |      | 1   | 1,5  |        |      | 1,5           |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 13,94                             | 213,13                          |     |
| 3-4           | 389     | 3/4"   | 8,0                 | 0,29    | 1,80  |           |      |           |      | 1   | 1,8  |        |      | 1,8           |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 28,80                             | 241,93                          |     |
| 4-5           | 455     | 3/4"   | 10,7                | 0,34    | 2,91  |           |      |           |      | 1   | 1,8  |        |      | 1,8           |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 50,40                             | 292,33                          |     |
| 5-6           | 521     | 3/4"   | 14,0                | 0,39    | 1,60  |           |      |           |      | 1   | 1,8  |        |      | 1,8           |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 47,60                             | 339,93                          |     |
| 6-7           | 590     | 3/4"   | 17,5                | 0,44    | 8,90  |           |      |           |      | 1   | 2,4  |        |      | 2,4           |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 197,75                            | 537,68                          |     |
| 7-8           | 659     | 1"     | 6,7                 | 0,31    | 3,02  |           |      |           |      | 1   | 3,6  |        |      | 3,6           |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 44,35                             | 582,03                          |     |
| 8-9           | 1570    | 1 1/4" | 8,5                 | 0,43    | 14,00 |           |      |           |      | 1   | 3,6  |        |      | 3,6           |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 149,60                            | 731,63                          |     |
| 9-PB          | 2973    | 1 1/2" | 13,3                | 0,61    | 1,30  |           |      |           |      | 1   | 4,5  |        |      | 4,5           |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 77,14                             | 808,77                          |     |
| PB-P1         | 5688    | 2"     | 13,8                | 0,71    | 7,54  | 1         | 2,1  |           |      | 1   | 4,5  |        |      | 6,6           |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 195,13                            | 1.003,90                        |     |
| P1-P2         | 10390   | 2 1/2" | 11,6                | 0,78    | 3,9   |           |      |           |      | 1   | 6    |        |      | 6             |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 114,84                            | 1.118,74                        |     |
| P2-P3         | 14901   | 3"     | 9,9                 | 0,81    | 3,9   |           |      |           |      | 1   | 7,5  |        |      | 7,5           |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 112,86                            | 1.231,60                        |     |
| P3-P4         | 19411   | 3"     | 16,8                | 1,05    | 3,9   |           |      |           |      | 1   | 9    |        |      | 9             |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 216,72                            | 1.448,32                        |     |
| P4-P5         | 24164   | 4"     | 16,6                | 0,77    | 3,9   |           |      |           |      | 1   | 9    |        |      | 9             |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 214,14                            | 1.662,46                        |     |
| P5-P6         | 28409   | 4"     | 9,2                 | 0,91    | 3,9   |           |      |           |      | 1   | 9    |        |      | 9             |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 118,68                            | 1.781,14                        |     |
| P6-BS         | 33269   | 4"     | 12,6                | 1,06    | 4,96  | 2         | 5,4  |           |      | 1   | 10,5 |        |      | 21,3          |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 330,81                            | 2.111,95                        |     |
| Imp.+Ret.     |         |        |                     |         |       |           |      |           |      |     |      |        |      |               |                                      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 2.111,95                          | 4.223,91                        |     |
| Valv. Bat. FC |         | 3/8"   | 16,0                | 0,29    |       |           |      |           |      |     |      |        |      |               | 1                                    | 0,13 |       |      | 1      | 1,29 |         |      |     |      | 1   | 5,1  | 6,52         | 104,32                            | 4.328,23                        |     |
| Valv. Bomba   |         | 4"     | 12,6                | 1,06    |       |           |      |           |      |     |      |        |      |               |                                      |      | 4     | 3,6  | 1      | 15   |         |      | 1   | 6,6  | 1   | 25,4 | 61,4         | 773,64                            | 5.101,87                        |     |
|               |         |        |                     |         |       |           |      |           |      |     |      |        |      |               | Subtotal                             |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              |                                   |                                 |     |
|               |         |        |                     |         |       |           |      |           |      |     |      |        |      |               | bateria (mm.c.a.)                    |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 1.939,00                          |                                 |     |
|               |         |        |                     |         |       |           |      |           |      |     |      |        |      |               | válv control                         |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 1.939,00                          |                                 |     |
|               |         |        |                     |         |       |           |      |           |      |     |      |        |      |               | total                                |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 8.979,87                          |                                 |     |
|               |         |        |                     |         |       |           |      |           |      |     |      |        |      |               | % segur.                             |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 10,00%                            |                                 |     |
|               |         |        |                     |         |       |           |      |           |      |     |      |        |      |               | ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 9,88                              |                                 |     |

**Tabla 42. Altura efectiva para el recorrido más desfavorable del Circuito Secundario 2 (CS2)**

## ANEXO VI: CÁLCULO DE ALTURAS EFECTIVAS

| TRAMO          | Q (l/h) | DN     | Perd.<br>mm.c.a./ml | V (m/s) | L (ml) | codos 90° |      | codos 45° |      | tes |      | reduc. |      | Tot<br>accses. | BOLA |      | MARIP |      | FILTRO |      | ASIENTO |      | RET |      | REG  |      | Tot<br>válv. | Perd. en el<br>tramo<br>(mm.c.a.)    | Perd.<br>acumulada<br>(mm.c.a. ) |          |      |          |
|----------------|---------|--------|---------------------|---------|--------|-----------|------|-----------|------|-----|------|--------|------|----------------|------|------|-------|------|--------|------|---------|------|-----|------|------|------|--------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------|------|----------|
|                |         |        |                     |         |        | uds       | perd | uds       | perd | uds | perd | uds    | perd |                | uds  | perd | uds   | perd | uds    | perd | uds     | perd | uds | perd | uds  | perd |              |                                      |                                  | uds      | perd |          |
| UTA-1          | 5231    | 2"     | 13                  | 0,67    | 8,83   | 2         | 1,5  |           |      |     |      |        |      | 3              |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      | 153,79       | 153,79                               |                                  |          |      |          |
| 1-2            | 10462   | 2 1/2" | 12,2                | 0,78    | 14,42  |           |      |           |      | 1   | 3,6  |        |      | 3,6            |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      | 219,84       | 373,63                               |                                  |          |      |          |
| 2-BS           | 20924   | 4"     | 5,4                 | 0,66    | 2,68   |           |      |           |      | 1   | 6    |        |      | 6              |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      | 46,87        | 420,51                               |                                  |          |      |          |
| Imp.+Ret.      |         |        |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      | 420,51       | 841,01                               |                                  |          |      |          |
| Valv. Bat. UTA |         | 2"     | 13                  | 0,67    |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                |      | 3    | 1,8   | 1    | 3,2    |      |         |      |     | 1    | 12,1 | 20,7 | 269,10       | 1.110,11                             |                                  |          |      |          |
| Valv. Bomba    |         | 4"     | 5,4                 | 0,66    |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                |      | 4    | 3,6   | 1    | 15     |      |         |      | 1   | 6,6  | 1    | 25,4 | 61,4         | 331,56                               | 1.441,67                         |          |      |          |
|                |         |        |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      | Subtotal       |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |              |                                      | 1.441,67                         |          |      |          |
|                |         |        |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |              | bateria (mm.c.a.)                    |                                  |          |      | 3.000,00 |
|                |         |        |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |              | valv control                         |                                  |          |      | 3.000,00 |
|                |         |        |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |              |                                      |                                  | total    |      | 7.441,67 |
|                |         |        |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |              |                                      |                                  | % segur. |      | 10,00%   |
|                |         |        |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |                |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      |              | ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |                                  |          |      | 8,19     |

*Ilustración 6. Altura efectiva para el recorrido más desfavorable del Circuito Secundario 3 (CS3)*

| TRAMO                                | Q ( l / h ) | DN     | Perd.<br>mm.c.a. /<br>m l | V (m/s) | L (ml) | codos 90° |      | codos 45° |      | tes |      | reduc. |      | Tot<br>acces. | BOLA |      | MARIP |      | FILTRO |      | ASIENTO |      | RET |      | REG  |      | Tot<br>válv. | Perd. en el<br>tramo<br>(mm.c.a.) | Perd.<br>acumulada<br>(mm.c.a.) |
|--------------------------------------|-------------|--------|---------------------------|---------|--------|-----------|------|-----------|------|-----|------|--------|------|---------------|------|------|-------|------|--------|------|---------|------|-----|------|------|------|--------------|-----------------------------------|---------------------------------|
|                                      |             |        |                           |         |        | uds       | perd | uds       | perd | uds | perd | uds    | perd |               | uds  | perd | uds   | perd | uds    | perd | uds     | perd | uds | perd | uds  | perd |              |                                   |                                 |
| UTA-1                                | 6000        | 2"     | 15,2                      | 0,76    | 8,66   | 2         | 1,5  |           |      |     |      |        |      | 3             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      | 177,23       | 177,23                            |                                 |
| 1-2                                  | 12000       | 2 1/2" | 6,7                       | 0,65    | 15,16  |           |      |           |      | 1   | 3,6  |        |      | 3,6           |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      | 125,69       | 302,92                            |                                 |
| 2-B5                                 | 24001       | 4"     | 6,5                       | 0,76    | 2,48   |           |      |           |      | 1   | 6    |        |      | 6             |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      | 55,12        | 358,04                            |                                 |
| Imp.+Ret.                            |             |        |                           |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      | 358,04       | 716,09                            |                                 |
| Valv. Bat. UTA                       |             | 2"     | 15,2                      | 0,76    |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      | 3    | 1,8   | 1    | 3,2    |      |         |      |     | 1    | 12,1 | 20,7 | 314,64       | 1.030,73                          |                                 |
| Valv. Bomba                          |             | 4"     | 6,5                       | 0,76    |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      | 4    | 3,6   | 1    | 15     |      |         |      | 1   | 6,6  | 1    | 25,4 | 61,4         | 399,10                            | 1.429,83                        |
| Subtotal                             |             |        |                           |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      | 1.429,83     |                                   |                                 |
| bateria (mm.c.a.)                    |             |        |                           |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      | 2.000,00     |                                   |                                 |
| valv control                         |             |        |                           |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      | 2.000,00     |                                   |                                 |
| total                                |             |        |                           |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      | 5.429,83     |                                   |                                 |
| % segur.                             |             |        |                           |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      | 10,00%       |                                   |                                 |
| ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |             |        |                           |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |      |      | 5,97         |                                   |                                 |

*Ilustración 7. Altura efectiva para el recorrido más desfavorable del Circuito Secundario 4 (CS4)*

| TRAMO                                | Q (l/h) | DN | Perd.<br>mm.c.a./ml | V (m/s) | L (ml) | codos 90° |      | codos 45° |      | tes |      | reduc. |      | Tot<br>acces. | BOLA |      | MARIP |      | FILTRO |      | ASIENTO |      | RET |      | REG |      | Tot<br>válv. | Perd. en el<br>tramo<br>(mm.c.a.) | Perd.<br>acumulada<br>(mm.c.a. ) |
|--------------------------------------|---------|----|---------------------|---------|--------|-----------|------|-----------|------|-----|------|--------|------|---------------|------|------|-------|------|--------|------|---------|------|-----|------|-----|------|--------------|-----------------------------------|----------------------------------|
|                                      |         |    |                     |         |        | uds       | perd | uds       | perd | uds | perd | uds    | perd |               | uds  | perd | uds   | perd | uds    | perd | uds     | perd | uds | perd | uds | perd |              |                                   |                                  |
| ENF1-BP<br>imp.+Ret.                 | 75541   | 6" |                     | 8       | 1,1    | 4,3       | 1    | 4,2       |      |     |      |        |      | 4,2           |      |      | 4     | 3    |        |      |         |      |     |      |     |      | 12           | 164,00                            | 164,00                           |
| Enfriadora 1                         |         | 6" |                     | 8       | 1,1    |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 164,00                            | 328,00                           |
| Valv. Bomba                          |         | 6" |                     | 8       | 1,1    |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      | 4     | 3    | 1      | 19   |         |      | 1   | 10,4 | 1   | 35,9 | 77,3         | 4.500,00                          | 4.828,00                         |
| Subtotal                             |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      | 618,40       | 5.446,40                          |                                  |
| bateria (mm.c.a.)                    |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              |                                   |                                  |
| valv control                         |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              |                                   |                                  |
| total                                |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 5.446,40                          |                                  |
| % segur.                             |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 10,00%                            |                                  |
| ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 5,99                              |                                  |

*Ilustración 8. Altura efectiva para el recorrido más desfavorable del Circuito Primario 1 (CP1)*

| TRAMO                | Q (l/h) | DN | Perd.<br>mm.c.a./ml | V (m/s) | L (ml) | codos 90° |      | codos 45° |      | tes |      | reduc. |      | Tot<br>acces. | BOLA |      | MARIP |      | FILTRO |      | ASIENTO |      | RET |      | REG |      | Tot<br>válv. | Perd. en el<br>tramo<br>(mm.c.a.)    | Perd.<br>acumulada<br>(mm.c.a. ) |          |  |          |
|----------------------|---------|----|---------------------|---------|--------|-----------|------|-----------|------|-----|------|--------|------|---------------|------|------|-------|------|--------|------|---------|------|-----|------|-----|------|--------------|--------------------------------------|----------------------------------|----------|--|----------|
|                      |         |    |                     |         |        | uds       | perd | uds       | perd | uds | perd | uds    | perd |               | uds  | perd | uds   | perd | uds    | perd | uds     | perd | uds | perd | uds | perd |              |                                      |                                  |          |  |          |
| ENF1-BP<br>imp.+Ret. | 75541   | 6" |                     | 8       | 1.1    | 18.51     | 2    | 4.2       |      |     |      |        |      | 8.4           |      |      | 4     | 3    |        |      |         |      |     |      |     |      | 12           | 311.28                               | 311.28                           |          |  |          |
| Enfriadora 2         |         | 6" |                     | 8       | 1.1    |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 311.28                               | 622.56                           |          |  |          |
| Valv. Bomba          |         | 6" |                     | 8       | 1.1    |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      | 4     | 3    | 1      | 19   |         |      | 1   | 10.4 | 1   | 35.9 | 77.3         | 4,500.00                             | 5,122.56                         |          |  |          |
|                      |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | 618.40                               | 5,740.96                         |          |  |          |
|                      |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | Subtotal                             |                                  | 5,740.96 |  |          |
|                      |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | bateria (mm.c.a.)                    |                                  |          |  |          |
|                      |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | valv control                         |                                  |          |  |          |
|                      |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              |                                      |                                  |          |  |          |
|                      |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              |                                      |                                  | total    |  | 5,740.96 |
|                      |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              |                                      |                                  | % segur. |  | 10,00%   |
|                      |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |      |              | ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |                                  |          |  | 6,32     |

*Ilustración 9. Altura efectiva para el recorrido más desfavorable del Circuito Primario 2 (CP2)*

| TRAMO       | Q (l/h) | DN | Perd.<br>mm.c.a./ml | V (m/s) | L (ml) | codos 90° |      | codos 45° |      | tes |      | reduc. |      | Tot<br>acces. | BOLA |      | MARIP |      | FILTRO |      | ASIENTO |      | RET |      | REG |                                      | Tot<br>válv. | Perd. en el<br>tramo<br>(mm.c.a.) | Perd.<br>acumulada<br>(mm.c.a.) |          |      |
|-------------|---------|----|---------------------|---------|--------|-----------|------|-----------|------|-----|------|--------|------|---------------|------|------|-------|------|--------|------|---------|------|-----|------|-----|--------------------------------------|--------------|-----------------------------------|---------------------------------|----------|------|
|             |         |    |                     |         |        | uds       | perd | uds       | perd | uds | perd | uds    | perd |               | uds  | perd | uds   | perd | uds    | perd | uds     | perd | uds | perd | uds | perd                                 |              |                                   |                                 | uds      | perd |
| CAL-BP      | 57270   | 5" | 11,8                | 1,2     | 3,5    | 1         | 3,6  |           |      |     |      |        |      | 3,6           |      |      |       |      |        | 1    | 15,4    |      |     |      |     |                                      | 15,4         | 265,50                            | 265,50                          |          |      |
| Imp.+Ret.   |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |                                      |              | 265,50                            | 531,00                          |          |      |
| Caldera     |         | 5" | 11,8                | 1,2     |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     |                                      |              | 1.000,00                          | 1.531,00                        |          |      |
| Valv. Bomba |         | 5" | 11,8                | 1,2     |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      | 4     | 3    | 1      | 15,4 |         |      | 1   | 8,3  | 1   | 30,5                                 | 66,2         | 781,16                            | 2.312,16                        |          |      |
|             |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | Subtotal                             |              |                                   |                                 |          |      |
|             |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | bateria (mm.c.a.)                    |              |                                   |                                 |          |      |
|             |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | válv control                         |              |                                   |                                 |          |      |
|             |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | total                                |              |                                   |                                 | 2.312,16 |      |
|             |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | % segur.                             |              |                                   |                                 | 10,00%   |      |
|             |         |    |                     |         |        |           |      |           |      |     |      |        |      |               |      |      |       |      |        |      |         |      |     |      |     | ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.) |              |                                   |                                 | 2,54     |      |

Tabla 43. Altura efectiva para el recorrido más desfavorable del Circuito Primario 3 (CP3)

## ANEXO VII: GRÁFICOS Y TABLAS PARA EL CÁLCULO

### Diagrama psicrométrico:

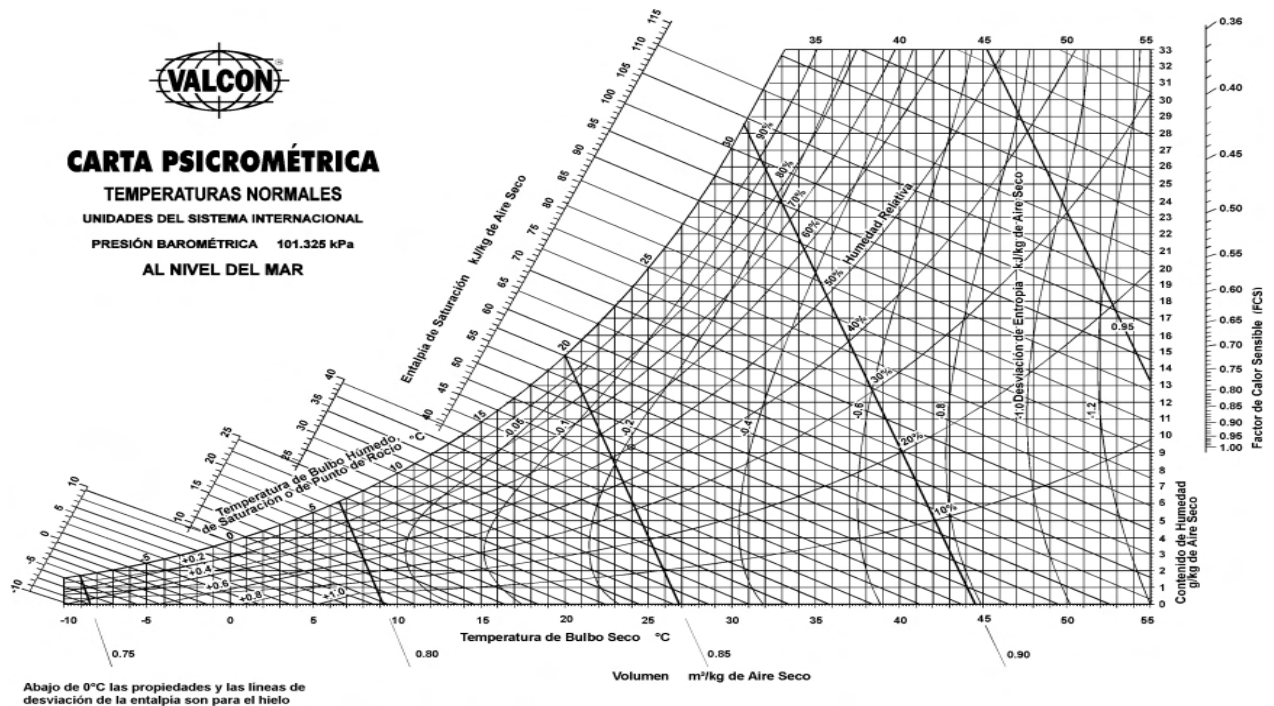
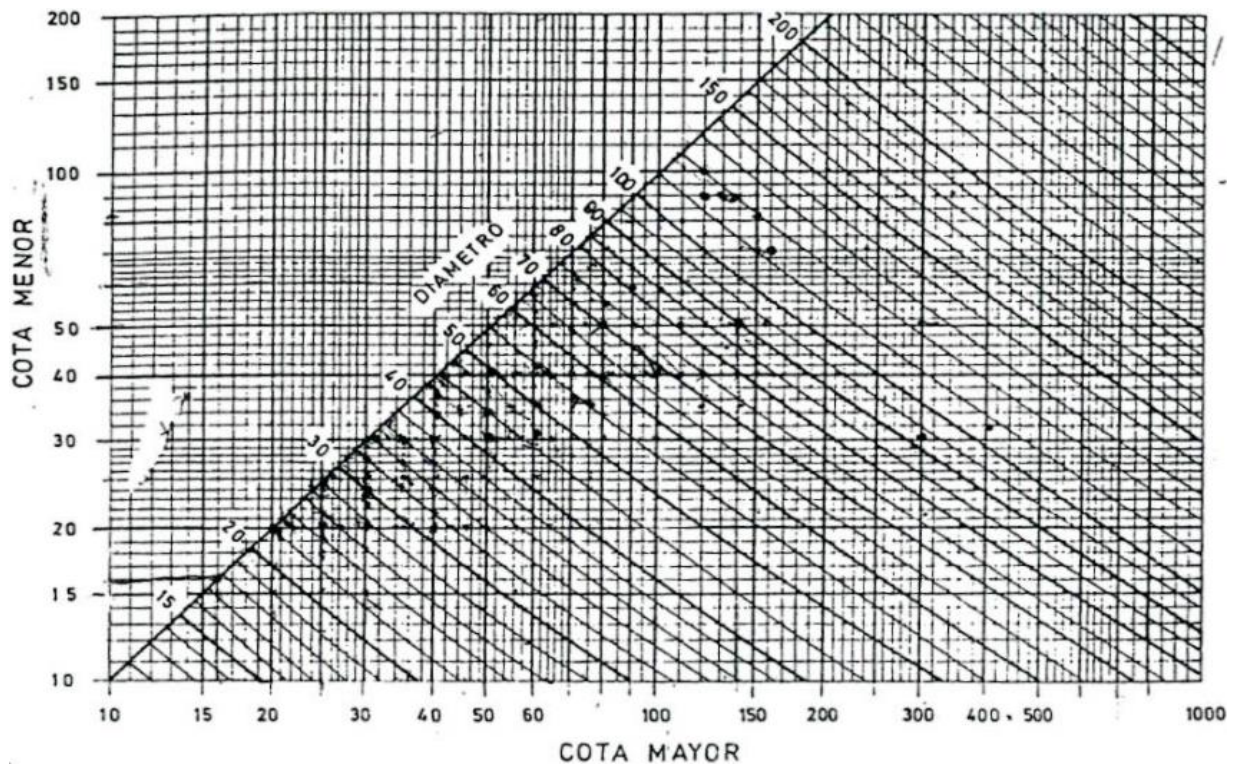


**Diagrama de transformación de los conductos rectangulares en conductos circulares a iguales pérdidas de carga:**



**Pérdidas de carga en accesorios de conductos:**

LONGITUD EQUIVALENTE EN ML DE ACCESORIOS PARA REDES DE CONDUCTOS

| n°   | REDUCCIÓN | DERIVACIÓN |
|------|-----------|------------|
| 1    | 0,20      | 0,33       |
| 1,5  | 0,46      | 0,75       |
| 2    | 0,82      | 1,33       |
| 2,5  | 1,27      | 2,07       |
| 3    | 1,83      | 2,98       |
| 3,5  | 2,50      | 4,06       |
| 4    | 3,26      | 5,30       |
| 4,5  | 4,13      | 6,71       |
| 5    | 5,09      | 8,28       |
| 5,5  | 6,16      | 10,02      |
| 6    | 7,34      | 11,93      |
| 6,5  | 8,61      | 14,00      |
| 7    | 9,98      | 16,23      |
| 7,5  | 11,46     | 18,63      |
| 8    | 13,04     | 21,20      |
| 8,5  | 14,72     | 23,93      |
| 9    | 16,50     | 26,83      |
| 9,5  | 18,39     | 29,90      |
| 10   | 20,38     | 33,13      |
| 10,5 | 22,46     | 36,52      |
| 11   | 24,65     | 40,08      |
| 11,5 | 26,95     | 43,81      |
| 12   | 29,34     | 47,70      |
| 12,5 | 31,84     | 51,76      |
| 13   | 34,43     | 55,98      |
| 13,5 | 37,13     | 60,37      |
| 14   | 39,94     | 64,93      |
| 14,5 | 42,84     | 69,65      |
| 15   | 45,84     | 74,53      |
| 15,5 | 48,95     | 79,58      |
| 16   | 52,16     | 84,80      |
| 16,5 | 55,47     | 90,18      |
| 17   | 58,88     | 95,73      |
| 17,5 | 62,40     | 101,45     |
| 18   | 66,02     | 107,33     |
| 18,5 | 69,73     | 113,37     |
| 19   | 73,55     | 119,58     |
| 19,5 | 77,48     | 125,96     |
| 20   | 81,50     | 132,50     |

LONGITUD EQUIVALENTE EN ML DE CODOS A 90° CON RELACIÓN R/D = 1,25

| alto (mm) | 1200 | 900  | 750  | 600  | 500  | 400  | 300  | 250  | 200  | 150  |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 2400      | 9,22 | 7,38 | 6,51 | 5,65 | 4,67 |      |      |      |      |      |
| 1800      | 8,25 | 6,9  | 6,2  | 5,05 | 4,42 | 3,8  | 3,56 |      |      |      |
| 1500      | 8    | 6,51 | 5,65 | 4,77 | 4,18 | 3,56 | 2,95 |      |      |      |
| 1200      | 7,67 | 5,9  | 5,28 | 4,42 | 4,18 | 3,26 | 2,62 | 2,4  | 2,39 |      |
| 1050      |      | 5,9  | 5,03 | 4,42 | 3,87 | 3,25 | 2,66 | 2,4  | 2,08 |      |
| 900       |      | 5,6  | 4,79 | 4,14 | 3,53 | 2,98 | 2,7  | 2,36 | 2,08 |      |
| 800       |      |      | 4,76 | 4,11 | 3,54 | 2,95 | 2,33 | 2,08 | 1,72 |      |
| 700       |      |      |      | 3,84 | 3,54 | 2,95 | 2,33 | 2,08 | 1,72 |      |
| 600       |      |      |      | 3,74 | 3,26 | 2,91 | 2,33 | 2,05 | 1,75 | 1,47 |
| 500       |      |      |      |      | 3,25 | 2,66 | 2,05 | 1,8  | 1,47 | 1,17 |
| 400       |      |      |      |      |      | 2,66 | 2,05 | 1,76 | 1,47 | 1,17 |
| 300       |      |      |      |      |      |      | 2,05 | 1,76 | 1,47 | 1,15 |
| 250       |      |      |      |      |      |      |      | 1,47 | 1,19 | 1,19 |
| 200       |      |      |      |      |      |      |      |      | 1,16 | 0,88 |
| 150       |      |      |      |      |      |      |      |      |      | 0,88 |

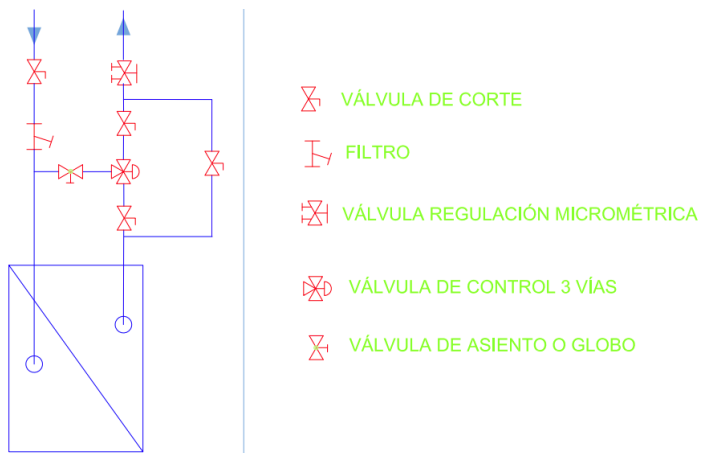
**Tabla para el cálculo de tuberías en acero DIN 2440 y 2448 para agua fría a 10°C:**

| Ø nominal                        | pulgadas | DIN 2440 |      |       |       |        |        |        |        |        |         |         |         |
|----------------------------------|----------|----------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
|                                  | mm       | 3/8"     | 1/2" | 3/4"  | 1"    | 1 1/4" | 1 1/2" | 2"     | 2 1/2" | 3"     | 4"      | 5"      | 6"      |
| Ø interior                       | mm       | 10       | 15   | 20    | 25    | 32     | 40     | 50     | 65     | 80     | 100     | 125     | 150     |
| Perdida de carga en mm.c.a. / ml |          | 12,5     | 16   | 21,6  | 27,2  | 35,9   | 41,8   | 53     | 68,8   | 80,8   | 105,3   | 130     | 155,4   |
| CAUDAL EN L/H                    |          |          |      |       |       |        |        |        |        |        |         |         |         |
| VELOCIDAD EN M/S                 |          |          |      |       |       |        |        |        |        |        |         |         |         |
| 3                                | 49       | 130      | 210  | 394   | 848   | 1.273  | 2.441  | 4.915  | 7.472  | 15.299 | 26.967  | 43.037  | 92.570  |
|                                  | 0,11     | 0,18     | 0,16 | 0,19  | 0,23  | 0,26   | 0,31   | 0,37   | 0,40   | 0,49   | 0,56    | 0,63    | 0,76    |
| 4                                | 65       | 136      | 248  | 466   | 992   | 1.491  | 2.818  | 5.675  | 8.780  | 17.666 | 31.139  | 49.695  | 106.890 |
|                                  | 0,15     | 0,19     | 0,19 | 0,22  | 0,27  | 0,30   | 0,35   | 0,42   | 0,48   | 0,56   | 0,65    | 0,73    | 0,88    |
| 5                                | 81       | 136      | 280  | 527   | 1.124 | 1.690  | 3.200  | 6.453  | 9.997  | 20.142 | 34.814  | 56.810  | 122.458 |
|                                  | 0,18     | 0,19     | 0,21 | 0,25  | 0,31  | 0,34   | 0,40   | 0,48   | 0,54   | 0,64   | 0,73    | 0,83    | 1,01    |
| 6                                | 97       | 136      | 310  | 584   | 1.231 | 1.851  | 3.505  | 7.069  | 10.951 | 22.065 | 38.957  | 62.232  | 134.146 |
|                                  | 0,22     | 0,19     | 0,23 | 0,28  | 0,34  | 0,37   | 0,44   | 0,53   | 0,59   | 0,70   | 0,82    | 0,91    | 1,10    |
| 7                                | 101      | 149      | 339  | 631   | 1.348 | 2.029  | 3.847  | 7.771  | 11.828 | 23.833 | 42.079  | 67.218  | 144.895 |
|                                  | 0,24     | 0,21     | 0,26 | 0,30  | 0,37  | 0,41   | 0,48   | 0,58   | 0,64   | 0,76   | 0,88    | 0,98    | 1,19    |
| 8                                | 101      | 159      | 362  | 683   | 1.441 | 2.169  | 4.112  | 8.307  | 12.645 | 26.003 | 44.984  | 71.859  | 154.899 |
|                                  | 0,24     | 0,22     | 0,27 | 0,33  | 0,40  | 0,44   | 0,52   | 0,62   | 0,69   | 0,83   | 0,94    | 1,05    | 1,27    |
| 9                                | 101      | 170      | 388  | 724   | 1.550 | 2.335  | 4.362  | 8.811  | 13.667 | 27.581 | 47.713  | 76.218  | 164.295 |
|                                  | 0,24     | 0,24     | 0,29 | 0,35  | 0,43  | 0,47   | 0,55   | 0,66   | 0,74   | 0,88   | 1,00    | 1,12    | 1,35    |
| 10                               | 101      | 181      | 409  | 773   | 1.634 | 2.462  | 4.674  | 9.288  | 14.407 | 29.073 | 50.294  | 80.341  | 173.182 |
|                                  | 0,21     | 0,25     | 0,31 | 0,37  | 0,45  | 0,50   | 0,59   | 0,69   | 0,78   | 0,93   | 1,05    | 1,18    | 1,43    |
| 11                               | 101      | 190      | 434  | 811   | 1.714 | 2.582  | 4.902  | 9.741  | 15.110 | 30.492 | 52.749  | 86.245  | 181.635 |
|                                  | 0,22     | 0,26     | 0,33 | 0,39  | 0,47  | 0,52   | 0,62   | 0,73   | 0,82   | 0,97   | 1,10    | 1,26    | 1,49    |
| 12                               | 101      | 201      | 453  | 847   | 1.790 | 2.696  | 5.120  | 10.361 | 15.782 | 31.848 | 56.332  | 90.080  | 189.712 |
|                                  | 0,23     | 0,28     | 0,34 | 0,41  | 0,49  | 0,55   | 0,64   | 0,77   | 0,85   | 1,02   | 1,18    | 1,32    | 1,56    |
| 13                               | 106      | 209      | 472  | 882   | 1.890 | 2.850  | 5.329  | 10.784 | 16.426 | 33.148 | 58.633  | 93.758  | 197.458 |
|                                  | 0,24     | 0,29     | 0,36 | 0,42  | 0,52  | 0,58   | 0,67   | 0,81   | 0,89   | 1,06   | 1,23    | 1,37    | 1,63    |
| 14                               | 110      | 219      | 496  | 927   | 1.961 | 2.958  | 5.530  | 11.191 | 17.046 | 34.399 | 60.846  | 97.298  | 204.912 |
|                                  | 0,25     | 0,30     | 0,38 | 0,44  | 0,54  | 0,60   | 0,70   | 0,84   | 0,92   | 1,10   | 1,27    | 1,42    | 1,69    |
| 15                               | 115      | 227      | 513  | 960   | 2.030 | 3.061  | 5.724  | 11.584 | 17.644 | 35.607 | 62.982  | 100.713 | 212.104 |
|                                  | 0,26     | 0,31     | 0,39 | 0,46  | 0,56  | 0,62   | 0,72   | 0,87   | 0,96   | 1,14   | 1,32    | 1,47    | 1,75    |
| 16                               | 119      | 234      | 530  | 991   | 2.097 | 3.162  | 6.013  | 11.964 | 18.223 | 36.774 | 65.047  | 104.016 | 219.060 |
|                                  | 0,27     | 0,32     | 0,40 | 0,47  | 0,58  | 0,64   | 0,76   | 0,89   | 0,99   | 1,17   | 1,36    | 1,52    | 1,80    |
| 17                               | 123      | 241      | 546  | 1.022 | 2.161 | 3.259  | 6.198  | 12.332 | 18.784 | 37.906 | 67.049  | 107.217 | 231.668 |
|                                  | 0,28     | 0,33     | 0,41 | 0,49  | 0,59  | 0,66   | 0,78   | 0,92   | 1,02   | 1,21   | 1,40    | 1,57    | 1,91    |
| 18                               | 127      | 251      | 569  | 1.051 | 2.224 | 3.354  | 6.377  | 12.690 | 19.329 | 39.005 | 68.993  | 110.325 | 238.385 |
|                                  | 0,29     | 0,35     | 0,43 | 0,50  | 0,61  | 0,68   | 0,80   | 0,95   | 1,05   | 1,24   | 1,44    | 1,62    | 1,96    |
| 19                               | 131      | 258      | 584  | 1.095 | 2.319 | 3.446  | 6.552  | 13.037 | 20.251 | 40.936 | 70.883  | 113.348 | 244.917 |
|                                  | 0,30     | 0,36     | 0,44 | 0,52  | 0,64  | 0,70   | 0,82   | 0,97   | 1,10   | 1,31   | 1,48    | 1,66    | 2,02    |
| 20                               | 134      | 264      | 599  | 1.123 | 2.380 | 3.535  | 6.722  | 13.376 | 20.778 | 41.999 | 72.725  | 116.293 | 251.279 |
|                                  | 0,30     | 0,37     | 0,45 | 0,54  | 0,65  | 0,72   | 0,85   | 1,00   | 1,13   | 1,34   | 1,52    | 1,70    | 2,07    |
| 21                               | 139      | 271      | 614  | 1.151 | 2.438 | 3.680  | 6.888  | 13.706 | 21.291 | 43.037 | 74.521  | 119.165 | 257.485 |
|                                  | 0,31     | 0,37     | 0,47 | 0,55  | 0,67  | 0,74   | 0,87   | 1,02   | 1,15   | 1,37   | 1,56    | 1,75    | 2,12    |
| 22                               | 142      | 280      | 629  | 1.178 | 2.496 | 3.767  | 7.051  | 14.029 | 21.792 | 44.049 | 76.274  | 121.969 | 263.544 |
|                                  | 0,32     | 0,39     | 0,48 | 0,56  | 0,68  | 0,76   | 0,89   | 1,05   | 1,18   | 1,41   | 1,60    | 1,79    | 2,17    |
| 23                               | 145      | 287      | 643  | 1.204 | 2.552 | 3.852  | 7.209  | 14.344 | 22.281 | 45.039 | 77.989  | 124.710 | 269.467 |
|                                  | 0,33     | 0,40     | 0,49 | 0,58  | 0,70  | 0,78   | 0,91   | 1,07   | 1,21   | 1,44   | 1,63    | 1,83    | 2,22    |
| 24                               | 149      | 293      | 665  | 1.230 | 2.607 | 3.934  | 7.364  | 14.932 | 22.761 | 46.008 | 79.666  | 127.393 | 275.263 |
|                                  | 0,34     | 0,40     | 0,50 | 0,59  | 0,72  | 0,80   | 0,93   | 1,12   | 1,23   | 1,47   | 1,67    | 1,87    | 2,27    |
| 25                               | 153      | 299      | 679  | 1.255 | 2.661 | 4.016  | 7.516  | 15.240 | 23.230 | 46.957 | 81.309  | 130.019 | 280.939 |
|                                  | 0,35     | 0,41     | 0,51 | 0,60  | 0,73  | 0,81   | 0,95   | 1,14   | 1,26   | 1,50   | 1,70    | 1,90    | 2,31    |
| 26                               | 156      | 305      | 692  | 1.280 | 2.713 | 4.095  | 7.665  | 15.541 | 23.690 | 47.887 | 82.919  | 132.594 | 286.503 |
|                                  | 0,35     | 0,42     | 0,52 | 0,61  | 0,74  | 0,83   | 0,97   | 1,16   | 1,28   | 1,53   | 1,74    | 1,94    | 2,36    |
| 27                               | 159      | 311      | 705  | 1.323 | 2.765 | 4.173  | 7.811  | 15.838 | 24.141 | 48.799 | 84.499  | 135.120 | 291.960 |
|                                  | 0,36     | 0,43     | 0,53 | 0,63  | 0,76  | 0,84   | 0,98   | 1,18   | 1,31   | 1,56   | 1,77    | 1,98    | 2,40    |
| 28                               | 162      | 320      | 718  | 1.347 | 2.816 | 4.250  | 7.954  | 16.128 | 24.584 | 49.694 | 86.049  | 137.600 | 297.318 |
|                                  | 0,37     | 0,44     | 0,54 | 0,64  | 0,77  | 0,86   | 1,00   | 1,21   | 1,33   | 1,59   | 1,80    | 2,02    | 2,45    |
| 29                               | 165      | 325      | 731  | 1.371 | 2.865 | 4.325  | 8.095  | 16.414 | 25.019 | 50.574 | 87.572  | 140.035 | 302.580 |
|                                  | 0,37     | 0,45     | 0,55 | 0,66  | 0,79  | 0,88   | 1,02   | 1,23   | 1,36   | 1,61   | 1,83    | 2,05    | 2,49    |
| 30                               | 168      | 331      | 743  | 1.394 | 2.914 | 4.399  | 8.379  | 16.694 | 25.447 | 51.438 | 89.069  | 142.429 | 307.753 |
|                                  | 0,38     | 0,46     | 0,56 | 0,67  | 0,80  | 0,89   | 1,05   | 1,25   | 1,38   | 1,64   | 1,86    | 2,09    | 2,53    |
| 31                               | 172      | 336      | 756  | 1.417 | 3.009 | 4.472  | 8.517  | 16.970 | 25.868 | 52.289 | 90.542  | 144.784 | 312.840 |
|                                  | 0,39     | 0,46     | 0,57 | 0,68  | 0,83  | 0,91   | 1,07   | 1,27   | 1,40   | 1,67   | 1,89    | 2,12    | 2,57    |
| 32                               | 175      | 342      | 768  | 1.440 | 3.057 | 4.543  | 8.654  | 17.242 | 26.282 | 53.125 | 91.990  | 147.100 | 317.846 |
|                                  | 0,40     | 0,47     | 0,58 | 0,69  | 0,84  | 0,92   | 1,09   | 1,29   | 1,42   | 1,69   | 1,93    | 2,15    | 2,62    |
| 33                               | 178      | 347      | 790  | 1.462 | 3.104 | 4.614  | 8.788  | 17.509 | 26.689 | 53.949 | 93.417  | 149.381 | 322.774 |
|                                  | 0,40     | 0,48     | 0,60 | 0,70  | 0,85  | 0,93   | 1,11   | 1,31   | 1,45   | 1,72   | 1,95    | 2,19    | 2,66    |
| 34                               | 180      | 352      | 801  | 1.484 | 3.151 | 4.683  | 8.920  | 17.772 | 27.091 | 54.760 | 94.822  | 151.627 | 327.628 |
|                                  | 0,41     | 0,49     | 0,61 | 0,71  | 0,86  | 0,95   | 1,12   | 1,33   | 1,47   | 1,75   | 1,98    | 2,22    | 2,70    |
| 35                               | 183      | 357      | 813  | 1.506 | 3.197 | 4.751  | 9.050  | 18.032 | 27.486 | 55.560 | 96.206  | 153.841 | 332.411 |
|                                  | 0,41     | 0,49     | 0,62 | 0,72  | 0,88  | 0,96   | 1,14   | 1,35   | 1,49   | 1,77   | 2,01    | 2,25    | 2,74    |
| 36                               | 186      | 367      | 825  | 1.527 | 3.242 | 4.819  | 9.179  | 18.288 | 27.876 | 56.348 | 97.571  | 156.023 | 337.127 |
|                                  | 0,42     | 0,51     | 0,63 | 0,73  | 0,89  | 0,98   | 1,16   | 1,37   | 1,51   | 1,80   | 2,04    | 2,29    | 2,77    |
| 37                               | 188      | 372      | 836  | 1.548 | 3.287 | 4.885  | 9.305  | 18.540 | 28.260 | 57.125 | 98.916  | 158.175 | 341.777 |
|                                  | 0,43     | 0,51     | 0,63 | 0,74  | 0,90  | 0,99   | 1,17   | 1,39   | 1,53   | 1,82   | 2,07    | 2,32    | 2,81    |
| 38                               | 191      | 377      | 847  | 1.569 | 3.331 | 4.951  | 9.430  | 18.789 | 28.640 | 57.892 | 100.244 | 160.299 | 346.365 |
|                                  | 0,43     | 0,52     | 0,64 | 0,75  | 0,91  | 1,00   | 1,19   | 1,40   | 1,55   | 1,85   | 2,10    | 2,35    | 2,85    |
| 39                               | 195      | 382      | 858  | 1.590 | 3.375 | 5.015  | 9.554  | 19.034 | 29.014 | 58.649 | 101.555 | 162.394 | 350.893 |
|                                  | 0,44     | 0,53     | 0,65 | 0,76  | 0,93  | 1,02   | 1,20   | 1,42   | 1,57   | 1,87   | 2,13    | 2,38    | 2,89    |

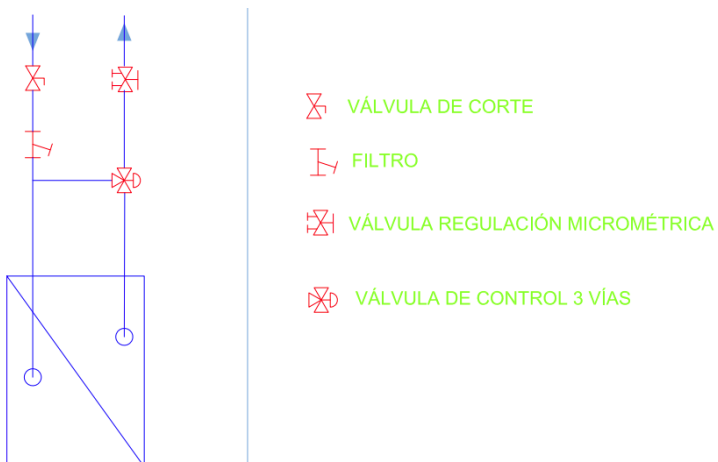
**Tabla para el cálculo de tuberías en acero DIN 2440 y 2448 para agua caliente a 50°C:**

| Ø nominal                        | pulgadas | DIN 2440 |      |      |       |        |        |       |        |        |        |         |         |
|----------------------------------|----------|----------|------|------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|
|                                  | mm       | 3/8"     | 1/2" | 3/4" | 1"    | 1 1/4" | 1 1/2" | 2"    | 2 1/2" | 3"     | 4"     | 5"      | 6"      |
| Ø interior                       | mm       | 10       | 15   | 20   | 25    | 32     | 40     | 50    | 65     | 80     | 100    | 125     | 150     |
| Perdida de carga en mm.c.a. / ml |          | 12,5     | 16   | 21,6 | 27,2  | 35,9   | 41,8   | 53    | 68,8   | 80,8   | 105,3  | 130     | 155,4   |
| CAUDAL EN L/H                    |          |          |      |      |       |        |        |       |        |        |        |         |         |
| VELOCIDAD EN M/S                 |          |          |      |      |       |        |        |       |        |        |        |         |         |
| 3                                |          | 52       | 101  | 229  | 429   | 908    | 1.369  | 2.604 | 5.180  | 7.891  | 15.924 | 28.150  | 45.040  |
|                                  |          | 0,12     | 0,14 | 0,17 | 0,21  | 0,25   | 0,28   | 0,33  | 0,39   | 0,43   | 0,51   | 0,59    | 0,66    |
| 4                                |          | 61       | 120  | 268  | 502   | 1.064  | 1.581  | 3.006 | 5.982  | 9.292  | 18.783 | 32.524  | 52.008  |
|                                  |          | 0,14     | 0,17 | 0,20 | 0,24  | 0,29   | 0,32   | 0,38  | 0,45   | 0,50   | 0,60   | 0,68    | 0,76    |
| 5                                |          | 68       | 134  | 303  | 569   | 1.190  | 1.796  | 3.361 | 6.815  | 10.390 | 21.000 | 36.362  | 58.146  |
|                                  |          | 0,15     | 0,18 | 0,23 | 0,27  | 0,33   | 0,36   | 0,42  | 0,51   | 0,56   | 0,67   | 0,76    | 0,85    |
| 6                                |          | 76       | 148  | 337  | 624   | 1.324  | 1.967  | 3.747 | 7.466  | 11.380 | 23.004 | 39.833  | 63.696  |
|                                  |          | 0,17     | 0,20 | 0,26 | 0,30  | 0,36   | 0,40   | 0,47  | 0,56   | 0,62   | 0,73   | 0,83    | 0,93    |
| 7                                |          | 82       | 162  | 364  | 674   | 1.430  | 2.125  | 4.047 | 8.064  | 12.292 | 24.847 | 43.025  | 70.499  |
|                                  |          | 0,19     | 0,22 | 0,28 | 0,32  | 0,39   | 0,43   | 0,51  | 0,60   | 0,67   | 0,79   | 0,90    | 1,03    |
| 8                                |          | 88       | 173  | 389  | 730   | 1.528  | 2.309  | 4.327 | 8.621  | 13.141 | 26.563 | 47.078  | 75.366  |
|                                  |          | 0,20     | 0,24 | 0,29 | 0,35  | 0,42   | 0,47   | 0,54  | 0,64   | 0,71   | 0,85   | 0,99    | 1,10    |
| 9                                |          | 94       | 183  | 412  | 775   | 1.621  | 2.449  | 4.589 | 9.144  | 13.938 | 28.174 | 49.933  | 79.938  |
|                                  |          | 0,21     | 0,25 | 0,31 | 0,37  | 0,44   | 0,50   | 0,58  | 0,68   | 0,76   | 0,90   | 1,04    | 1,17    |
| 10                               |          | 100      | 195  | 440  | 816   | 1.709  | 2.582  | 4.838 | 9.638  | 14.995 | 29.698 | 52.634  | 84.262  |
|                                  |          | 0,23     | 0,27 | 0,33 | 0,39  | 0,47   | 0,52   | 0,61  | 0,72   | 0,81   | 0,95   | 1,10    | 1,23    |
| 11                               |          | 105      | 205  | 462  | 856   | 1.792  | 2.708  | 5.074 | 10.109 | 15.727 | 31.148 | 55.203  | 88.375  |
|                                  |          | 0,24     | 0,28 | 0,35 | 0,41  | 0,49   | 0,55   | 0,64  | 0,76   | 0,85   | 0,99   | 1,16    | 1,29    |
| 12                               |          | 109      | 214  | 482  | 894   | 1.902  | 2.828  | 5.299 | 10.558 | 16.426 | 32.533 | 57.658  | 92.305  |
|                                  |          | 0,25     | 0,30 | 0,37 | 0,43  | 0,52   | 0,57   | 0,67  | 0,79   | 0,89   | 1,04   | 1,21    | 1,35    |
| 13                               |          | 115      | 223  | 502  | 931   | 1.979  | 2.944  | 5.516 | 10.989 | 17.097 | 33.861 | 60.012  | 96.074  |
|                                  |          | 0,26     | 0,31 | 0,38 | 0,44  | 0,54   | 0,60   | 0,69  | 0,82   | 0,93   | 1,08   | 1,26    | 1,41    |
| 14                               |          | 119      | 231  | 521  | 980   | 2.054  | 3.055  | 5.724 | 11.630 | 17.742 | 35.929 | 62.278  | 99.700  |
|                                  |          | 0,27     | 0,32 | 0,39 | 0,47  | 0,56   | 0,62   | 0,72  | 0,87   | 0,96   | 1,15   | 1,30    | 1,46    |
| 15                               |          | 124      | 242  | 547  | 1.014 | 2.126  | 3.162  | 5.925 | 12.038 | 18.365 | 37.190 | 64.464  | 103.200 |
|                                  |          | 0,28     | 0,33 | 0,41 | 0,48  | 0,58   | 0,64   | 0,75  | 0,90   | 0,99   | 1,19   | 1,35    | 1,51    |
| 16                               |          | 128      | 250  | 564  | 1.048 | 2.196  | 3.266  | 6.231 | 12.433 | 18.967 | 38.410 | 66.578  | 106.584 |
|                                  |          | 0,29     | 0,35 | 0,43 | 0,50  | 0,60   | 0,66   | 0,78  | 0,93   | 1,03   | 1,23   | 1,39    | 1,56    |
| 17                               |          | 132      | 258  | 582  | 1.080 | 2.264  | 3.366  | 6.423 | 12.816 | 19.551 | 39.592 | 68.627  | 109.865 |
|                                  |          | 0,30     | 0,36 | 0,44 | 0,52  | 0,62   | 0,68   | 0,81  | 0,96   | 1,06   | 1,26   | 1,44    | 1,61    |
| 18                               |          | 137      | 265  | 599  | 1.111 | 2.329  | 3.464  | 6.609 | 13.187 | 20.118 | 40.740 | 70.616  | 113.050 |
|                                  |          | 0,31     | 0,37 | 0,45 | 0,53  | 0,64   | 0,70   | 0,83  | 0,99   | 1,09   | 1,30   | 1,48    | 1,66    |
| 19                               |          | 141      | 273  | 615  | 1.142 | 2.393  | 3.559  | 6.791 | 13.549 | 20.669 | 41.856 | 72.551  | 116.147 |
|                                  |          | 0,32     | 0,38 | 0,47 | 0,55  | 0,66   | 0,72   | 0,85  | 1,01   | 1,12   | 1,34   | 1,52    | 1,70    |
| 20                               |          | 144      | 280  | 631  | 1.171 | 2.455  | 3.713  | 6.967 | 13.901 | 21.206 | 42.943 | 74.436  | 119.165 |
|                                  |          | 0,33     | 0,39 | 0,48 | 0,56  | 0,67   | 0,75   | 0,88  | 1,04   | 1,15   | 1,37   | 1,56    | 1,75    |
| 21                               |          | 148      | 287  | 647  | 1.200 | 2.516  | 3.805  | 7.139 | 14.244 | 21.730 | 44.004 | 76.274  | 122.108 |
|                                  |          | 0,33     | 0,40 | 0,49 | 0,57  | 0,69   | 0,77   | 0,90  | 1,06   | 1,18   | 1,40   | 1,60    | 1,79    |
| 22                               |          | 151      | 293  | 662  | 1.229 | 2.575  | 3.895  | 7.307 | 14.579 | 22.241 | 45.039 | 78.069  | 124.981 |
|                                  |          | 0,34     | 0,41 | 0,50 | 0,59  | 0,71   | 0,79   | 0,92  | 1,09   | 1,20   | 1,44   | 1,63    | 1,83    |
| 23                               |          | 155      | 304  | 677  | 1.256 | 2.633  | 3.982  | 7.471 | 14.907 | 22.741 | 46.052 | 79.824  | 127.790 |
|                                  |          | 0,35     | 0,42 | 0,51 | 0,60  | 0,72   | 0,81   | 0,94  | 1,11   | 1,23   | 1,47   | 1,67    | 1,87    |
| 24                               |          | 158      | 310  | 691  | 1.283 | 2.690  | 4.068  | 7.632 | 15.227 | 23.230 | 47.042 | 81.541  | 130.538 |
|                                  |          | 0,36     | 0,43 | 0,52 | 0,61  | 0,74   | 0,82   | 0,96  | 1,14   | 1,26   | 1,50   | 1,71    | 1,91    |
| 25                               |          | 161      | 317  | 706  | 1.310 | 2.745  | 4.152  | 7.789 | 15.541 | 23.709 | 48.012 | 83.222  | 133.230 |
|                                  |          | 0,36     | 0,44 | 0,53 | 0,63  | 0,75   | 0,84   | 0,98  | 1,16   | 1,28   | 1,53   | 1,74    | 1,95    |
| 26                               |          | 166      | 323  | 720  | 1.336 | 2.799  | 4.234  | 7.944 | 15.849 | 24.179 | 48.963 | 84.870  | 135.865 |
|                                  |          | 0,38     | 0,45 | 0,55 | 0,64  | 0,77   | 0,86   | 1,00  | 1,18   | 1,31   | 1,56   | 1,78    | 1,99    |
| 27                               |          | 169      | 329  | 743  | 1.382 | 2.900  | 4.315  | 8.095 | 16.151 | 24.639 | 49.896 | 86.487  | 138.457 |
|                                  |          | 0,38     | 0,45 | 0,56 | 0,66  | 0,80   | 0,87   | 1,02  | 1,21   | 1,33   | 1,59   | 1,81    | 2,03    |
| 28                               |          | 172      | 335  | 757  | 1.407 | 2.953  | 4.394  | 8.243 | 16.448 | 25.091 | 50.811 | 88.074  | 140.998 |
|                                  |          | 0,39     | 0,46 | 0,57 | 0,67  | 0,81   | 0,89   | 1,04  | 1,23   | 1,36   | 1,62   | 1,84    | 2,06    |
| 29                               |          | 176      | 341  | 770  | 1.432 | 3.005  | 4.472  | 8.389 | 16.739 | 25.535 | 51.711 | 89.633  | 143.493 |
|                                  |          | 0,40     | 0,47 | 0,58 | 0,68  | 0,82   | 0,91   | 1,06  | 1,25   | 1,38   | 1,65   | 1,88    | 2,10    |
| 30                               |          | 179      | 347  | 784  | 1.456 | 3.057  | 4.548  | 8.533 | 17.025 | 25.972 | 52.595 | 91.165  | 145.946 |
|                                  |          | 0,40     | 0,48 | 0,59 | 0,70  | 0,84   | 0,92   | 1,07  | 1,27   | 1,41   | 1,68   | 1,91    | 2,14    |
| 31                               |          | 181      | 352  | 796  | 1.480 | 3.107  | 4.623  | 8.674 | 17.306 | 26.401 | 53.464 | 92.672  | 148.359 |
|                                  |          | 0,41     | 0,49 | 0,60 | 0,71  | 0,85   | 0,94   | 1,09  | 1,29   | 1,43   | 1,71   | 1,94    | 2,17    |
| 32                               |          | 184      | 358  | 809  | 1.504 | 3.157  | 4.697  | 8.813 | 17.583 | 26.824 | 54.319 | 94.155  | 150.733 |
|                                  |          | 0,42     | 0,49 | 0,61 | 0,72  | 0,87   | 0,95   | 1,11  | 1,31   | 1,45   | 1,73   | 1,97    | 2,21    |
| 33                               |          | 187      | 364  | 822  | 1.527 | 3.206  | 4.770  | 8.949 | 17.856 | 27.240 | 55.162 | 95.615  | 153.070 |
|                                  |          | 0,42     | 0,50 | 0,62 | 0,73  | 0,88   | 0,97   | 1,13  | 1,33   | 1,48   | 1,76   | 2,00    | 2,24    |
| 34                               |          | 190      | 369  | 834  | 1.550 | 3.254  | 4.842  | 9.084 | 18.124 | 27.649 | 55.991 | 97.053  | 155.372 |
|                                  |          | 0,43     | 0,51 | 0,63 | 0,74  | 0,89   | 0,98   | 1,14  | 1,35   | 1,50   | 1,79   | 2,03    | 2,28    |
| 35                               |          | 193      | 375  | 846  | 1.573 | 3.302  | 4.912  | 9.216 | 18.389 | 28.053 | 56.809 | 98.470  | 157.640 |
|                                  |          | 0,44     | 0,52 | 0,64 | 0,75  | 0,91   | 0,99   | 1,16  | 1,37   | 1,52   | 1,81   | 2,06    | 2,31    |
| 36                               |          | 196      | 385  | 858  | 1.595 | 3.348  | 4.982  | 9.347 | 18.650 | 28.451 | 57.614 | 99.867  | 159.876 |
|                                  |          | 0,44     | 0,53 | 0,65 | 0,76  | 0,92   | 1,01   | 1,18  | 1,39   | 1,54   | 1,84   | 2,09    | 2,34    |
| 37                               |          | 198      | 390  | 870  | 1.617 | 3.395  | 5.051  | 9.476 | 18.907 | 28.843 | 58.409 | 101.244 | 162.082 |
|                                  |          | 0,45     | 0,54 | 0,66 | 0,77  | 0,93   | 1,02   | 1,19  | 1,41   | 1,56   | 1,86   | 2,12    | 2,37    |
| 38                               |          | 201      | 395  | 882  | 1.639 | 3.440  | 5.119  | 9.603 | 19.161 | 29.230 | 59.193 | 102.603 | 164.257 |
|                                  |          | 0,45     | 0,55 | 0,67 | 0,78  | 0,94   | 1,04   | 1,21  | 1,43   | 1,58   | 1,89   | 2,15    | 2,41    |
| 39                               |          | 204      | 400  | 893  | 1.660 | 3.485  | 5.186  | 9.729 | 19.411 | 29.613 | 59.967 | 103.944 | 166.405 |
|                                  |          | 0,46     | 0,55 | 0,68 | 0,79  | 0,96   | 1,05   | 1,22  | 1,45   | 1,60   | 1,91   | 2,18    | 2,44    |

### Valvulería de conexión a las baterías de los climatizadores:

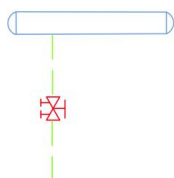


### Valvulería de conexión a las baterías de los fan-coils:

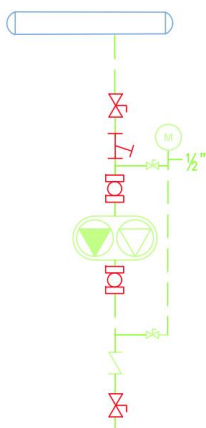


### Detalle de la valvulería de las bombas:

#### RETORNO DE BOMBA



#### IMPULSIÓN



- ⇒ VÁLVULA DE CORTE TIPO MARIPOSA PARA  $\varnothing > 2"$
- VÁLVULA DE CORTE TIPO BOLA PARA  $\varnothing \leq 2"$
- FILTRO
- VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA
- VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS
- MANGUITO ANTIVIBRATORIO

**Longitud equivalente en metros de los accesorios y las válvulas del circuito de agua:**

| Ø                                      | pulgadas<br>mm | 1/2" | 3/4" | 1"   | 1 1/4" | 1 1/2" | 2"   | 2 1/2" |
|----------------------------------------|----------------|------|------|------|--------|--------|------|--------|
|                                        |                | 15   | 20   | 25   | 32     | 40     | 50   | 65     |
| Codo a 45°                             |                |      |      | 0,3  | 0,3    | 0,6    | 0,6  | 0,9    |
| Codo a 90°                             |                |      |      | 0,6  | 0,9    | 1,2    | 1,5  | 1,8    |
| Codo a 90° Radio largo                 |                |      |      | 0,6  | 0,6    | 0,6    | 0,9  | 1,2    |
| Té o Cruz                              |                |      |      | 1,5  | 1,8    | 2,4    | 3    | 3,6    |
| Válv MARIPOSA                          |                |      |      |      |        |        | 1,8  | 2,1    |
| Válv COMPUERTA                         |                | 0,18 | 0,21 | 0,27 | 0,3    | 0,46   | 0,7  | 0,85   |
| Válv RETENCION de<br>clapeta oscilante |                |      |      | 1,5  | 2,1    | 2,7    | 3,3  | 4,2    |
| Válv RETENCION de<br>asiento           |                |      |      |      |        |        | 12,1 | 18,9   |
| Válv BOLA                              |                | 0,18 | 0,21 | 0,27 | 0,3    | 0,46   | 0,7  | 0,85   |
| Filtros de agua                        |                | 1,5  | 1,7  | 1,8  | 2,6    | 2,6    | 3,2  | 9      |

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

## ANEXO VIII: EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN

### Unidades interiores Carrier IdroFan 42EP

| Planta | Local   | 42EP<br>Modelo 0<br>[uds.] | 42EP<br>Modelo 1<br>[uds.] | 42EP<br>Modelo 2<br>[uds.] | Planta | Local | 42EP<br>Modelo 0<br>[uds.] | 42EP<br>Modelo 1<br>[uds.] | 42EP<br>Modelo 2<br>[uds.] |
|--------|---------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| PB     | O.00    | -                          | 16                         | -                          | P4     | O.00  | -                          | 16                         | 4                          |
|        | O.01    | -                          | 1                          | -                          |        | O.01  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.02    | -                          | 1                          | -                          |        | O.02  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.03    | -                          | 1                          | -                          |        | O.03  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.04    | -                          | 1                          | -                          |        | O.04  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.05    | -                          | 1                          | -                          |        | O.05  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.06    | -                          | 1                          | -                          |        | O.06  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.07    | -                          | 1                          | -                          |        | O.07  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.08    | -                          | 1                          | -                          |        | O.08  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.09    | -                          | 1                          | -                          |        | O.09  | 1                          | 2                          | -                          |
|        | O.10    | -                          | 1                          | 1                          |        | O.10  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.11    | -                          | 1                          | 1                          |        | O.11  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.12    | -                          | 1                          | -                          |        | O.12  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.13    | -                          | 1                          | -                          |        | O.13  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.14    | -                          | 1                          | -                          |        | O.14  | 1                          | 2                          | -                          |
|        | O.15    | -                          | 1                          | -                          |        | O.15  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.16    | -                          | 1                          | -                          |        | O.16  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.17    | -                          | 1                          | -                          |        | O.17  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.18    | -                          | 1                          | -                          |        | O.18  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.19    | -                          | 1                          | -                          |        | O.19  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.20    | -                          | 1                          | -                          |        | O.20  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.21    | -                          | -                          | 3                          |        | O.21  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.22    | -                          | -                          | 2                          |        | O.22  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.23    | -                          | -                          | 2                          |        | O.23  | -                          | -                          | 3                          |
|        | O.24    | -                          | -                          | 2                          |        | O.24  | -                          | -                          | 2                          |
|        | O.25    | -                          | -                          | 2                          |        | O.25  | -                          | -                          | 2                          |
|        | O.26    | -                          | -                          | 3                          |        | O.26  | -                          | -                          | 2                          |
|        | Vestib. | -                          | 2                          | 1                          |        | O.27  | -                          | -                          | 2                          |
|        |         |                            |                            |                            |        | O.28  | -                          | -                          | 3                          |
|        | TOTAL   | 0                          | 38                         | 17                         |        | TOTAL | 2                          | 40                         | 18                         |
| P1     | O.00    | -                          | 16                         | 4                          | P5     | O.00  | 4                          | 16                         | -                          |
|        | O.01    | -                          | 1                          | -                          |        | O.01  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.02    | -                          | 1                          | -                          |        | O.02  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.03    | -                          | 1                          | -                          |        | O.03  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.04    | -                          | 1                          | -                          |        | O.04  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.05    | -                          | 1                          | -                          |        | O.05  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.06    | -                          | 1                          | -                          |        | O.06  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.07    | -                          | 1                          | -                          |        | O.07  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.08    | -                          | 1                          | -                          |        | O.08  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.09    | 1                          | 2                          | -                          |        | O.09  | -                          | 2                          | -                          |
|        | O.10    | -                          | 1                          | -                          |        | O.10  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.11    | -                          | 1                          | -                          |        | O.11  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.12    | -                          | 1                          | -                          |        | O.12  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.13    | -                          | 1                          | -                          |        | O.13  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.14    | 1                          | 2                          | -                          |        | O.14  | -                          | 2                          | -                          |
|        | O.15    | -                          | 1                          | -                          |        | O.15  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.16    | -                          | 1                          | -                          |        | O.16  | -                          | 1                          | -                          |

| Planta | Local | 42EP<br>Modelo 0<br>[uds.] | 42EP<br>Modelo 1<br>[uds.] | 42EP<br>Modelo 2<br>[uds.] | Planta | Local | 42EP<br>Modelo 0<br>[uds.] | 42EP<br>Modelo 1<br>[uds.] | 42EP<br>Modelo 2<br>[uds.] |
|--------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------|-------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| P1     | O.17  | -                          | 1                          | -                          | P5     | O.17  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.18  | -                          | 1                          | -                          |        | O.18  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.19  | -                          | 1                          | -                          |        | O.19  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.20  | -                          | 1                          | -                          |        | O.20  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.21  | -                          | 1                          | -                          |        | O.21  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.22  | -                          | 1                          | -                          |        | O.22  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.23  | -                          | -                          | 3                          |        | O.23  | -                          | -                          | 2                          |
|        | O.24  | -                          | -                          | 2                          |        | O.24  | -                          | -                          | 2                          |
|        | O.25  | -                          | -                          | 2                          |        | O.25  | -                          | -                          | 2                          |
|        | O.26  | -                          | -                          | 2                          |        | O.26  | -                          | -                          | 2                          |
|        | O.27  | -                          | -                          | 2                          |        | O.27  | -                          | -                          | 2                          |
|        | O.28  | -                          | -                          | 3                          |        | O.28  | -                          | -                          | 2                          |
|        | TOTAL | 2                          | 40                         | 18                         |        | TOTAL | 4                          | 40                         | 12                         |
| P2     | O.00  | -                          | 16                         | 4                          | P6     | O.00  | -                          | 12                         | 4                          |
|        | O.01  | -                          | 1                          | -                          |        | O.01  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.02  | -                          | 1                          | -                          |        | O.02  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.03  | -                          | 1                          | -                          |        | O.03  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.04  | -                          | 1                          | -                          |        | O.04  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.05  | -                          | 1                          | -                          |        | O.05  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.06  | -                          | 1                          | -                          |        | O.06  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.07  | -                          | 1                          | -                          |        | O.07  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.08  | -                          | 1                          | -                          |        | O.08  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.09  | 1                          | 2                          | -                          |        | O.09  | -                          | -                          | 1                          |
|        | O.10  | -                          | 1                          | -                          |        | O.10  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.11  | -                          | 1                          | -                          |        | O.11  | -                          | 1                          | -                          |
| y      | O.12  | -                          | 1                          | -                          | P6     | O.12  | -                          | 1                          | -                          |
| P3     | O.13  | -                          | 1                          | -                          |        | O.13  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.14  | 1                          | 2                          | -                          |        | O.14  | -                          | -                          | 1                          |
|        | O.15  | -                          | 1                          | -                          |        | O.15  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.16  | -                          | 1                          | -                          |        | O.16  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.17  | -                          | 1                          | -                          |        | O.17  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.18  | -                          | 1                          | -                          |        | O.18  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.19  | -                          | 1                          | -                          |        | O.19  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.20  | -                          | 1                          | -                          |        | O.20  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.21  | -                          | 1                          | -                          |        | O.21  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.22  | -                          | 1                          | -                          |        | O.22  | -                          | 1                          | -                          |
|        | O.23  | -                          | -                          | 3                          |        | O.23  | -                          | 1                          | 1                          |
|        | O.24  | -                          | -                          | 2                          |        | O.24  | -                          | 1                          | 1                          |
|        | O.25  | -                          | -                          | 2                          |        | O.25  | -                          | -                          | 2                          |
|        | O.26  | -                          | -                          | 2                          |        | O.26  | -                          | -                          | 2                          |
|        | O.27  | -                          | -                          | 2                          |        | O.27  | -                          | 1                          | 1                          |
|        | O.28  | -                          | -                          | 3                          |        | O.28  | -                          | 1                          | 1                          |
|        | TOTAL | 2                          | 40                         | 18                         |        | TOTAL | 0                          | 36                         | 14                         |

Table 1. Fan-coils Carrier IdroFan 42EP instalados por local

**Difusores lineales y difusores de techo TROX**

| Planta | Local   | VSD35<br>1200mm<br>[uds.] | VSD35<br>1950mm<br>[uds.] | VDW<br>400x16<br>[uds.] | Planta | Local | VSD35<br>1200mm<br>[uds.] | VSD35<br>1950mm<br>[uds.] | VDW<br>400x16<br>[uds.] |
|--------|---------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|--------|-------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| PB     | O.00    | -                         | -                         | 32                      | P4     | O.00  | -                         | -                         | 40                      |
|        | O.01    | 3                         | -                         | -                       |        | O.01  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.02    | 3                         | -                         | -                       |        | O.02  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.03    | 3                         | -                         | -                       |        | O.03  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.04    | 3                         | -                         | -                       |        | O.04  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.05    | 3                         | -                         | -                       |        | O.05  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.06    | 3                         | -                         | -                       |        | O.06  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.07    | 3                         | -                         | -                       |        | O.07  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.08    | 3                         | -                         | -                       |        | O.08  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.09    | 3                         | -                         | -                       |        | O.09  | 5                         | 1                         | -                       |
|        | O.10    | 4                         | 1                         | -                       |        | O.10  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.11    | 4                         | 1                         | -                       |        | O.11  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.12    | 3                         | -                         | -                       |        | O.12  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.13    | 3                         | -                         | -                       |        | O.13  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.14    | 3                         | -                         | -                       |        | O.14  | 5                         | 1                         | -                       |
|        | O.15    | 3                         | -                         | -                       |        | O.15  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.16    | 3                         | -                         | -                       |        | O.16  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.17    | 3                         | -                         | -                       |        | O.17  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.18    | 3                         | -                         | -                       |        | O.18  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.19    | 3                         | -                         | -                       |        | O.19  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.20    | 3                         | -                         | -                       |        | O.20  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.21    | 5                         | 1                         | -                       |        | O.21  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.22    | 3                         | -                         | -                       |        | O.22  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.23    | 3                         | -                         | -                       |        | O.23  | 5                         | 1                         | -                       |
|        | O.24    | 3                         | -                         | -                       |        | O.24  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.25    | 3                         | -                         | -                       |        | O.25  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.26    | 5                         | 1                         | -                       |        | O.26  | 3                         | -                         | -                       |
|        | Vestíb. | -                         | -                         | -                       |        | O.27  | 3                         | -                         | -                       |
|        |         | -                         | -                         | -                       |        | O.28  | 5                         | 1                         | -                       |
|        | TOTAL   | 84                        | 4                         | 32                      |        | TOTAL | 92                        | 4                         | 40                      |
| P1     | O.00    | -                         | -                         | 40                      | P5     | O.00  | -                         | -                         | 40                      |
|        | O.01    | 3                         | -                         | -                       |        | O.01  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.02    | 3                         | -                         | -                       |        | O.02  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.03    | 3                         | -                         | -                       |        | O.03  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.04    | 3                         | -                         | -                       |        | O.04  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.05    | 3                         | -                         | -                       |        | O.05  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.06    | 3                         | -                         | -                       |        | O.06  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.07    | 3                         | -                         | -                       |        | O.07  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.08    | 3                         | -                         | -                       |        | O.08  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.09    | 5                         | 1                         | -                       |        | O.09  | 2                         | 2                         | -                       |
|        | O.10    | 3                         | -                         | -                       |        | O.10  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.11    | 3                         | -                         | -                       |        | O.11  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.12    | 3                         | -                         | -                       |        | O.12  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.13    | 3                         | -                         | -                       |        | O.13  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.14    | 5                         | 1                         | -                       |        | O.14  | 2                         | 2                         | -                       |
|        | O.15    | 3                         | -                         | -                       |        | O.15  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.16    | 3                         | -                         | -                       |        | O.16  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.17    | 3                         | -                         | -                       |        | O.17  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.18    | 3                         | -                         | -                       |        | O.18  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.19    | 3                         | -                         | -                       |        | O.19  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.20    | 3                         | -                         | -                       |        | O.20  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.21    | 3                         | -                         | -                       |        | O.21  | 3                         | -                         | -                       |
|        | O.22    | 3                         | -                         | -                       |        | O.22  | 3                         | -                         | -                       |

| Planta        | Local | VSD35<br>1200mm<br>[uds.] | VSD35<br>1950mm<br>[uds.] | VDW<br>400x16<br>[uds.] | Planta | Local | VSD35<br>1200mm<br>[uds.] | VSD35<br>1950mm<br>[uds.] | VDW<br>400x16<br>[uds.] |
|---------------|-------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|--------|-------|---------------------------|---------------------------|-------------------------|
| P1            | O.23  | 5                         | 1                         | -                       | P5     | O.23  | 2                         | 2                         | -                       |
|               | O.24  | 3                         | -                         | -                       |        | O.24  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.25  | 3                         | -                         | -                       |        | O.25  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.26  | 3                         | -                         | -                       |        | O.26  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.27  | 3                         | -                         | -                       |        | O.27  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.28  | 5                         | 1                         | -                       |        | O.28  | 2                         | 2                         | -                       |
|               | TOTAL | 92                        | 4                         | 40                      |        | TOTAL | 80                        | 8                         | 40                      |
| P2<br>y<br>P3 | O.00  | -                         | -                         | 40                      | P6     | O.00  | -                         | -                         | 32                      |
|               | O.01  | 3                         | -                         | -                       |        | O.01  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.02  | 3                         | -                         | -                       |        | O.02  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.03  | 3                         | -                         | -                       |        | O.03  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.04  | 3                         | -                         | -                       |        | O.04  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.05  | 3                         | -                         | -                       |        | O.05  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.06  | 3                         | -                         | -                       |        | O.06  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.07  | 3                         | -                         | -                       |        | O.07  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.08  | 3                         | -                         | -                       |        | O.08  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.09  | 5                         | 1                         | -                       |        | O.09  | 4                         | -                         | -                       |
|               | O.10  | 3                         | -                         | -                       |        | O.10  | 1                         | 1                         | -                       |
|               | O.11  | 3                         | -                         | -                       |        | O.11  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.12  | 3                         | -                         | -                       |        | O.12  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.13  | 3                         | -                         | -                       |        | O.13  | 1                         | 1                         | -                       |
|               | O.14  | 5                         | 1                         | -                       |        | O.14  | 4                         | -                         | -                       |
|               | O.15  | 3                         | -                         | -                       |        | O.15  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.16  | 3                         | -                         | -                       |        | O.16  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.17  | 3                         | -                         | -                       |        | O.17  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.18  | 3                         | -                         | -                       |        | O.18  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.19  | 3                         | -                         | -                       |        | O.19  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.20  | 3                         | -                         | -                       |        | O.20  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.21  | 3                         | -                         | -                       |        | O.21  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.22  | 3                         | -                         | -                       |        | O.22  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.23  | 5                         | 1                         | -                       |        | O.23  | 4                         | -                         | -                       |
|               | O.24  | 3                         | -                         | -                       |        | O.24  | 1                         | 1                         | -                       |
|               | O.25  | 3                         | -                         | -                       |        | O.25  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.26  | 3                         | -                         | -                       |        | O.26  | 3                         | -                         | -                       |
|               | O.27  | 3                         | -                         | -                       |        | O.27  | 1                         | 1                         | -                       |
|               | O.28  | 5                         | 1                         | -                       |        | O.28  | 4                         | -                         | -                       |
|               | TOTAL | 92                        | 4                         | 40                      |        | TOTAL | 80                        | 4                         | 32                      |

Table 2. Modelo y número de difusores por local

**Rejillas de retorno TROX ARP-A**

| Planta | Local   | Caudal de retorno [m³/h] | Nº de rejillas [uds.] | Caudal máx. rejillas [m³/h] | Planta | Local | Caudal de retorno [m³/h] | Nº de rejillas [uds.] | Caudal máx. rejillas [m³/h] |
|--------|---------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|--------|-------|--------------------------|-----------------------|-----------------------------|
| PB     | O.00    | 4410                     | 12                    | 4800                        | P4     | O.00  | 6079                     | 16                    | 6400                        |
|        | O.01    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.01  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.02    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.02  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.03    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.03  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.04    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.04  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.05    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.05  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.06    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.06  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.07    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.07  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.08    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.08  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.09    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.09  | 781                      | 2                     | 800                         |
|        | O.10    | 712                      | 2                     | 800                         |        | O.10  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.11    | 712                      | 2                     | 800                         |        | O.11  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.12    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.12  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.13    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.13  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.14    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.14  | 781                      | 2                     | 800                         |
|        | O.15    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.15  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.16    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.16  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.17    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.17  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.18    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.18  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.19    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.19  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.20    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.20  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.21    | 1308                     | 4                     | 1600                        |        | O.21  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.22    | 884                      | 3                     | 1200                        |        | O.22  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.23    | 884                      | 3                     | 1200                        |        | O.23  | 1308                     | 4                     | 1600                        |
|        | O.24    | 884                      | 3                     | 1200                        |        | O.24  | 884                      | 3                     | 1200                        |
|        | O.25    | 884                      | 3                     | 1200                        |        | O.25  | 884                      | 3                     | 1200                        |
|        | O.26    | 1308                     | 4                     | 1600                        |        | O.26  | 884                      | 3                     | 1200                        |
|        | Vestíb. | 973                      | 3                     | 1200                        |        | O.27  | 884                      | 3                     | 1200                        |
|        |         |                          |                       |                             |        | O.28  | 1308                     | 4                     | 1600                        |
|        | TOTAL   | 18143                    | 57                    | 22800                       |        | TOTAL | 19553                    | 60                    | 24000                       |
| P1     | O.00    | 6079                     | 16                    | 6400                        | P5     | O.00  | 5239                     | 16                    | 6400                        |
|        | O.01    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.01  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.02    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.02  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.03    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.03  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.04    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.04  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.05    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.05  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.06    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.06  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.07    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.07  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.08    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.08  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.09    | 781                      | 2                     | 800                         |        | O.09  | 585                      | 2                     | 800                         |
|        | O.10    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.10  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.11    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.11  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.12    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.12  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.13    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.13  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.14    | 781                      | 2                     | 800                         |        | O.14  | 585                      | 2                     | 800                         |
|        | O.15    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.15  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.16    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.16  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.17    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.17  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.18    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.18  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.19    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.19  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.20    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.20  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.21    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.21  | 288                      | 1                     | 400                         |
|        | O.22    | 288                      | 1                     | 400                         |        | O.22  | 288                      | 1                     | 400                         |

| Planta        | Local | Caudal de retorno<br>[m³/h] | Nº de rejillas<br>[uds.] | Caudal máx. rejillas<br>[m³/h] | Planta | Local | Caudal de retorno<br>[m³/h] | Nº de rejillas<br>[uds.] | Caudal máx. rejillas<br>[m³/h] |
|---------------|-------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------|-------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| P1            | O.23  | 1308                        | 4                        | 1600                           | P5     | O.23  | 875                         | 3                        | 1200                           |
|               | O.24  | 884                         | 3                        | 1200                           |        | O.24  | 884                         | 3                        | 1200                           |
|               | O.25  | 884                         | 3                        | 1200                           |        | O.25  | 884                         | 3                        | 1200                           |
|               | O.26  | 884                         | 3                        | 1200                           |        | O.26  | 884                         | 3                        | 1200                           |
|               | O.27  | 884                         | 3                        | 1200                           |        | O.27  | 884                         | 3                        | 1200                           |
|               | O.28  | 1308                        | 4                        | 1600                           |        | O.28  | 875                         | 3                        | 1200                           |
|               | TOTAL | 19553                       | 60                       | 24000                          |        | TOTAL | 17455                       | 58                       | 23200                          |
| P2<br>y<br>P3 | O.00  | 6079                        | 16                       | 6400                           | P6     | O.00  | 5053                        | 16                       | 6400                           |
|               | O.01  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.01  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.02  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.02  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.03  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.03  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.04  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.04  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.05  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.05  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.06  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.06  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.07  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.07  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.08  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.08  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.09  | 781                         | 2                        | 800                            |        | O.09  | 433                         | 2                        | 800                            |
|               | O.10  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.10  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.11  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.11  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.12  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.12  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.13  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.13  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.14  | 781                         | 2                        | 800                            |        | O.14  | 433                         | 2                        | 800                            |
|               | O.15  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.15  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.16  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.16  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.17  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.17  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.18  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.18  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.19  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.19  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.20  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.20  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.21  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.21  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.22  | 288                         | 1                        | 400                            |        | O.22  | 288                         | 1                        | 400                            |
|               | O.23  | 1308                        | 4                        | 1600                           |        | O.23  | 739                         | 2                        | 800                            |
|               | O.24  | 884                         | 3                        | 1200                           |        | O.24  | 739                         | 2                        | 800                            |
|               | O.25  | 884                         | 3                        | 1200                           |        | O.25  | 884                         | 3                        | 1200                           |
|               | O.26  | 884                         | 3                        | 1200                           |        | O.26  | 884                         | 3                        | 1200                           |
|               | O.27  | 884                         | 3                        | 1200                           |        | O.27  | 739                         | 2                        | 800                            |
|               | O.28  | 1308                        | 4                        | 1600                           |        | O.28  | 739                         | 2                        | 800                            |
|               | TOTAL | 19553                       | 60                       | 24000                          |        | TOTAL | 16403                       | 54                       | 21600                          |

*Table 3. Caudal de retorno y número de rejillas por local*

## ANEXO IX: CATÁLOGO DE LOS EQUIPOS

### Unidades interiores (fan-coils): Carrier IdroFan 42EP

42EP

FAN COIL DE CONDUCTOS



#### 1. FUNCIONES Y CONFIGURACIONES

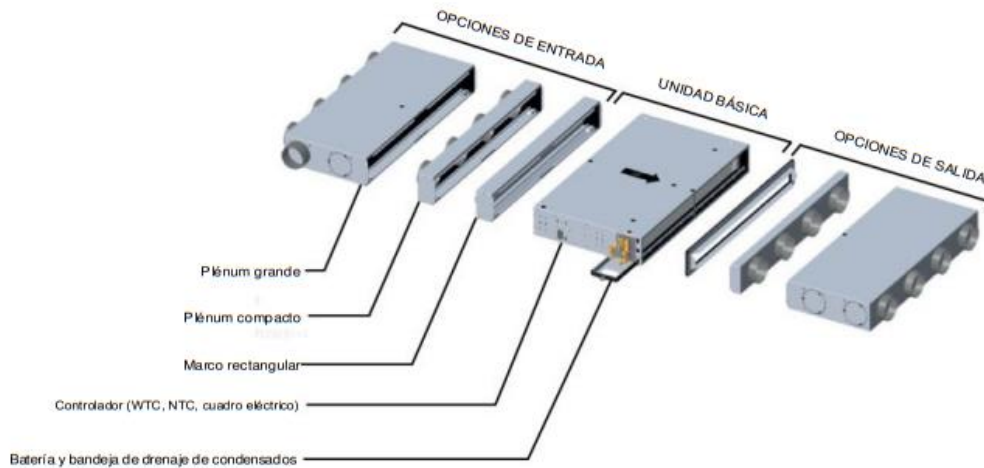
- Nueva generación de fan coils de conductos de muy reducidas dimensiones (150 mm de alto) que se adapta tanto a obra nueva como a reforma para ganar altura bajo el techo y mejorar el bienestar de los ocupantes.
- Viene equipado con un innovador ventilador asociado a un motor de conmutación electrónica de bajo consumo de energía (LEC) que cumple los objetivos de eficiencia energética de los nuevos edificios gracias al ajuste adaptado del caudal de aire entre 0 y 100 % que garantiza unas condiciones perfectas de refrigeración y de calefacción de la estancia.
- Filtro G3 de serie.
- Calentador eléctrico instalado de fábrica, con distintos niveles de potencia a elegir.
- Pérdida de carga reducida en el lado agua con válvulas instaladas de fábrica.
- Opciones instaladas de fábrica (válvulas y controladores) para una instalación rápida y fácil en falsos techos.
- La unidad 42EP está disponible tanto para falso techo como para falso suelo.
- Alta presión disponible (por encima de 150 Pa) con control de la pérdida de caudal.

##### 1.1. Flexibilidad de configuración

Cada uno de los modelos de 42EP se puede suministrar:

- con entrada sin conductos y/o salida directa;
- con marco rectangular en la entrada y/o en la salida;
- con plenums de entrada y/o de salida para adaptarse a las necesidades de las instalaciones con tomas de 125 mm de diámetro.

La siguiente figura representa las configuraciones de plénium disponibles con tomas de 125 mm de diámetro.



42EP

FAN COIL DE CONDUCTOS



### 3. PRINCIPALES MÓDULOS Y COMPONENTES

#### 3.1. Chasis

Para aumentar el confort de los ocupantes, esta gama de productos ofrece unos niveles de ruido especialmente reducidos. La carcasa está fabricada en chapa de acero galvanizado con un revestimiento interior integral de alta eficiencia que ofrece un aislamiento térmico y acústico óptimo de la unidad.

Con el fin de cumplir con las diferentes normativas locales (clasificación de incendios), el fan coil está disponible con la clase de aislamiento tipo M1 (según NF P 92-507) y con la Euroclass B-s3-d0 (según EN 13501). También está equipado de serie con soportes antivibratorios.

Con vistas a reducir todo lo posible sus dimensiones, las unidades incorporan intercambiadores de calor de alta eficiencia con valores muy altos de relación entre capacidad frigorífica y caudal de aire tratado. La altura de la bandeja de drenaje de condensados está optimizada.

#### 3.2. Grupo motoventilador

##### 3.2.1. Motor de ventilador de bajo consumo (motor LEC de velocidad variable)

###### Descripción del motor

- Motor sin escobillas de imanes permanentes
- Con conmutación electrónica
- Aislamiento devanado clase B, barniz clase F
- Consulte los límites de funcionamiento en el capítulo 8

Las unidades 42EP están equipadas con el motor de ventilador LEC controlado mediante señal 0-10 V con los controladores NTC o WTC de Carrier.

NOTA: En este caso, la señal de control mínima que permite el arranque del motor es de 2 V para las versiones de dos y cuatro tubos; para las versiones con calentadores eléctricos, consulte el capítulo 9.

Si el equipo se suministra sin controlador Carrier, la verificación de la conformidad EMC es responsabilidad del instalador.

#### 3.3. Soluciones de cableado de los ventiladores

##### 3.3.1. Unidad con cables pelados (estándar)

El cable del motor se deja a disposición del cliente para que este lo conecte.

El motor de velocidad variable de bajo consumo de energía (LEC) debe controlarse mediante una señal 0-10 V CC.

##### 3.3.2. Motor de ventilador de velocidad variable de bajo consumo (LEC) con cuadro eléctrico

Esta opción permite al instalador conectar la unidad directamente a la regleta de bornes instalada en el cuadro eléctrico. El cuadro eléctrico se puede abrir con un destornillador.

La señal 0-10 V CC que controla el ventilador de velocidad variable es accesible directamente desde la regleta de bornes.

##### 3.3.3. Portafusibles o magnetotérmico opcionales

Opcionalmente se puede montar un portafusibles o un magnetotérmico en los equipos.

#### 3.4. Batería de agua

- Aletas de aluminio unidas mecánicamente por expansión a tubos de cobre.
- Racores hembra de entrada y salida de agua roscados de 1/2 pulgadas.
- Purgadores de aire y drenaje de serie.
- Presión de servicio 1600 kPa.

La batería, la bandeja de drenaje de condensados y la puerta de acceso a la batería conforman un cajón que puede desmontarse.

#### 3.5. Bandeja de drenaje de condensados monobloque

De serie, el equipo incluye una bandeja de drenaje de condensados monobloque de polipropileno y aislada con 5 mm de espuma.

Diámetro de la conexión de drenaje: Ø 16 mm externo

Clasificación de resistencia al fuego HB (según norma UL94).

Opcionalmente, el equipo puede incluir una bandeja de aluminio aislada con una espuma de 5 mm.

Esta bandeja es obligatoria en caso de uso con calentador eléctrico.

#### 3.6. Filtro

##### 3.6.1. Especificaciones

Las unidades 42EP incluyen de serie un filtro no regenerable G3 acorde con la norma EN 779.

La opción «sin filtro» está disponible solo para unidades con plenum o marco rectangular en el lado de entrada para asegurar que pueda conectarse un conducto con la unidad en funcionamiento.

Para evitar que se ensucie la batería, Carrier recomienda usar un filtro instalado ya sea en la unidad fan coil o en la rejilla de retorno del aire.



FAN COIL DE CONDUCTOS

42EP

## 7. PRESTACIONES DE LA 42EP

| 42EP 4 tubos                                    | 049          |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------------------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Velocidad del ventilador                        |              | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|                                                 |              | BV    |       |       | VM    |       | AV    |       |       |
| Caudal de aire                                  | m³/h         | 78    | 122   | 173   | 214   | 255   | 308   | 345   | 368   |
| Presión disponible                              | Pa           | 7     | 16    | 33    | 50    | 72    | 104   | 131   | 148   |
| Modo de refrigeración, con cuatro tubos*        |              |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Potencia frigorífica total                      | kW           | 0,5   | 0,8   | 1,0   | 1,2   | 1,4   | 1,6   | 1,7   | 1,8   |
| Potencia sensible                               | kW           | 0,4   | 0,6   | 0,8   | 1,0   | 1,1   | 1,3   | 1,5   | 1,6   |
| Caudal de agua                                  | l/h          | 93    | 133   | 176   | 208   | 238   | 274   | 295   | 305   |
| Caída de presión en el agua                     | kPa          | 1     | 2     | 3     | 5     | 6     | 8     | 9     | 10    |
| Volumen de agua                                 | l            | 1,3   |       |       |       |       |       |       |       |
| Modo de calefacción, con cuatro tubos***        |              |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Potencia de calefacción                         | kW           | 0,8   | 1,1   | 1,3   | 1,5   | 1,7   | 2,0   | 2,2   | 2,3   |
| Caudal de agua                                  | l/h          | 139   | 183   | 229   | 266   | 300   | 342   | 371   | 391   |
| Caída de presión en el agua                     | kPa          | 3     | 6     | 8     | 11    | 13    | 16    | 18    | 19    |
| Volumen de agua                                 | l            | 0,5   |       |       |       |       |       |       |       |
| Niveles acústicos                               |              |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Nivel de potencia sonora en salida              | dB(A)        | 32    | 41    | 48    | 53    | 57    | 60    | 62    | 65    |
| Nivel de potencia sonora aspiración + irradiada | dB(A)        | 31    | 40    | 47    | 51    | 55    | 58    | 60    | 62    |
| Datos eléctricos del motor                      |              |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Potencia absorbida                              | W            | 4     | 8     | 13    | 22    | 38    | 59    | 82    | 86    |
| Intensidad                                      | A            | 0,043 | 0,063 | 0,094 | 0,147 | 0,223 | 0,335 | 0,447 | 0,553 |
| FCEER [clase energética]                        | Cuatro tubos | 69    | B     |       |       |       |       |       |       |
| FCCOP [clase energética]                        | Cuatro tubos | 97    | A     |       |       |       |       |       |       |

| 42EP 4 tubos                                    |              | 149  |      |      |      |      |      |     |       |
|-------------------------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|-----|-------|
| Velocidad del ventilador                        |              | 2    | 3    | 4    | 5    | 5,8  | 7    | 8   | 9     |
|                                                 |              | BV   |      |      |      | VM   | AV   |     |       |
| Caudal de aire                                  | m³/h         | 88   | 151  | 217  | 262  | 306  | 368  | 410 | 437   |
| Presión disponible                              | Pa           | 4    | 12   | 25   | 37   | 50   | 73   | 90  | 102   |
| Modo de refrigeración, con cuatro tubos*        |              |      |      |      |      |      |      |     |       |
| Potencia frigorífica total                      | kW           | 0,7  | 1,1  | 1,5  | 1,8  | 2,0  | 2,3  | 2,5 | 2,6   |
| Potencia sensible                               | kW           | 0,5  | 0,8  | 1,1  | 1,3  | 1,5  | 1,8  | 2,0 | 2,1   |
| Caudal de agua                                  | l/h          | 119  | 191  | 259  | 302  | 339  | 396  | 428 | 444   |
| Caída de presión en el agua                     | kPa          | 3    | 7    | 11   | 16   | 20   | 26   | 31  | 37    |
| Volumen de agua                                 | l            | 1,4  |      |      |      |      |      |     |       |
| Modo de calefacción, con cuatro tubos***        |              |      |      |      |      |      |      |     |       |
| Potencia de calefacción                         | kW           | 1,0  | 1,5  | 1,9  | 2,2  | 2,4  | 2,7  | 2,9 | 3,1   |
| Caudal de agua                                  | l/h          | 174  | 252  | 325  | 371  | 411  | 470  | 505 | 528   |
| Caída de presión en el agua                     | kPa          | 9    | 18   | 26   | 34   | 39   | 47   | 53  | 59    |
| Volumen de agua                                 | l            | 0,7  |      |      |      |      |      |     |       |
| Niveles acústicos                               |              |      |      |      |      |      |      |     |       |
| Nivel de potencia sonora en salida              | dB(A)        | 33   | 43   | 50   | 55   | 59   | 63   | 65  | 68    |
| Nivel de potencia sonora aspiración + irradiada | dB(A)        | 30   | 40   | 47   | 52   | 55   | 59   | 62  | 64    |
| Datos eléctricos del motor                      |              |      |      |      |      |      |      |     |       |
| Potencia absorbida                              | W            | 5    | 8    | 16   | 25   | 39   | 60   | 80  | 88    |
| Intensidad                                      | A            | 0,05 | 0,08 | 0,14 | 0,22 | 0,33 | 0,47 | 0,6 | 0,684 |
| FCEER [clase energética]                        | Cuatro tubos | 82   | B    |      |      |      |      |     |       |
| FCCOP [clase energética]                        | Cuatro tubos | 112  | A    |      |      |      |      |     |       |

| 42EP 4 tubos                             | 249          |      |      |      |      |      |      |       |       |
|------------------------------------------|--------------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|
| Velocidad del ventilador                 |              | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8     | 9     |
|                                          |              | BV   |      |      | VM   |      | AV   |       |       |
| Caudal de aire                           | m³/h         | 139  | 247  | 351  | 451  | 532  | 632  | 702   | 755   |
| Presión disponible                       | Pa           | 5    | 15   | 31   | 50   | 70   | 99   | 122   | 141   |
| Modo de refrigeración, con cuatro tubos* |              |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Potencia frigorífica total               | kW           | 1,1  | 1,8  | 2,5  | 3,0  | 3,4  | 3,8  | 4,1   | 4,2   |
| Potencia sensible                        | kW           | 0,8  | 1,3  | 1,8  | 2,3  | 2,6  | 3,0  | 3,3   | 3,4   |
| Caudal de agua                           | l/h          | 191  | 316  | 421  | 516  | 583  | 658  | 702   | 729   |
| Caída de presión en el agua              | kPa          | 7    | 19   | 32   | 45   | 55   | 69   | 78    | 86    |
| Volumen de agua                          | l            | 2,5  |      |      |      |      |      |       |       |
| Modo de calefacción, con cuatro tubos*** |              |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Potencia de calefacción                  | kW           | 1,5  | 2,3  | 2,9  | 3,4  | 3,7  | 4,2  | 4,5   | 4,8   |
| Caudal de agua                           | l/h          | 260  | 393  | 495  | 579  | 641  | 723  | 780   | 825   |
| Caída de presión en el agua              | kPa          | 19   | 39   | 58   | 76   | 90   | 111  | 125   | 136   |
| Volumen de agua                          | l            | 1,00 |      |      |      |      |      |       |       |
| Niveles acústicos                        |              |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Nivel de potencia sonora en salida       | dB(A)        | 37   | 46   | 52   | 57   | 61   | 64   | 66    | 69    |
| Nivel de potencia sonora + irradiada     | dB(A)        | 33   | 42   | 49   | 54   | 58   | 61   | 64    | 66    |
| Datos eléctricos del motor               |              |      |      |      |      |      |      |       |       |
| Potencia absorbida                       | W            | 9    | 15   | 26   | 43   | 65   | 100  | 133   | 168   |
| Intensidad                               | A            | 0,11 | 0,16 | 0,25 | 0,38 | 0,58 | 0,84 | 1,083 | 1,308 |
| FCEER [clase energética]                 | Cuatro tubos | 78   | B    |      |      |      |      |       |       |
| FCCOP [clase energética]                 | Cuatro tubos | 98   | A    |      |      |      |      |       |       |

Velocidades declaradas: BV = baja velocidad | VM = velocidad media | AV = alta velocidad



Valores certificados  
Eurovent

\* Condiciones Eurovent: entrada de aire = 27 °C (19 °C bh) – entrada de agua = 7 °C, ΔT 5K

\*\* Condiciones Eurovent: entrada de aire = 20 °C (15 °C bh máx.) – entrada de agua = 45 °C, ΔT 5K

\*\*\* Condiciones Eurovent: entrada de aire = 20 °C (15 °C bh máx.) – entrada de agua = 65 °C, ΔT 10K

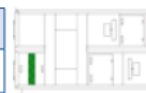
## Unidades de Tratamiento de Aire (climatizadores): TROX TKM 50 EASY



## Dimensiones

### Módulo central

| Tamaño        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Anchura (mm)  | 860   | 1.340 | 1.340 | 1.650 | 1.650 | 1.920 | 1.920 | 2.120 | 2.320 | 2.320 | 2.550 |
| Altura* (mm)  | 1.340 | 1.400 | 1.770 | 1.770 | 2.320 | 2.320 | 2.500 | 2.500 | 2.500 | 2.865 | 3.190 |
| Longitud (mm) | 1.970 | 1.970 | 2.250 | 2.230 | 2.350 | 2.350 | 2.350 | 2.450 | 2.450 | 2.915 | 2.955 |
| Peso (kg)     | 444   | 602   | 783   | 924   | 1.108 | 1.299 | 1.423 | 1.582 | 1.671 | 2.274 | 2.705 |



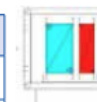
### Batería+Filtro

| Tamaño        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Anchura (mm)  | 860   | 1.340 | 1.340 | 1.650 | 1.650 | 1.920 | 1.920 | 2.120 | 2.320 | 2.320 | 2.550 |
| Altura* (mm)  | 740   | 800   | 980   | 980   | 1.230 | 1.230 | 1.410 | 1.410 | 1.410 | 1.595 | 1.595 |
| Longitud (mm) | 1.360 | 1.360 | 1.360 | 1.360 | 1.360 | 1.360 | 1.360 | 1.360 | 1.360 | 1.360 | 1.360 |
| Peso (kg)     | 225   | 329   | 373   | 466   | 577   | 634   | 706   | 797   | 808   | 860   | 936   |



### Sólo Batería

| Tamaño        | 1   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
|---------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Anchura (mm)  | 860 | 1.340 | 1.340 | 1.650 | 1.650 | 1.920 | 1.920 | 2.120 | 2.320 | 2.320 | 2.550 |
| Altura* (mm)  | 740 | 800   | 980   | 980   | 1.230 | 1.230 | 1.410 | 1.410 | 1.410 | 1.595 | 1.595 |
| Longitud (mm) | 890 | 890   | 890   | 890   | 890   | 890   | 890   | 890   | 890   | 890   | 890   |
| Peso (kg)     | 176 | 256   | 307   | 357   | 428   | 473   | 535   | 575   | 615   | 629   | 646   |



### Sólo Filtro

| Tamaño        | 1   | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |
|---------------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Anchura (mm)  | 860 | 1.340 | 1.340 | 1.650 | 1.650 | 1.920 | 1.920 | 2.120 | 2.320 | 2.320 | 2.550 |
| Altura* (mm)  | 740 | 800   | 980   | 980   | 1.230 | 1.230 | 1.410 | 1.410 | 1.410 | 1.595 | 1.595 |
| Longitud (mm) | 560 | 560   | 560   | 560   | 560   | 560   | 560   | 560   | 560   | 560   | 560   |
| Peso (kg)     | 91  | 136   | 151   | 181   | 233   | 257   | 279   | 328   | 355   | 378   | 405   |



\*Incluyendo zócalo  
Los pesos que se muestran en las tablas son aproximados.

## Datos Técnicos

### Batería frío

|        |               |          | Batería Frío                     |                             | Batería Frío                     |                             | Batería Frío                     |                             |
|--------|---------------|----------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-----------------------------|
|        |               |          | Condiciones aire: 32°C/40%       |                             | Condiciones aire: 29°C/60%       |                             | Condiciones aire: 27°C/50%       |                             |
|        |               |          | Condiciones agua: 7°C-12°C       |                             | Condiciones agua: 7°C-12°C       |                             | Condiciones agua: 7°C-12°C       |                             |
| Tamaño | Caudal (m³/h) | Nº Filas | Potencia frigorífica Máxima (kw) | Condiciones salida (°C/%HR) | Potencia frigorífica Máxima (kw) | Condiciones salida (°C/%HR) | Potencia frigorífica Máxima (kw) | Condiciones salida (°C/%HR) |
| 1      | 1.500         | 4        | 10,3                             | 16,2/91,1                   | 11,72                            | 16,3/95,9                   | 8,12                             | 14,7/93,4                   |
|        |               | 6        | 13,49                            | 13,0/96,8                   | 15,35                            | 13,4/99,0                   | 10,55                            | 12,5/97,6                   |
|        |               | 8        | 15,24                            | 11,5/98,6                   | 17,36                            | 11,7/99,6                   | 12,32                            | 10,9/99,0                   |
| 2      | 3.100         | 4        | 22,22                            | 15,7/91,1                   | 24,49                            | 16,2/95,8                   | 16,65                            | 14,8/93,3                   |
|        |               | 6        | 27,64                            | 13,1/96,7                   | 31,17                            | 13,6/98,9                   | 22,0                             | 12,4/97,6                   |
|        |               | 8        | 31,55                            | 11,4/98,6                   | 35,64                            | 11,8/99,6                   | 25,29                            | 11,0/99,0                   |
| 3      | 5.400         | 4        | 36,13                            | 16,3/89,9                   | 40,74                            | 16,7/95,4                   | 28,47                            | 15,0/92,4                   |
|        |               | 6        | 45,56                            | 13,7/96,2                   | 51,76                            | 14,1/98,7                   | 36,41                            | 12,8/97,2                   |
|        |               | 8        | 52,89                            | 11,9/98,4                   | 59,92                            | 12,3/99,6                   | 42,07                            | 11,4/98,8                   |
| 4      | 6.600         | 4        | 45,17                            | 16,1/90,4                   | 50,83                            | 16,5/95,5                   | 35,45                            | 14,9/92,8                   |
|        |               | 6        | 57,09                            | 13,5/96,4                   | 64,94                            | 13,8/98,9                   | 45,45                            | 12,7/97,3                   |
|        |               | 8        | 65,71                            | 11,7/98,5                   | 73,98                            | 12,2/99,6                   | 52,6                             | 11,2/98,9                   |
| 5      | 8.500         | 4        | 60,11                            | 15,3/91,0                   | 67,74                            | 16,2/95,9                   | 47,57                            | 14,6/93,2                   |
|        |               | 6        | 75,46                            | 13,2/96,7                   | 85,42                            | 13,6/98,9                   | 60,01                            | 12,4/97,6                   |
|        |               | 8        | 86,4                             | 11,5/98,6                   | 98,01                            | 11,8/99,6                   | 69,13                            | 11,0/99,0                   |
| 6      | 11.350        | 4        | 75,9                             | 16,3/90,0                   | 86,19                            | 16,6/95,4                   | 59,98                            | 15,0/92,4                   |
|        |               | 6        | 96,04                            | 13,7/96,1                   | 108,87                           | 14,1/98,6                   | 75,7                             | 12,9/97,1                   |
|        |               | 8        | 111,55                           | 11,9/98,4                   | 124,96                           | 12,4/99,6                   | 88,16                            | 11,5/98,9                   |
| 7      | 12.600        | 4        | 87,25                            | 16,0/90,7                   | 98,15                            | 16,4/95,7                   | 69,11                            | 14,7/93,1                   |
|        |               | 6        | 111,06                           | 13,3/96,6                   | 125,31                           | 13,7/98,9                   | 86,86                            | 12,6/97,5                   |
|        |               | 8        | 126,45                           | 11,6/98,5                   | 143,43                           | 12,0/99,6                   | 101,28                           | 11,1/98,9                   |
| 8      | 14.900        | 4        | 103,2                            | 16,0/90,5                   | 114,57                           | 16,5/95,5                   | 79,96                            | 14,9/92,9                   |
|        |               | 6        | 129,27                           | 13,4/96,4                   | 145,79                           | 13,9/98,8                   | 102,89                           | 12,6/97,4                   |
|        |               | 8        | 147,21                           | 11,8/98,5                   | 167,63                           | 12,1/99,6                   | 117,89                           | 11,3/98,9                   |
| 9      | 16.000        | 4        | 111,05                           | 16,0/90,6                   | 123,7                            | 16,4/95,7                   | 87,02                            | 14,8/93,0                   |
|        |               | 6        | 139,88                           | 13,4/96,5                   | 157,77                           | 13,8/98,8                   | 111,07                           | 12,6/97,4                   |
|        |               | 8        | 159,6                            | 11,7/98,6                   | 182,66                           | 11,9/99,6                   | 128,7                            | 11,1/98,9                   |
| 10     | 19.000        | 4        | 130,24                           | 16,1/90,5                   | 144,08                           | 16,6/95,6                   | 102,74                           | 14,8/92,9                   |
|        |               | 6        | 163,94                           | 13,5/96,4                   | 185,15                           | 14,0/98,7                   | 130,62                           | 12,7/97,3                   |
|        |               | 8        | 189,59                           | 11,7/98,6                   | 214,25                           | 12,1/99,6                   | 150,14                           | 11,3/98,9                   |
| 11     | 22.650        | 4        | 150,32                           | 16,4/89,9                   | 168,45                           | 16,8/95,3                   | 119,34                           | 15,0/92,5                   |
|        |               | 6        | 191,09                           | 13,7/96,2                   | 214,47                           | 14,3/98,6                   | 149,62                           | 13,0/97,1                   |
|        |               | 8        | 219,96                           | 12,0/98,4                   | 249,91                           | 12,4/99,6                   | 176,16                           | 11,4/98,9                   |

## Batería calor

| Batería calor               |               |          |                                 |                             | Batería calor                   |                             |
|-----------------------------|---------------|----------|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Condiciones aire: 4°C/80%   |               |          |                                 |                             | Condiciones aire: 16°C/50%      |                             |
| Condiciones agua: 50°C-40°C |               |          |                                 |                             | Condiciones agua: 50°C-40°C     |                             |
| Tamaño                      | Caudal (m³/h) | Nº Filas | Potencia calorífica Máxima (kw) | Condiciones salida (°C/%HR) | Potencia calorífica Máxima (kw) | Condiciones salida (°C/%HR) |
| 1                           | 1.500         | 2        | 11,65                           | 26,9/18,2                   | 8,15                            | 32,0/19,1                   |
|                             |               | 3        | 14,44                           | 32,4/13,3                   | 10,47                           | 36,5/14,8                   |
| 2                           | 3.100         | 2        | 23,26                           | 26,1/19,1                   | 16,13                           | 31,3/19,8                   |
|                             |               | 3        | 31,15                           | 33,6/12,4                   | 20,71                           | 35,6/15,6                   |
| 3                           | 5.400         | 2        | 38,46                           | 25,0/20,4                   | 27,0                            | 30,7/20,5                   |
|                             |               | 3        | 51,79                           | 32,3/13,3                   | 35,87                           | 35,5/15,7                   |
| 4                           | 6.600         | 2        | 49,79                           | 26,2/18,9                   | 33,38                           | 30,9/20,3                   |
|                             |               | 3        | 62,92                           | 32,1/13,5                   | 44,63                           | 35,9/15,4                   |
| 5                           | 8.500         | 2        | 63,43                           | 26,0/19,2                   | 44,84                           | 31,5/19,6                   |
|                             |               | 3        | 84,98                           | 33,5/12,5                   | 60,58                           | 36,9/14,5                   |
| 6                           | 11.350        | 2        | 82,47                           | 25,4/19,9                   | 58,17                           | 31,1/20,1                   |
|                             |               | 3        | 108,85                          | 32,3/13,4                   | 76,04                           | 35,7/15,5                   |
| 7                           | 12.600        | 2        | 94,43                           | 26,1/18,9                   | 66,67                           | 31,5/19,6                   |
|                             |               | 3        | 122,54                          | 32,7/13,1                   | 85,86                           | 36,0/15,2                   |
| 8                           | 14.900        | 2        | 112,58                          | 26,3/18,9                   | 75,49                           | 30,9/20,3                   |
|                             |               | 3        | 146,62                          | 33,0/12,8                   | 104,03                          | 36,5/14,8                   |
| 9                           | 16.000        | 2        | 117,55                          | 25,7/19,6                   | 83,56                           | 31,3/19,8                   |
|                             |               | 3        | 152,4                           | 32,1/13,5                   | 113,04                          | 36,7/14,6                   |
| 10                          | 19.000        | 2        | 138,44                          | 25,5/19,8                   | 100,51                          | 31,5/19,6                   |
|                             |               | 3        | 185,32                          | 32,7/13,0                   | 132,54                          | 36,5/14,8                   |
| 11                          | 22.650        | 2        | 163,78                          | 25,3/20,0                   | 116,06                          | 31,1/20,1                   |
|                             |               | 3        | 217,59                          | 32,3/13,3                   | 153,76                          | 35,9/15,3                   |

## Enfriadoras: Carrier 30XBE 500



**DATOS DE SELECCIÓN DEL PRODUCTO**

ENFRIADORA DE TORNILLO DE  
VELOCIDAD FIJA REFRIGERADA  
POR AIRE



Bajo coste operativo  
Bajo nivel sonoro  
Instalación sencilla  
Respeto al medio ambiente  
Fiabilidad excepcional

# 30XBE/30XBP 250-1700

## AQUAFORCE™

Potencia frigorífica nominal 277-1684 kW, -50 Hz

Las enfriadoras por líquido AquaForce™ 30XBE y 30XBP constituyen una solución económica para aplicaciones comerciales e industriales en las que una alta fiabilidad y un funcionamiento económico en cualquier condición meteorológica son requisitos indispensables del cliente.

Las enfriadoras de líquido AquaForce™ 30XBE y 30XBP están diseñadas para cumplir la normativa actual y futura sobre eficiencia energética y niveles sonoros de funcionamiento. Utilizan los últimos avances tecnológicos de Carrier:

compresores de tornillo con velocidad fija y doble rotor Carrier 06T;

sexta generación de los ventiladores Carrier Flying Bird™ con bajo nivel sonoro y motor AC (30XBE) o EC (30XBP);

evaporador multitubular inundado de Carrier con un nuevo diseño del tubo de cobre para caídas de reducida pérdida de carga;

segunda generación de intercambiadores de calor de microcanal con forma de «V» de Carrier Novation™ con revestimientos opcionales Enviro-Shield;

Control Carrier SmartVU™ con una interfaz de usuario de pantalla táctil en color que incluye 10 idiomas y un servidor web integrado.





## 30XB: INFORMACIÓN TÉCNICA



### VENTILADORES FLYING BIRD™ DE SEXTA GENERACIÓN CON MOTOR AC O EC

- Diseño exclusivo de Carrier
- Diseño de las palas del ventilador basado en la naturaleza
- Versión estándar de la unidad 30XBE con ventiladores de velocidad variable y motor AC
- Ventiladores EC disponibles de serie en la versión *premium* de 30XBP



### INTERCAMBIADORES DE CALOR DE MICROCANALES NOVATION® DE SEGUNDA GENERACIÓN Y CON FORMA DE V

- Diseño exclusivo de Carrier
- Alta fiabilidad gracias a una aleación de aluminio de larga duración
- Reducción significativa de la carga de refrigerante (un 40 % menos en comparación con las baterías de Cu/Al)
- Revestimiento Enviro-Shield™ para entornos ligeramente corrosivos
- Revestimiento Super Enviro-Shield para entornos muy corrosivos (aplicaciones industriales o náuticas)



### BOMBAS SIMPLES O DOBLES DE VELOCIDAD FIJA CON MOTOR AC (OPCIONAL)

- Disponible con presión estática baja (~100 kPa) o alta (~180 kPa)
- Disponibles en todos los modelos hasta 400 kW



### COMPRESOR DE DOBLE TORNILLO 06T DE VELOCIDAD FIJA DE CARRIER CON MOTOR DE CA

- Diseño exclusivo de Carrier
- Compresor de doble tornillo diseñado para un funcionamiento a velocidad fija
- Control mediante válvula de corredera (30 %-100 %)
- Vida útil de más de 100 000 horas
- El 99,7 % de las unidades no ha sufrido ninguna avería del compresor



### EVAPORADOR MULTITUBULAR INUNDADO

- Diseño exclusivo de Carrier
- Tecnología de tipo inundado, para mayor eficiencia energética
- Tubos de cobre de nueva generación con perfil de diseño específico para reducir las caídas de presión al funcionar con glicol

### INTERFAZ AVANZADA SMARTVU™ CON PANTALLA TÁCTIL EN COLOR DE 5 PULGADAS

- Diseño exclusivo de Carrier
- Disponible en 10 idiomas: DE, EN, ES, FR, IT, NL, PT, TR, TU + un idioma adicional elegido por el usuario
- Interfaz de control de pantalla táctil
- Soportes de comunicación BACnet, J-Bus o LON
- Opción de conectividad remota
- Capacidad del servidor web; acceso remoto sencillo a través de internet
- Capacidad de análisis de tendencias



## DATOS FÍSICOS, TAMAÑOS DE 30XBE-250 A 800

| 30XBE                                      |                                                     | 250         | 300         | 350         | 400         | 450         | 500         | 600         | 700         | 750         | 800         |
|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| <b>Refrigeración</b>                       |                                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| <b>Unidad estándar</b>                     |                                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Rendimientos a carga total* CA1            | Potencia nominal kW                                 | 277         | 300         | 322         | 392         | 444         | 494         | 623         | 676         | 730         | 782         |
|                                            | EER kW/kW                                           | 3,15        | 3,12        | 3,08        | 3,18        | 3,11        | 3,08        | 3,22        | 3,28        | 3,10        | 3,10        |
| <b>Unidad con opción 15LS(+)</b>           |                                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Rendimientos a carga total* CA1            | Potencia nominal kW                                 | 271         | 293         | 313         | 384         | 432         | 478         | 607         | 659         | 709         | 757         |
|                                            | EER kW/kW                                           | 3,13        | 3,08        | 3,00        | 3,16        | 3,03        | 2,93        | 3,13        | 3,20        | 2,97        | 2,93        |
| Eficiencia energética estacional**         | <b>SEER 12/7°C Comfort low temp.</b> kWh/kWh        | <b>4,47</b> | <b>4,46</b> | <b>4,40</b> | <b>4,33</b> | <b>4,56</b> | <b>4,55</b> | <b>4,55</b> | <b>4,62</b> | <b>4,56</b> | <b>4,55</b> |
|                                            | <b>ηs cool 12/7°C</b> %                             | <b>176</b>  | <b>175</b>  | <b>173</b>  | <b>170</b>  | <b>179</b>  | <b>179</b>  | <b>179</b>  | <b>182</b>  | <b>179</b>  | <b>179</b>  |
|                                            | <b>SEPR 12/7°C Process high temp.</b> kWh/kWh       | <b>5,70</b> | <b>5,69</b> | <b>5,65</b> | <b>5,78</b> | <b>5,72</b> | <b>5,74</b> | <b>5,68</b> | <b>5,79</b> | <b>5,63</b> | N/A         |
| <b>Unidad con la opción 5</b>              |                                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Eficiencia energética estacional**         | <b>SEPR -2/-8°C Process medium temp.***</b> kWh/kWh | <b>2,72</b> | <b>3,02</b> | <b>3,18</b> | <b>2,81</b> | <b>3,51</b> | <b>3,56</b> | <b>3,65</b> | <b>3,67</b> | <b>3,44</b> | <b>3,35</b> |
| <b>Unidad con la opción 299</b>            | <b>SEER 12/7°C Comfort low temp.</b> kWh/kWh        | <b>4,47</b> | <b>4,47</b> | <b>4,43</b> | <b>4,49</b> | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         |
|                                            | <b>ηs cool 12/7°C</b> %                             | <b>176</b>  | <b>176</b>  | <b>174</b>  | <b>177</b>  | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         |
|                                            | <b>SEPR 12/7°C Process high temp.</b> kWh/kWh       | <b>5,72</b> | <b>5,71</b> | <b>5,68</b> | <b>5,83</b> | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         |
| <b>Unidad con la opción 6</b>              |                                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Eficiencia energética estacional**         | <b>SEPR -2/-8°C Process medium temp.***</b> kWh/kWh | <b>3,29</b> | <b>3,46</b> | <b>3,52</b> | <b>3,26</b> | <b>3,42</b> | <b>3,5</b>  | <b>3,5</b>  | <b>3,62</b> | <b>3,38</b> | <b>3,34</b> |
| <b>Unidad con 15LS(+)</b>                  | <b>SEER 12/7°C Comfort low temp.</b> kWh/kWh        | <b>4,49</b> | <b>4,48</b> | <b>4,41</b> | <b>4,33</b> | <b>4,56</b> | <b>4,57</b> | <b>4,56</b> | <b>4,62</b> | <b>4,56</b> | <b>4,58</b> |
|                                            | <b>ηs cool 12/7°C</b> %                             | <b>176</b>  | <b>176</b>  | <b>173</b>  | <b>170</b>  | <b>179</b>  | <b>180</b>  | <b>179</b>  | <b>182</b>  | <b>179</b>  | <b>180</b>  |
|                                            | <b>SEPR 12/7°C Process high temp.</b> kWh/kWh       | <b>5,82</b> | <b>5,88</b> | <b>5,79</b> | <b>5,57</b> | <b>5,70</b> | <b>5,79</b> | <b>5,92</b> | <b>5,93</b> | <b>5,79</b> | <b>5,72</b> |
| <b>Unidad con opción 5 y 15LS(+)</b>       |                                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Eficiencia energética estacional**         | <b>SEPR -2/-8°C Process medium temp.***</b> kWh/kWh | <b>2,75</b> | <b>3,10</b> | <b>3,29</b> | <b>2,83</b> | <b>3,54</b> | <b>3,67</b> | <b>3,79</b> | <b>3,82</b> | <b>3,55</b> | <b>3,57</b> |
| <b>Unidad con opción 299 y 15LS(+)</b>     | <b>SEER 12/7°C Comfort low temp.</b> kWh/kWh        | <b>4,47</b> | <b>4,47</b> | <b>4,42</b> | <b>4,47</b> | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         |
|                                            | <b>ηs cool 12/7°C</b> %                             | <b>176</b>  | <b>176</b>  | <b>174</b>  | <b>176</b>  | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         |
|                                            | <b>SEPR 12/7°C Process high temp.</b> kWh/kWh       | <b>5,84</b> | <b>5,91</b> | <b>5,82</b> | <b>5,61</b> | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         | N/A         |
| <b>Unidad con opción 6 y 15LS(+)</b>       |                                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Eficiencia energética estacional**         | <b>SEPR -2/-8°C Process medium temp.***</b> kWh/kWh | <b>3,35</b> | <b>3,58</b> | <b>3,71</b> | <b>3,38</b> | <b>3,64</b> | <b>3,61</b> | <b>3,63</b> | <b>3,78</b> | <b>3,50</b> | <b>3,55</b> |
| <b>Niveles sonoros</b>                     |                                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| <b>Unidad estándar</b>                     |                                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Potencia sonora <sup>(1)</sup>             | dB(A)                                               | 99          | 99          | 99          | 99          | 101         | 99          | 101         | 99          | 103         | 103         |
| Presión sonora a 10 m <sup>(2)</sup>       | dB(A)                                               | 67          | 67          | 67          | 67          | 69          | 67          | 68          | 66          | 70          | 70          |
| <b>Unidad + opción 15<sup>(3)</sup></b>    |                                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Potencia sonora <sup>(1)</sup>             | dB(A)                                               | 93          | 93          | 94          | 95          | 95          | 95          | 97          | 96          | 97          | 98          |
| Presión sonora a 10 m <sup>(2)</sup>       | dB(A)                                               | 61          | 61          | 62          | 63          | 63          | 63          | 64          | 63          | 64          | 65          |
| <b>Unidad + opción 15LS<sup>(3)</sup></b>  |                                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Potencia sonora <sup>(1)</sup>             | dB(A)                                               | 87          | 87          | 87          | 90          | 91          | 91          | 93          | 92          | 94          | 94          |
| Presión sonora a 10 m <sup>(2)</sup>       | dB(A)                                               | 55          | 55          | 55          | 58          | 59          | 59          | 60          | 59          | 61          | 61          |
| <b>Unidad + opción 15LS+<sup>(3)</sup></b> |                                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Potencia sonora <sup>(1)</sup>             | dB(A)                                               | -           | -           | -           | -           | 89          | 89          | 91          | 90          | 91          | 92          |
| Presión sonora a 10 m <sup>(2)</sup>       | dB(A)                                               | -           | -           | -           | -           | 57          | 57          | 58          | 57          | 58          | 59          |
| <b>Dimensiones</b>                         |                                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| <b>Unidad estándar</b>                     |                                                     |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Largo                                      | mm                                                  | 3604        | 3604        | 3604        | 4798        | 4798        | 4798        | 7186        | 7186        | 7186        | 7186        |
| Ancho                                      | mm                                                  | 2253        | 2253        | 2253        | 2253        | 2253        | 2253        | 2253        | 2253        | 2253        | 2253        |
| Alto                                       | mm                                                  | 2322        | 2322        | 2322        | 2322        | 2322        | 2322        | 2322        | 2322        | 2322        | 2322        |

- \* De acuerdo con la norma EN 14511-3:2018.  
 \*\* De acuerdo con la norma EN 14825:2016, clima medio  
 \*\*\* Con EG 30 %  
 CA1 Condiciones del modo de refrigeración: temperatura del agua de entrada/salida del evaporador: 12 °C/7 °C, temperatura del aire exterior: 35 °C, factor de suciedad del evaporador: 0 m²/KW.  
 ηs cool 12/7°C & SEER 12/7°C Los valores en negrita son conformes con el reglamento sobre diseño ecológico UE 2016/2281 para aplicaciones de confort  
 SEPR -2/-8 °C Los valores en negrita son conformes con el reglamento sobre diseño ecológico de la UE 2015/1095 para la aplicación de procesos  
 N/A No autorizado para aplicación particular en el mercado europeo  
 (1) en dB ref=10<sup>-12</sup> W, ponderación (A). Valores de emisión de ruido declarados disociados de acuerdo con la norma ISO 4871 con una incertidumbre de +/-3 dB(A). Medidos de acuerdo con la norma ISO 9614-1 y certificados por Eurovent.  
 (2) En dB ref 20 µPa, ponderación (A). Valores de emisión de ruido declarados disociados de acuerdo con la norma ISO 4871 con una incertidumbre de +/-3 dB(A). A título informativo, se ha calculado a partir de la potencia sonora Lw(A).  
 (3) Opciones: 15 = Bajo nivel sonoro, 15LS = Muy bajo nivel sonoro, 118a = opción DX Freecooling, 50 = Recuperación de calor.



Valores certificados  
Eurovent

**DATOS FÍSICOS, TAMAÑOS DE 30XBE-250 A 800**

| 30XBE                                                                                                                                       |                    | 250                                                                                                                    | 300   | 350   | 400   | 450   | 500   | 600   | 700   | 750   | 800   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Peso de funcionamiento<sup>(4)</sup></b>                                                                                                 |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Unidad estándar                                                                                                                             | I                  | 3040                                                                                                                   | 3071  | 3091  | 3674  | 3737  | 3798  | 4797  | 4943  | 5201  | 5514  |
| Unidad + opción 15 <sup>(3)</sup>                                                                                                           | I                  | 3308                                                                                                                   | 3339  | 3359  | 3973  | 4036  | 4097  | 5128  | 5274  | 5532  | 5845  |
| Unidad + opción 118 a <sup>(3)</sup>                                                                                                        |                    | 3124                                                                                                                   | 3155  | 3175  | 3778  | 3841  | 4182  | 4929  | 5075  | 5348  | 5661  |
| Unidad + opción 50 <sup>(3)</sup>                                                                                                           |                    | 3385                                                                                                                   | 3417  | 3437  | 4106  | 4248  | 4590  | 5550  | 5696  | 6056  | 6368  |
| <b>Compresores</b>                                                                                                                          |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Compresor semihermético de tornillo 06T, 50 rps                                                                                             |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Circuito A                                                                                                                                  |                    | 1                                                                                                                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| Circuito B                                                                                                                                  |                    | 1                                                                                                                      | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     | 1     |
| Número de etapas de regulación                                                                                                              |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| <b>Refrigerante<sup>(4)</sup></b>                                                                                                           |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| R134a                                                                                                                                       |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Circuito A                                                                                                                                  | kg                 | 39                                                                                                                     | 37    | 37    | 52    | 53    | 55    | 60    | 61    | 69    | 69    |
|                                                                                                                                             | teqCO <sub>2</sub> | 55,8                                                                                                                   | 52,9  | 52,9  | 74,4  | 75,8  | 77,9  | 85,8  | 87,2  | 98,0  | 98,7  |
| Circuito B                                                                                                                                  | kg                 | 40                                                                                                                     | 38    | 39    | 40    | 40    | 37    | 61    | 64    | 61    | 67    |
|                                                                                                                                             | teqCO <sub>2</sub> | 57,2                                                                                                                   | 54,3  | 55,8  | 57,2  | 57,2  | 52,9  | 87,2  | 91,5  | 86,5  | 95,8  |
| <b>Aceite</b>                                                                                                                               |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Circuito A                                                                                                                                  | I                  | 20,8                                                                                                                   | 20,8  | 20,8  | 23,5  | 23,5  | 23,5  | 23,5  | 23,5  | 27,6  | 27,6  |
| Circuito B                                                                                                                                  | I                  | 20,8                                                                                                                   | 20,8  | 20,8  | 20,8  | 20,8  | 20,8  | 23,5  | 23,5  | 23,5  | 23,5  |
| Control de capacidad                                                                                                                        |                    | SmartVu™, válvula de expansión electrónica (VEE)                                                                       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Potencia mínima                                                                                                                             | %                  | 15                                                                                                                     | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    | 15    |
| <b>Intercambiador de calor de aire</b>                                                                                                      |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Baterías de microcanales todo aluminio (MCHE)                                                                                               |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| <b>Ventiladores</b>                                                                                                                         |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| FLYING-BIRD 6, ventilador axial con envolvente integrada                                                                                    |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| <b>Unidad estándar</b>                                                                                                                      |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Cantidad                                                                                                                                    |                    | 6                                                                                                                      | 6     | 6     | 8     | 8     | 8     | 11    | 12    | 12    | 12    |
| Caudal de aire total máximo                                                                                                                 | l/s                | 28920                                                                                                                  | 28920 | 28920 | 38560 | 38560 | 38560 | 53020 | 57840 | 57840 | 57840 |
| Velocidad máxima de rotación                                                                                                                | rps                | 15,7                                                                                                                   | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  | 15,7  |
| <b>Unidad + opción 15LS</b>                                                                                                                 |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Caudal de aire total máximo                                                                                                                 | l/s                | 23580                                                                                                                  | 23580 | 23580 | 31440 | 31440 | 31440 | 43230 | 47160 | 47160 | 47160 |
| Velocidad máxima de rotación                                                                                                                | rps                | 11,7                                                                                                                   | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  | 11,7  |
| <b>Intercambiador de calor de agua</b>                                                                                                      |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Tipo multitubular inundado                                                                                                                  |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Volumen de agua                                                                                                                             | I                  | 58                                                                                                                     | 61    | 61    | 66    | 70    | 77    | 79    | 94    | 98    | 119   |
| Presión máx. de funcionamiento en el lado del agua sin módulo hidráulico                                                                    | kPa                | 1000                                                                                                                   | 1000  | 1000  | 1000  | 1000  | 1000  | 1000  | 1000  | 1000  | 1000  |
| <b>Módulo hidráulico (opcional)</b>                                                                                                         |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Bomba, filtro de malla Victaulic, válvula de descarga, válvula de vaciado de agua y aire, sensores de presión, vaso de expansión (opcional) |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Bomba                                                                                                                                       |                    | Bomba centrífuga, monocelda, 48,3 rps, presión baja o alta (según sea necesario), simple o doble (según sea necesario) |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Volumen del vaso de expansión                                                                                                               | I                  | 50                                                                                                                     | 50    | 50    | 50    |       |       |       |       |       |       |
| Presión máxima de funcionamiento del lado del agua con módulo hidráulico                                                                    | kPa                | 400                                                                                                                    | 400   | 400   | 400   |       |       |       |       |       |       |
| <b>Conexiones de agua con o sin módulo hidráulico</b>                                                                                       |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Tipo Victaulic®                                                                                                                             |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| <b>Estándar y opción 8, sin opción 116</b>                                                                                                  |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Diámetro nominal                                                                                                                            | in                 | 5                                                                                                                      | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 5     | 6     | 6     | 6     |
| Diámetro exterior real                                                                                                                      | mm                 | 141,3                                                                                                                  | 141,3 | 141,3 | 141,3 | 141,3 | 141,3 | 141,3 | 168,3 | 168,3 | 168,3 |
| <b>Opciones 5, 6 y 100A</b>                                                                                                                 |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Diámetro nominal                                                                                                                            | in                 | 4                                                                                                                      | 4     | 4     | 4     | 4     | 4     | 5     | 5     | 5     | 5     |
| Diámetro exterior real                                                                                                                      | mm                 | 114,3                                                                                                                  | 114,3 | 114,3 | 114,3 | 114,3 | 114,3 | 141,3 | 141,3 | 141,3 | 141,3 |
| <b>Opciones 116</b>                                                                                                                         |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Diámetro nominal                                                                                                                            | pulg.              | 4                                                                                                                      | 4     | 4     | 4     | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| Diámetro exterior real                                                                                                                      | mm                 | 114,3                                                                                                                  | 114,3 | 114,3 | 114,3 | -     | -     | -     | -     | -     | -     |
| <b>Pintura de la carcasa</b>                                                                                                                |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| Código de colores RAL 7035                                                                                                                  |                    |                                                                                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |

(3) Opciones: 15 = Bajo nivel sonoro, 15LS = Muy bajo nivel sonoro, 118a = opción DX Freecooling, 50 = Recuperación de calor.

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

## Calderas: VIESSMANN Vitocrossal 300 CI3

### Caldera de condensación a gas VITOCROSSAL 300 CI3

[www.viessmann.es](http://www.viessmann.es)  
A Carrier Company

|                                                                    |    |      |      |      |      |      |
|--------------------------------------------------------------------|----|------|------|------|------|------|
| <b>Potencia calorífica nominal</b><br>temperatura de agua 50/30 °C | kW | 81   | 116  | 161  | 242  | 320  |
| <b>Potencia calorífica nominal</b><br>temperatura de agua 80/60 °C | kW | 73   | 105  | 146  | 221  | 294  |
| <b>Dimensiones generales</b>                                       |    |      |      |      |      |      |
| Longitud                                                           | mm | 1005 | 1005 | 1005 | 1212 | 1212 |
| Anchura                                                            | mm | 750  | 750  | 750  | 750  | 750  |
| Altura                                                             | mm | 1630 | 1630 | 1630 | 1630 | 1630 |
| <b>Peso total</b>                                                  | kg | 358  | 358  | 358  | 437  | 437  |
| <b>Contenido de agua</b>                                           | l  | 102  | 102  | 102  | 184  | 184  |
| <b>Conexión de gases Ø</b>                                         | mm | 150  | 150  | 150  | 200  | 200  |

|                                                                    |    |      |      |      |
|--------------------------------------------------------------------|----|------|------|------|
| <b>Potencia calorífica nominal</b><br>temperatura de agua 50/30 °C | kW | 479  | 562  | 639  |
| <b>Potencia calorífica nominal</b><br>temperatura de agua 80/60 °C | kW | 441  | 516  | 585  |
| <b>Dimensiones generales</b>                                       |    |      |      |      |
| Longitud                                                           | mm | 1430 | 1430 | 1430 |
| Anchura                                                            | mm | 750  | 750  | 750  |
| Altura                                                             | mm | 1998 | 1998 | 1998 |
| <b>Peso total</b>                                                  | kg | 822  | 893  | 893  |
| <b>Contenido de agua</b>                                           | l  | 423  | 380  | 380  |
| <b>Conexión de gases Ø</b>                                         | mm | 250  | 250  | 250  |



#### Características técnicas

- Gama de potencia: de 81 a 639 kW
- Conexión en cascada hasta 5112 KW (8 unidades)
- Apta para gas natural y GLP
- Eficiencia hasta 97,7% (Hs)
- Temperatura de servicio admisible: 95 °C
- Temperatura de impulsión admisible: 110 °C
- Presión máxima de servicio: 6 bar
- Quemador cilíndrico Matrix modulante con rango de modulación de 1:10, 20 % H2 ready
- Intercambiador de calor Inox-Crossal de acero inoxidable de alta calidad.

#### VITOCROSSAL 300

CI3

- 1 Viessmann One Base
- 2 Quemador cilíndrico Matrix con sonda O<sub>2</sub> autocalibrada
- 3 Superficies del intercambiador de calor Inox-Crossal
- 4 Ruedas incorporadas



## Bombas: GRUNDFOS TPD y TPE



### Datos de la bomba

## 1. Datos de la bomba

### Introducción

Las bombas TP están diseñadas para aplicaciones como

- sistemas de calefacción de distritos
- sistemas de calefacción
- sistemas de aire acondicionado
- sistemas de refrigeración de distritos
- suministro de agua
- procesos industriales
- refrigeración industrial.

Las bombas están disponibles con motores convencionales (TP y TPD) o motores controlados electrónicamente (TPE, TPED, TPE2, TPE2 D, TPE3 y TPE3 D). Las bombas son todas monocelulares, centrífugas en línea con cierre mecánico. Se trata de bombas de acoplamiento cerrado, es decir, la bomba y el motor son unidades independientes.

### TP, bombas conectadas directamente a red

La gama TP, atendiendo a su construcción, está dividida en los siguientes cuatro grupos: TP Serie 100, 200, 300 y 400.

#### TP Serie 100 con conexión rosca o brida

Rp 1 (DN 25) a Rp 1 1/4 (DN 32) y potencias de motor de 0,12 a 0,25 kW.

Para obtener más información, véase la página 26.

#### TP Serie 200 con conexión brida

DN 32 a DN 100 y potencias de motor de 0,12 a 2,2 kW.

Para obtener más información, véase la página 26.

#### TP Serie 300 con conexión brida

DN 32 a DN 100 y potencias de motor de 0,25 a 132 kW.

Para obtener más información, véase la página 28.

### Bombas con control de velocidad TPE, TPE2 y TPE3

Basadas en la construcción y la elección de materiales de las bombas TP, le ofrecemos las siguientes bombas con control de velocidad TPE:

- Bombas TPE3 con sensor de presión diferencial y de temperatura integrados
- Bombas TPE2 sin sensor de presión diferencial y de temperatura integrados
- Bombas TPE Serie 1000 sin sensor de presión diferencial montado de fábrica
- Bombas TPE Serie 2000 con sensor de presión diferencial montado de fábrica.

©Todas las bombas TPE2, TPE2 D, TPE3, TPE3 D y bombas TPE y TPED con motores de 2 polos por debajo de 3 kW y motores de 4 polos por debajo de 1,5 kW están montadas con motores con imán permanente que tienen una eficiencia que supera las exigencias IE4, incluido el consumo energético del convertidor de frecuencia integrado (comparado con los niveles IE de IEC 60034-30-1 Ed. 1).

### Bombas TPE3

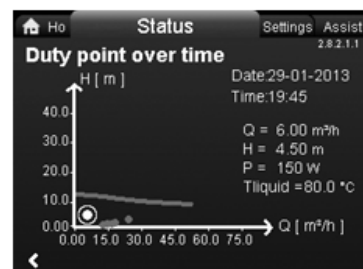
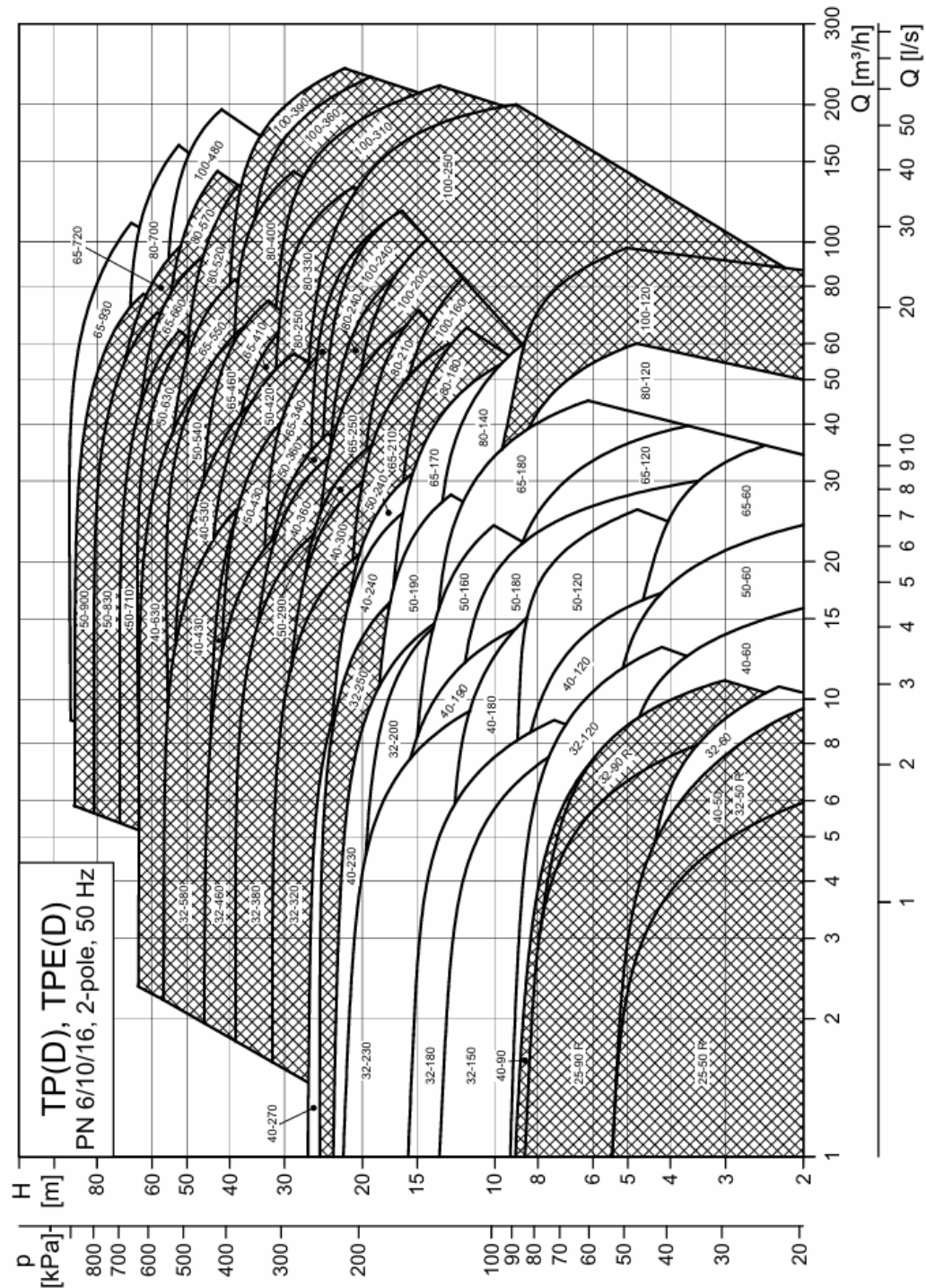


Fig. 1 Ejemplo de pantalla de estado para bombas TPE3

TM06 0883 1114

## Curvas características, 2 polos, PN 6, 10, 16

Véase la página 130 para curvas de rendimiento.

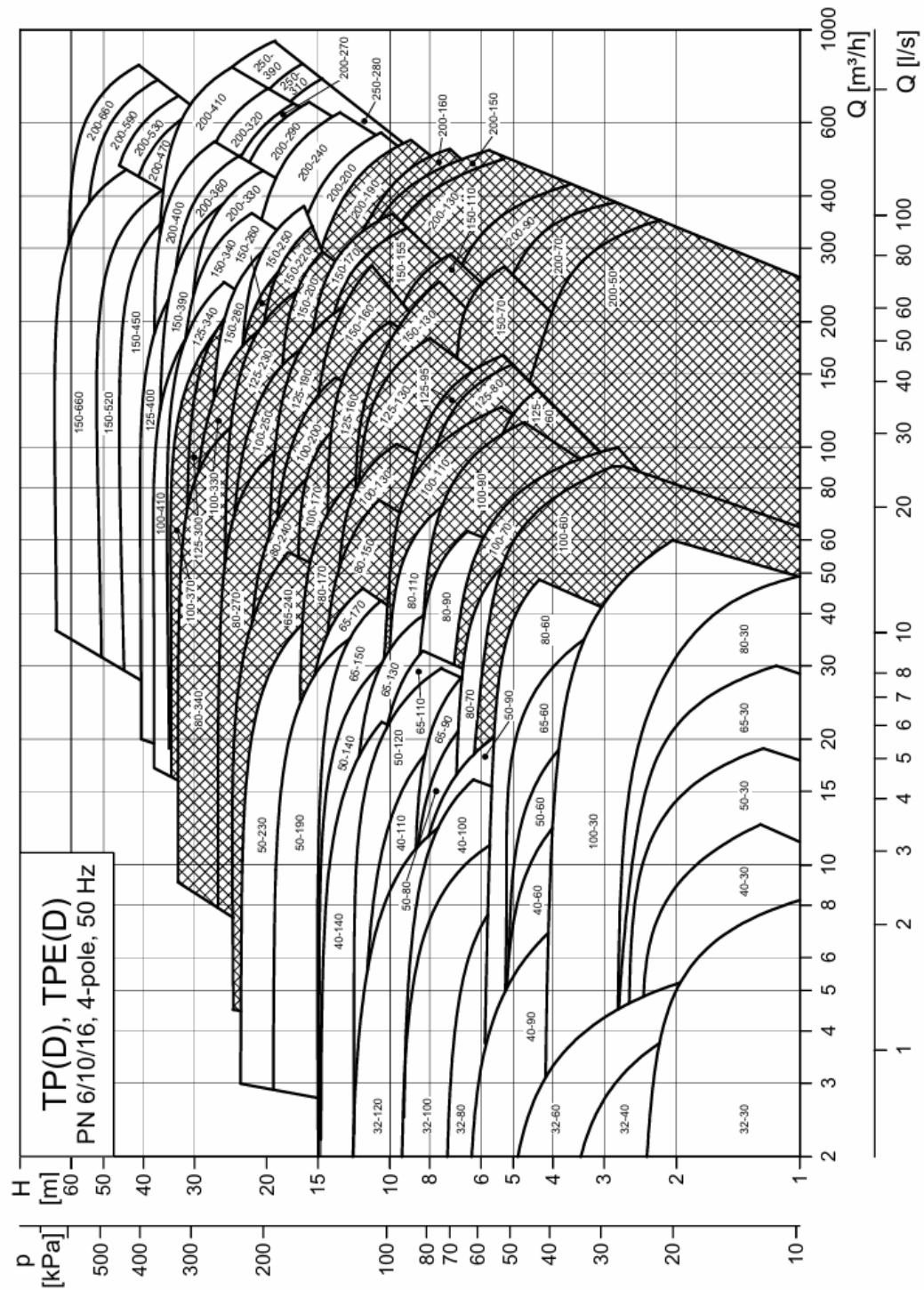


**Nota:** Todas las curvas QH se aplican a bombas sencillas. Para obtener más información acerca de las condiciones de la curva, véase la página 117.  
El área sombreada muestra el rango de trabajo de las bombas TPE.



## Curvas características, 4 polos, PN 6, 10, 16

Véase la página 152 para curvas de rendimiento.



**Nota:** Todas las curvas QH se aplican a bombas sencillas. Para obtener más información acerca de las condiciones de la curva, véase la página 117. El área sombreada muestra el rango de trabajo de las bombas TPE.

**Difusores lineales y de techo: TROX VSD35 y VDW**

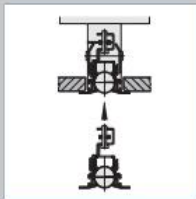
## Difusores lineales para instalación en techo Serie VSD35



Plenum de conexión  
con compuerta de regu-  
lación (opcional)



Salida de aire horizontal  
alternativa



Fijación oculta



Instalación en techos  
continuos



### Numerosas variantes para mayor adaptación a las posibles situaciones de instalación

Difusor lineal con difusor frontal de 35 mm (tamaño nominal) y deflectores de aire regulables

- Longitud nominal desde 600 hasta 1950 mm, con 1 a 4 ranuras
- Rango de caudales de aire 15 – 135 (l/s)/m o 54 – 486 (m³/h)/m
- Perfil frontal de aluminio extruido
- Para instalaciones de caudal de aire constante y variable
- Indicados para disposición lineal continua
- Elevada inducción con rápida reducción de la diferencia de temperatura y de la velocidad del aire
- Deflectores de aire regulables de manera individual para satisfacer las necesidades del confort de la sala

#### Equipamiento opcional y accesorios

- Superficie vista con acabado pintado en cualquier color de la carta RAL CLASSIC
- Perfil frontal con marco
- Compuerta para equilibrado de caudal de aire regulable desde la sala
- Fijación oculta que simplifica la instalación del difusor al techo
- Plenums para disposición simétrica o asimétrica, con o sin aislamiento
- Remates finales, remates en ángulo o piezas en esquina

**VSD35-3, impulsión de aire, descarga de aire alternativa horizontal, potencia sonora y pérdida total de carga**

| Longitud nominal | $\dot{V}$<br>l/s    m³/h |     | Posición de la lama de la compuerta |          |              |          |              |          |              |          |              |          |              |          |
|------------------|--------------------------|-----|-------------------------------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
|                  |                          |     | 0°                                  |          |              |          | 45°          |          |              |          | 90°          |          |              |          |
|                  |                          |     | D = 138                             |          | D = 158      |          | D = 138      |          | D = 158      |          | D = 138      |          | D = 158      |          |
|                  |                          |     | $\Delta p_t$                        | $L_{WA}$ | $\Delta p_t$ | $L_{WA}$ | $\Delta p_t$ | $L_{WA}$ | $\Delta p_t$ | $L_{WA}$ | $\Delta p_t$ | $L_{WA}$ | $\Delta p_t$ | $L_{WA}$ |
|                  |                          |     | Pa                                  | dB(A)    | Pa           | dB(A)    | Pa           | dB(A)    | Pa           | dB(A)    | Pa           | dB(A)    | Pa           | dB(A)    |
| 600              | 25                       | 90  | 6                                   | 18       | 6            | 16       | 11           | 18       | 8            | 16       | 19           | 19       | 13           | 16       |
| 600              | 40                       | 144 | 16                                  | 30       | 14           | 28       | 27           | 31       | 21           | 28       | 49           | 32       | 33           | 29       |
| 600              | 60                       | 216 | 36                                  | 42       | 31           | 40       | 61           | 43       | 46           | 40       | 109          | 44       | 74           | 41       |
| 600              | 75                       | 270 | 55                                  | 49       | 49           | 47       | 95           | 50       | 71           | 47       | 171          | 51       | 116          | 48       |
| 750              | 30                       | 108 | 7                                   | 20       | 6            | 17       | 13           | 20       | 9            | 18       | 25           | 21       | 17           | 18       |
| 750              | 50                       | 180 | 19                                  | 33       | 16           | 31       | 36           | 34       | 26           | 31       | 70           | 35       | 45           | 32       |
| 750              | 70                       | 252 | 36                                  | 43       | 30           | 40       | 70           | 44       | 50           | 41       | 137          | 46       | 89           | 42       |
| 750              | 85                       | 306 | 53                                  | 49       | 44           | 46       | 103          | 50       | 74           | 47       | 201          | 52       | 131          | 49       |
| 900              | 35                       | 126 | 8                                   | 21       | 6            | 19       | 16           | 22       | 11           | 19       | 33           | 22       | 21           | 20       |
| 900              | 55                       | 198 | 18                                  | 33       | 15           | 31       | 39           | 34       | 27           | 31       | 80           | 35       | 51           | 32       |
| 900              | 75                       | 270 | 34                                  | 42       | 27           | 39       | 73           | 43       | 50           | 40       | 149          | 45       | 94           | 42       |
| 900              | 95                       | 342 | 54                                  | 49       | 43           | 47       | 117          | 51       | 80           | 48       | 239          | 52       | 151          | 49       |
| 1050             | 35                       | 126 | 7                                   | 19       | 5            | 16       | 15           | 20       | 10           | 17       | 32           | 20       | 20           | 18       |
| 1050             | 55                       | 198 | 16                                  | 31       | 12           | 28       | 37           | 32       | 24           | 29       | 78           | 33       | 48           | 30       |
| 1050             | 80                       | 288 | 33                                  | 42       | 26           | 39       | 78           | 43       | 51           | 40       | 165          | 44       | 102          | 41       |
| 1050             | 105                      | 378 | 57                                  | 50       | 44           | 47       | 134          | 51       | 88           | 48       | 283          | 53       | 175          | 50       |
| 1200             | 45                       | 162 | 10                                  | 24       | 7            | 21       | 24           | 25       | 15           | 22       | 51           | 25       | 31           | 22       |
| 1200             | 70                       | 252 | 23                                  | 36       | 17           | 33       | 57           | 37       | 37           | 34       | 123          | 38       | 76           | 35       |
| 1200             | 95                       | 342 | 42                                  | 44       | 31           | 42       | 105          | 46       | 68           | 43       | 227          | 48       | 139          | 44       |
| 1200             | 115                      | 414 | 62                                  | 50       | 46           | 47       | 153          | 52       | 99           | 49       | 333          | 54       | 203          | 51       |

**VSD35-4, impulsión de aire, descarga de aire alternativa horizontal, potencia sonora y pérdida total de carga**

| Longitud nominal | $\dot{V}$<br>l/s    m³/h |     | Posición de la lama de la compuerta |          |              |          |              |          |              |          |              |          |              |          |
|------------------|--------------------------|-----|-------------------------------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
|                  |                          |     | 0°                                  |          |              |          | 45°          |          |              |          | 90°          |          |              |          |
|                  |                          |     | D = 158                             |          | D = 198      |          | D = 158      |          | D = 198      |          | D = 158      |          | D = 198      |          |
|                  |                          |     | $\Delta p_t$                        | $L_{WA}$ | $\Delta p_t$ | $L_{WA}$ | $\Delta p_t$ | $L_{WA}$ | $\Delta p_t$ | $L_{WA}$ | $\Delta p_t$ | $L_{WA}$ | $\Delta p_t$ | $L_{WA}$ |
|                  |                          |     | Pa                                  | dB(A)    | Pa           | dB(A)    | Pa           | dB(A)    | Pa           | dB(A)    | Pa           | dB(A)    | Pa           | dB(A)    |
| 600              | 30                       | 108 | 5                                   | 17       | 4            | <15      | 9            | 17       | 6            | <15      | 16           | 17       | 9            | <15      |
| 600              | 55                       | 198 | 17                                  | 32       | 14           | 28       | 29           | 33       | 19           | 29       | 53           | 34       | 29           | 29       |
| 600              | 75                       | 270 | 32                                  | 41       | 26           | 37       | 54           | 42       | 35           | 38       | 99           | 43       | 53           | 39       |
| 600              | 100                      | 360 | 56                                  | 50       | 46           | 46       | 96           | 51       | 62           | 47       | 175          | 53       | 94           | 48       |
| 750              | 40                       | 144 | 7                                   | 21       | 5            | 17       | 13           | 21       | 8            | 17       | 26           | 22       | 13           | 17       |
| 750              | 65                       | 234 | 18                                  | 34       | 14           | 29       | 35           | 34       | 21           | 30       | 68           | 36       | 34           | 31       |
| 750              | 90                       | 324 | 34                                  | 43       | 26           | 39       | 67           | 44       | 39           | 40       | 131          | 46       | 65           | 40       |
| 750              | 110                      | 396 | 51                                  | 49       | 39           | 45       | 100          | 51       | 58           | 46       | 195          | 52       | 97           | 47       |
| 900              | 45                       | 162 | 7                                   | 21       | 5            | 17       | 15           | 22       | 9            | 18       | 31           | 22       | 15           | 18       |
| 900              | 70                       | 252 | 17                                  | 33       | 12           | 29       | 37           | 34       | 20           | 29       | 76           | 35       | 36           | 30       |
| 900              | 100                      | 360 | 35                                  | 43       | 24           | 39       | 75           | 45       | 41           | 40       | 154          | 46       | 73           | 41       |
| 900              | 125                      | 450 | 54                                  | 50       | 38           | 46       | 117          | 52       | 64           | 47       | 240          | 53       | 114          | 48       |
| 1050             | 50                       | 180 | 8                                   | 22       | 5            | 18       | 18           | 22       | 9            | 18       | 38           | 23       | 17           | 19       |
| 1050             | 75                       | 270 | 17                                  | 33       | 11           | 28       | 40           | 34       | 21           | 29       | 84           | 35       | 39           | 30       |
| 1050             | 105                      | 378 | 33                                  | 42       | 22           | 38       | 78           | 44       | 40           | 39       | 164          | 45       | 75           | 40       |
| 1050             | 135                      | 486 | 54                                  | 50       | 36           | 45       | 128          | 51       | 66           | 46       | 272          | 54       | 124          | 48       |
| 1200             | 55                       | 198 | 8                                   | 23       | 5            | 19       | 21           | 23       | 10           | 19       | 44           | 24       | 20           | 19       |
| 1200             | 85                       | 306 | 20                                  | 34       | 12           | 30       | 49           | 35       | 24           | 30       | 106          | 37       | 47           | 31       |
| 1200             | 115                      | 414 | 36                                  | 43       | 22           | 38       | 89           | 44       | 44           | 39       | 193          | 46       | 86           | 41       |
| 1200             | 145                      | 522 | 56                                  | 50       | 35           | 45       | 141          | 52       | 70           | 46       | 307          | 54       | 137          | 48       |
| 1350             | 65                       | 234 | 11                                  | 25       | 6            | 21       | 28           | 26       | 13           | 22       | 61           | 27       | 27           | 22       |
| 1350             | 95                       | 342 | 23                                  | 36       | 13           | 31       | 59           | 37       | 28           | 32       | 130          | 38       | 57           | 33       |
| 1350             | 125                      | 450 | 39                                  | 43       | 23           | 39       | 102          | 45       | 49           | 40       | 225          | 47       | 99           | 41       |
| 1350             | 155                      | 558 | 59                                  | 50       | 35           | 45       | 156          | 52       | 75           | 47       | 346          | 54       | 151          | 48       |
| 1500             | 70                       | 252 | 12                                  | 26       | 7            | 22       | 31           | 27       | 15           | 22       | 70           | 28       | 30           | 23       |
| 1500             | 100                      | 360 | 23                                  | 36       | 13           | 31       | 64           | 37       | 30           | 32       | 143          | 39       | 62           | 33       |
| 1500             | 135                      | 486 | 43                                  | 44       | 24           | 39       | 116          | 46       | 54           | 41       | 260          | 48       | 112          | 42       |
| 1500             | 165                      | 594 | 63                                  | 50       | 36           | 45       | 173          | 52       | 81           | 47       | 388          | 55       | 168          | 49       |
| 1650             | 80                       | 288 | 7                                   | 25       | 5            | 21       | 14           | 25       | 8            | 21       | 28           | 26       | 14           | 22       |
| 1650             | 120                      | 432 | 15                                  | 35       | 11           | 31       | 31           | 36       | 18           | 32       | 62           | 37       | 30           | 33       |
| 1650             | 160                      | 576 | 27                                  | 44       | 20           | 39       | 55           | 45       | 31           | 40       | 111          | 46       | 54           | 41       |
| 1650             | 200                      | 720 | 42                                  | 50       | 30           | 46       | 86           | 52       | 49           | 47       | 173          | 54       | 84           | 48       |
| 1800             | 85                       | 306 | 7                                   | 25       | 5            | 21       | 15           | 26       | 8            | 22       | 31           | 26       | 15           | 22       |
| 1800             | 125                      | 450 | 15                                  | 35       | 11           | 31       | 32           | 36       | 18           | 32       | 66           | 37       | 32           | 33       |
| 1800             | 170                      | 612 | 28                                  | 44       | 18           | 39       | 60           | 45       | 31           | 40       | 122          | 47       | 55           | 41       |
| 1800             | 210                      | 756 | 42                                  | 50       | 30           | 46       | 91           | 52       | 49           | 47       | 186          | 54       | 88           | 48       |
| 1950             | 90                       | 324 | 7                                   | 25       | 5            | 22       | 16           | 26       | 9            | 22       | 34           | 27       | 16           | 23       |
| 1950             | 133                      | 480 | 16                                  | 36       | 11           | 32       | 36           | 37       | 19           | 32       | 74           | 38       | 35           | 33       |
| 1950             | 177                      | 636 | 28                                  | 44       | 19           | 39       | 62           | 45       | 33           | 40       | 130          | 47       | 60           | 42       |
| 1950             | 220                      | 792 | 42                                  | 50       | 29           | 46       | 96           | 52       | 51           | 47       | 201          | 54       | 93           | 49       |



Descarga rotacional



Descarga horizontal de aire



Doble descarga horizontal de aire

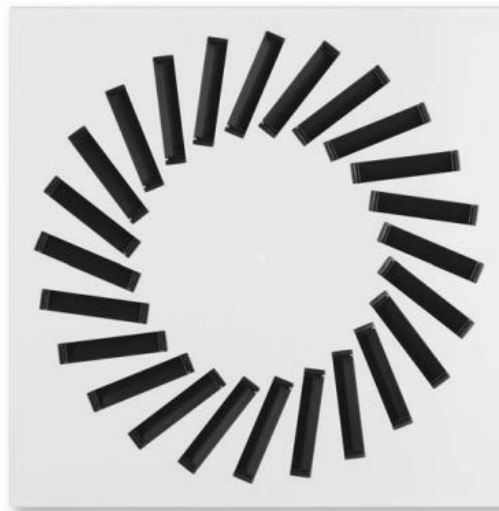


Plenum de conexión con compuerta de regulación (opcional)



Placa frontal de difusor circular con deflectores de aire de color blanco

## Difusores rotacionales de techo Serie VDW



### Indicados para áreas de confort por su bajo nivel de potencia sonora, incluyen deflectores de aire regulables manualmente

Difusores rotacionales de techo con placa frontal circular y cuadrada para un elevado número de renovaciones de aire

- Dimensiones 300, 400, 500, 600, 625, 825
- Rango de caudales de aire 7 – 470 l/s o 25 – 1692 m<sup>3</sup>/h
- Frontal fabricado en chapa de acero, con posibilidad de acabado pintado
- Para impulsión y extracción de aire
- Para instalaciones de caudal de aire constante y variable
- Compatible con cualquier sistema de techo, con posibilidad de instalación suspendida
- Elevada inducción, que conlleva a una rápida reducción de la diferencia de temperatura y de la velocidad del aire
- Hasta 35 renovaciones de aire por hora con una disposición en fila de varios difusores distancia mínima entre difusores de 0.9 m (entre puntos centrales)
- Idóneos para instalaciones de confort

#### Equipamiento opcional y accesorios

- Superficie vista con acabado pintado en cualquier color de la carta RAL CLASSIC con deflectores de aire color negro o blanco
- Conexión a conducto horizontal o vertical
- Plenum con compuerta de equilibrado y toma de presión

**VDW-\*-Z-H (impulsión de aire), potencia sonora y pérdida total de carga**

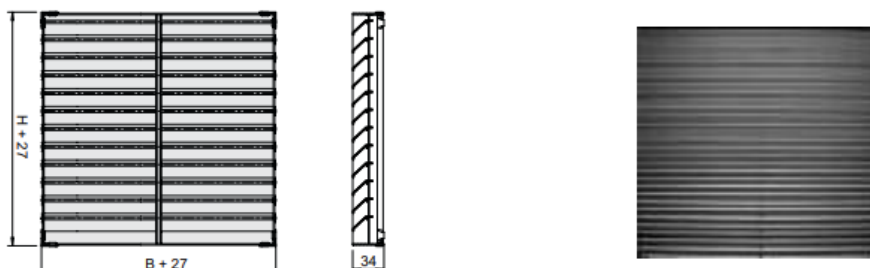
| Tamaño             | $\dot{V}$<br>l/s | $\dot{V}$<br>m³/h | Posición de la lama de la compuerta |          |              |          |              |          |
|--------------------|------------------|-------------------|-------------------------------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
|                    |                  |                   | 0°                                  |          | 45°          |          | 90°          |          |
|                    |                  |                   | $\Delta p_t$                        | $L_{WA}$ | $\Delta p_t$ | $L_{WA}$ | $\Delta p_t$ | $L_{WA}$ |
|                    |                  |                   | Pa                                  | dB(A)    | Pa           | dB(A)    | Pa           | dB(A)    |
| 300 × 8            | 7                | 26                | 1                                   | <15      | 1            | <15      | 1            | <15      |
|                    | 35               | 126               | 15                                  | 23       | 18           | 22       | 30           | 24       |
|                    | 60               | 216               | 45                                  | 39       | 53           | 38       | 87           | 40       |
|                    | 85               | 306               | 91                                  | 50       | 105          | 50       | 174          | 51       |
| 400 × 16           | 13               | 46                | 1                                   | <15      | 1            | <15      | 1            | <15      |
|                    | 60               | 216               | 13                                  | 22       | 15           | 23       | 28           | 25       |
|                    | 100              | 360               | 36                                  | 38       | 42           | 39       | 78           | 42       |
|                    | 140              | 504               | 71                                  | 50       | 83           | 50       | 154          | 54       |
| 500 × 24           | 19               | 70                | 1                                   | <15      | 1            | <15      | 3            | <15      |
|                    | 70               | 252               | 11                                  | 19       | 14           | 19       | 34           | 24       |
|                    | 125              | 450               | 35                                  | 38       | 45           | 37       | 108          | 42       |
|                    | 175              | 630               | 68                                  | 50       | 89           | 49       | 212          | 54       |
| 600 × 24, 625 × 24 | 28               | 102               | 1                                   | <15      | 1            | <15      | 2            | <15      |
|                    | 105              | 378               | 11                                  | 20       | 15           | 21       | 33           | 22       |
|                    | 165              | 594               | 26                                  | 34       | 37           | 34       | 83           | 36       |
|                    | 260              | 936               | 65                                  | 50       | 91           | 51       | 205          | 55       |
| 600 × 48           | 40               | 145               | 1                                   | <15      | 2            | <15      | 5            | <15      |
|                    | 130              | 468               | 12                                  | 21       | 18           | 23       | 50           | 29       |
|                    | 210              | 756               | 32                                  | 37       | 47           | 40       | 131          | 45       |
|                    | 305              | 1098              | 67                                  | 50       | 98           | 55       | 276          | 60       |
| 625 × 54           | 52               | 186               | 2                                   | <15      | 2            | <15      | 7            | <15      |
|                    | 140              | 504               | 13                                  | 22       | 16           | 24       | 48           | 33       |
|                    | 225              | 810               | 34                                  | 38       | 41           | 39       | 125          | 51       |
|                    | 310              | 1116              | 64                                  | 50       | 77           | 52       | 238          | 64       |
| 825 × 72           | 99               | 357               | 2                                   | <15      | 4            | <15      | 10           | <15      |
|                    | 225              | 810               | 13                                  | 24       | 21           | 27       | 51           | 33       |
|                    | 400              | 1440              | 41                                  | 44       | 65           | 49       | 161          | 54       |
|                    | 470              | 1692              | 56                                  | 50       | 90           | 57       | 222          | 61       |

## Rejas de retorno: TROX ARP-A

**TABLAS DE SELECCIÓN RÁPIDA**

**REJILLAS DE VENTILACIÓN**  
Rejillas de retorno lamas fijas a 45°

**ARP**



### + Descripción

Rejas de retorno formadas por un marco perimetral de chapa de acero galvanizada con lamas horizontales de perfil de aluminio extruido colocadas de forma inclinada, prevista para montarse apoyada directamente sobre los perfiles soporte del falso techo substituyendo una placa del mismo y colocar en su lugar una reja ARP.

### ◊ Ejecuciones

**ARP-A** Rejilla de lamas fijas a 45° sin compuerta de regulación  
**ARP-AG** Rejilla de lamas fijas a 45° con compuerta de regulación

### 📈 Datos técnicos

| H x B     | Dimensión exterior mm | Sección efectiva m² | H x B     | Dimensión exterior mm | Sección efectiva m² |
|-----------|-----------------------|---------------------|-----------|-----------------------|---------------------|
| 265 x 165 | 292 x 192             | 0,017               | 465 x 365 | 492 x 392             | 0,068               |
| 365       | 392                   | 0,023               | 565       | 592                   | 0,082               |
| 465       | 492                   | 0,029               | 665       | 692                   | 0,095               |
| 565       | 592                   | 0,035               | 865       | 892                   | 0,123               |
| 665       | 692                   | 0,041               | 1.065     | 1.092                 | 0,151               |
| 865       | 892                   | 0,053               | 1.165     | 1.192                 | 0,164               |
| 1.065     | 1.092                 | 0,065               | 665 x 465 | 692 x 492             | 0,12                |
| 1.165     | 1.192                 | 0,070               | 865       | 892                   | 0,15                |
| 365 x 265 | 392 x 292             | 0,038               | 1.065     | 1.092                 | 0,18                |
| 465       | 492                   | 0,048               | 1.165     | 1.192                 | 0,20                |
| 565       | 592                   | 0,058               | 565 x 565 | 592 x 592             | 0,12                |
| 665       | 692                   | 0,068               | 665       | 692                   | 0,14                |
| 865       | 892                   | 0,087               | 865       | 892                   | 0,18                |
| 1.065     | 1.092                 | 0,108               | 1.065     | 1.092                 | 0,22                |
| 1.165     | 1.192                 | 0,117               | 1.165     | 1.192                 | 0,25                |

**H en mm**  
Altura nominal de la rejilla  
**L en mm**  
Longitud nominal de la rejilla

Los valores de las secciones efectivas están dados en m²

**Datos técnicos retorno con regulación abierta**  
Serie AR (Rango de caudales de retorno 100 a 6.000 m³/h)

| Caudal<br>m³/h | H                                      | L        |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|----------------|----------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                | 525<br>425<br>325<br>225<br>165<br>125 | 225      | 325      | 425      | 525      | 625      | 825      | 1.025    | 1.225    | 325      | 425      | 525      | 625      | 825      | 1.025    | 1.225    | 525      | 625      | 825      | 1.025    | 1.225    |
| 100            | Δp<br>dB(A)                            | 10<br>16 | 5<br><15 | 3<br><15 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 200            | Δp<br>dB(A)                            | 41<br>33 | 18<br>24 | 10<br>19 | 7<br><15 | 5<br><15 | 3<br><15 |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 300            | Δp<br>dB(A)                            |          | 41<br>34 | 23<br>29 | 15<br>25 | 10<br>20 | 6<br><15 | 4<br><15 | 3<br><15 | 2        |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 400            | Δp<br>dB(A)                            |          |          | 41<br>36 | 27<br>32 | 18<br>27 | 10<br>21 | 7<br>16  | 5<br><15 | 4<br><15 | 2        |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 500            | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          | 41<br>37 | 29<br>32 | 16<br>27 | 10<br>22 | 7<br>18  | 6<br>15  | 3<br><15 | 2        |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 600            | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          | 41<br>37 | 23<br>31 | 15<br>27 | 10<br>22 | 8<br>20  | 5<br><15 | 3<br><15 | 3<br><15 | 2<br><15 |          |          |          |          |          |          |          |
| 700            | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          | 32<br>35 | 20<br>30 | 14<br>26 | 11<br>23 | 7<br>17  | 5<br><15 | 4<br><15 | 3<br><15 | 2        |          |          |          |          |          |          |
| 800            | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          | 41<br>38 | 27<br>34 | 18<br>29 | 15<br>27 | 9<br>21  | 6<br>17  | 5<br>17  | 4<br><15 | 3<br><15 | 2        |          |          |          |          |          |
| 900            | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          | 34<br>36 | 23<br>32 | 19<br>29 | 11<br>23 | 8<br>20  | 7<br>19  | 5<br>16  | 4<br>15  | 3<br><15 | 2        |          |          |          |          |
| 1.000          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          | 41<br>39 | 29<br>34 | 23<br>32 | 13<br>26 | 9<br>23  | 8<br>22  | 6<br>19  | 5<br>18  | 3<br><15 | 2<br><15 |          |          |          |          |
| 1.200          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          | 41<br>39 | 34<br>36 | 19<br>27 | 14<br>24 | 12<br>23 | 8<br>24  | 7<br>19  | 5<br>16  | 4<br>16  | 3<br><15 | 3        |          |          |
| 1.400          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 26<br>34 | 18<br>31 | 16<br>31 | 11<br>27 | 10<br>26 | 7<br>22  | 6<br>20  | 5<br>19  | 4<br>17  | 3<br><15 |          |
| 1.600          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 34<br>38 | 24<br>34 | 21<br>33 | 15<br>31 | 13<br>30 | 9<br>26  | 7<br>24  | 6<br>23  | 5<br>20  | 3<br>16  |
| 1.800          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 43<br>41 | 30<br>37 | 27<br>37 | 19<br>33 | 16<br>33 | 11<br>29 | 9<br>27  | 8<br>25  | 4<br>23  |
| 2.000          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 38<br>40 | 33<br>39 | 23<br>36 | 20<br>35 | 14<br>31 | 12<br>29 | 8<br>25  | 5<br>22  |
| 2.200          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 40<br>42 | 28<br>38 | 24<br>37 | 16<br>34 | 14<br>32 | 9<br>30  | 6<br>28  |
| 2.400          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 34<br>40 | 29<br>40 | 20<br>35 | 17<br>34 | 14<br>32 | 7<br>30  |
| 2.600          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 39<br>42 | 34<br>42 | 23<br>38 | 20<br>36 | 16<br>35 |
| 2.800          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 40<br>43 | 27<br>40 | 23<br>38 | 19<br>36 | 15<br>34 |
| 3.000          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 30<br>41 | 26<br>40 | 22<br>38 | 17<br>35 |
| 3.250          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 36<br>43 | 31<br>41 | 25<br>40 | 20<br>37 |
| 3.500          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 41<br>45 | 36<br>43 | 29<br>42 | 23<br>39 |
| 3.750          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 41<br>45 | 34<br>43 | 27<br>41 |
| 4.000          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 38<br>45 | 30<br>42 |
| 4.500          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 39<br>45 |
| 5.000          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 32<br>44 |
| 5.500          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 39<br>46 |
| 6.000          | Δp<br>dB(A)                            |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 41<br>47 |

**H en mm**  
Altura nominal de la rejilla

**L en mm**  
Longitud nominal de la rejilla

**Δp en Pa**  
Pérdida de carga

**dB(A)**  
Nivel de potencia sonora

## Compuertas cortafuegos: TROX VFL



### Hoja de datos de producto

FK2-EU



FK2-EU con fusible  
bimetálico para 72 °C o 95  
°C



Marcado CE en  
cumplimiento con la  
normativa Europea



Opcionalmente con  
TROXNETCOM



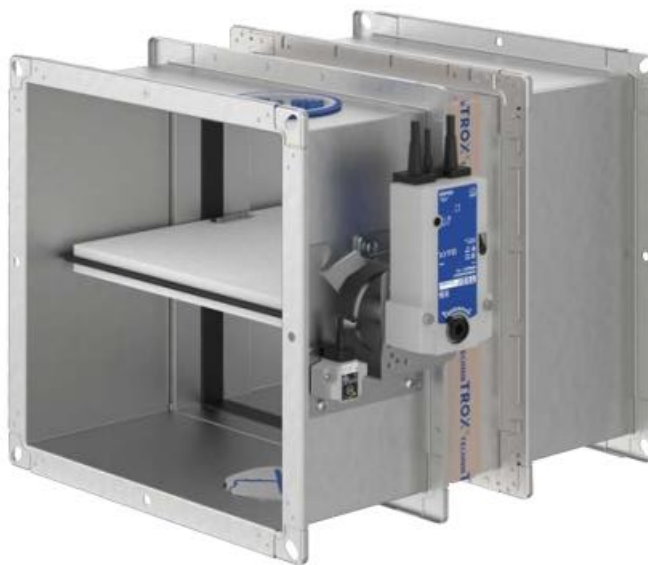
Certificado ATEX



Ensayados según VDI

## Compuertas cortafuego

### FK2-EU



### Para múltiples aplicaciones

- Tamaños nominales 200 × 100 – 1500 × 800 mm, en incrementos de 1 mm
- Reducida pérdida de carga y potencia sonora
- Ejecución a prueba de explosión (ATEX) como opcional
- Opcionalmente disponible para cierre antes de una unidad de transferencia de aire
- Con posibilidad para su uso como compuerta de transferencia de aire
- Opcionalmente, con carcasa de acero inoxidable o pintada para una mayor protección frente a la corrosión
- Opcionalmente disponible con aislamiento térmico para evitar la condensación
- Integración en el sistema de gestión del edificio (BMS) mediante TROXNETCOM
- Opciones de instalación universales

#### Equipamiento opcional y accesorios

- Actuador eléctrico 24 V/230 V
- Temperatura de disparo 72/95 °C

#### Accesorios opcionales

- Detectores de humo para conducto

**Área libre y coeficiente de rozamiento, para rango de anchuras 200 – 800 mm**

| H   |        | (1)    | B      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|     |        |        | 200    | 250    | 300    | 350    | 400    | 450    | 500    | 550    | 600    | 650    | 700    | 750    |
| 100 | A [m²] | 0,013  | 0,016  | 0,020  | 0,023  | 0,027  | 0,030  | 0,034  | 0,037  | 0,041  | 0,044  | 0,048  | 0,051  | 0,055  |
| 100 | ζ      | 1,05   | 0,96   | 0,88   | 0,83   | 0,78   | 0,75   | 0,71   | 0,69   | 0,66   | 0,64   | 0,62   | 0,61   | 0,59   |
| 125 | A [m²] | 0,0175 | 0,0222 | 0,027  | 0,0317 | 0,0365 | 0,0412 | 0,046  | 0,0507 | 0,0555 | 0,0602 | 0,065  | 0,0697 | 0,0745 |
| 125 | ζ      | 0,93   | 0,85   | 0,78   | 0,73   | 0,69   | 0,66   | 0,63   | 0,61   | 0,59   | 0,57   | 0,55   | 0,54   | 0,52   |
| 150 | A [m²] | 0,0221 | 0,0281 | 0,0341 | 0,0401 | 0,0461 | 0,0521 | 0,0581 | 0,0641 | 0,0701 | 0,0761 | 0,0821 | 0,0881 | 0,0941 |
| 150 | ζ      | 0,85   | 0,77   | 0,71   | 0,67   | 0,63   | 0,60   | 0,58   | 0,55   | 0,54   | 0,52   | 0,50   | 0,49   | 0,48   |
| 160 | A [m²] | 0,024  | 0,030  | 0,037  | 0,043  | 0,05   | 0,056  | 0,063  | 0,069  | 0,076  | 0,082  | 0,089  | 0,095  | 0,102  |
| 160 | ζ      | 0,66   | 0,60   | 0,55   | 0,52   | 0,49   | 0,47   | 0,45   | 0,43   | 0,41   | 0,40   | 0,39   | 0,38   | 0,37   |
| 200 | A [m²] | 0,031  | 0,040  | 0,048  | 0,057  | 0,065  | 0,074  | 0,082  | 0,091  | 0,099  | 0,108  | 0,116  | 0,125  | 0,133  |
| 200 | ζ      | 0,74   | 0,67   | 0,62   | 0,58   | 0,55   | 0,52   | 0,50   | 0,48   | 0,47   | 0,45   | 0,44   | 0,43   | 0,41   |
| 250 | A [m²] | 0,0397 | 0,0507 | 0,0617 | 0,0727 | 0,0837 | 0,0947 | 0,1057 | 0,1167 | 0,1277 | 0,1387 | 0,1497 | 0,1607 | 0,1717 |
| 250 | ζ      | 0,67   | 0,61   | 0,56   | 0,53   | 0,50   | 0,47   | 0,45   | 0,44   | 0,42   | 0,41   | 0,40   | 0,38   | 0,37   |
| 300 | A [m²] | 0,0489 | 0,0624 | 0,0759 | 0,0894 | 0,1029 | 0,1164 | 0,1299 | 0,1434 | 0,1569 | 0,1704 | 0,1839 | 0,1974 | 0,2109 |
| 300 | ζ      | 0,62   | 0,56   | 0,52   | 0,49   | 0,46   | 0,44   | 0,42   | 0,40   | 0,39   | 0,38   | 0,36   | 0,35   | 0,34   |
| 350 | A [m²] | 0,0581 | 0,0741 | 0,0901 | 0,1061 | 0,1221 | 0,1381 | 0,1541 | 0,1701 | 0,1861 | 0,2021 | 0,2181 | 0,2341 | 0,2501 |
| 350 | ζ      | 0,58   | 0,52   | 0,48   | 0,45   | 0,43   | 0,41   | 0,39   | 0,38   | 0,36   | 0,35   | 0,34   | 0,33   | 0,32   |
| 400 | A [m²] | 0,0673 | 0,0858 | 0,1043 | 0,1228 | 0,1413 | 0,1598 | 0,1783 | 0,1968 | 0,2153 | 0,2338 | 0,2523 | 0,2708 | 0,2893 |
| 400 | ζ      | 0,54   | 0,49   | 0,46   | 0,43   | 0,40   | 0,39   | 0,37   | 0,35   | 0,34   | 0,33   | 0,32   | 0,31   | 0,30   |
| 450 | A [m²] | 0,0765 | 0,0975 | 0,1185 | 0,1395 | 0,1605 | 0,1815 | 0,2025 | 0,2235 | 0,2445 | 0,2655 | 0,2865 | 0,3075 | 0,3285 |
| 450 | ζ      | 0,57   | 0,51   | 0,47   | 0,43   | 0,41   | 0,39   | 0,37   | 0,35   | 0,34   | 0,33   | 0,32   | 0,31   | 0,30   |
| 500 | A [m²] | 0,0857 | 0,1092 | 0,1327 | 0,1562 | 0,1797 | 0,2032 | 0,2267 | 0,2502 | 0,2737 | 0,2972 | 0,3207 | 0,3442 | 0,3677 |
| 500 | ζ      | 0,54   | 0,48   | 0,44   | 0,41   | 0,39   | 0,37   | 0,35   | 0,34   | 0,33   | 0,31   | 0,30   | 0,30   | 0,29   |
| 550 | A [m²] |        |        | 0,1264 | 0,1507 | 0,175  | 0,1993 | 0,2236 | 0,2479 | 0,2722 | 0,2965 | 0,3208 | 0,3451 | 0,3694 |
| 550 | ζ      |        |        | 0,42   | 0,40   | 0,37   | 0,35   | 0,34   | 0,32   | 0,31   | 0,30   | 0,29   | 0,28   | 0,28   |
| 600 | A [m²] |        |        | 0,1394 | 0,1662 | 0,193  | 0,2198 | 0,2466 | 0,2734 | 0,3002 | 0,327  | 0,3538 | 0,3806 | 0,4074 |
| 600 | ζ      |        |        | 0,41   | 0,38   | 0,36   | 0,34   | 0,32   | 0,31   | 0,30   | 0,29   | 0,28   | 0,27   | 0,27   |
| 650 | A [m²] |        |        | 0,1524 | 0,1817 | 0,211  | 0,2403 | 0,2696 | 0,2989 | 0,3282 | 0,3575 | 0,3868 | 0,4161 | 0,4454 |
| 650 | ζ      |        |        | 0,39   | 0,37   | 0,35   | 0,33   | 0,31   | 0,30   | 0,29   | 0,28   | 0,27   | 0,26   | 0,26   |
| 700 | A [m²] |        |        | 0,1654 | 0,1972 | 0,229  | 0,2608 | 0,2926 | 0,3244 | 0,3562 | 0,388  | 0,4198 | 0,4516 | 0,4834 |
| 700 | ζ      |        |        | 0,38   | 0,35   | 0,33   | 0,32   | 0,30   | 0,29   | 0,28   | 0,27   | 0,26   | 0,25   | 0,25   |
| 750 | A [m²] |        |        | 0,1784 | 0,2127 | 0,247  | 0,2813 | 0,3156 | 0,3499 | 0,3842 | 0,4185 | 0,4528 | 0,4871 | 0,5214 |
| 750 | ζ      |        |        | 0,37   | 0,34   | 0,32   | 0,31   | 0,29   | 0,28   | 0,27   | 0,26   | 0,25   | 0,25   | 0,24   |
| 800 | A [m²] |        |        | 0,1914 | 0,2282 | 0,265  | 0,3018 | 0,3386 | 0,3754 | 0,4122 | 0,449  | 0,4858 | 0,5226 | 0,5594 |
| 800 | ζ      |        |        | 0,36   | 0,33   | 0,32   | 0,30   | 0,29   | 0,27   | 0,26   | 0,26   | 0,25   | 0,24   | 0,23   |

**Caudal de aire q, en [m³/h] para presión diferencial Δp, 35 Pa  
200 – 650 mm**

| H   | L <sub>wa</sub> [dB(A)] | B    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|     |                         | 200  | 250  | 300  | 350  | 400  | 450  | 500  | 550  | 600  | 650  |
| 100 | 35                      | 390  | 484  | 577  | 668  | 759  | 849  | 938  | 1027 | 1116 | 1205 |
| 125 | 35                      | 507  | 627  | 745  | 862  | 978  | 1093 | 1208 | 1322 | 1435 | 1548 |
| 150 | 35                      | 619  | 764  | 907  | 1048 | 1188 | 1326 | 1464 | 1601 | 1737 | 1873 |
| 160 | 35                      | 728  | 897  | 1063 | 1227 | 1390 | 1550 | 1710 | 1869 | 2027 | 2185 |
| 200 | 35                      | 835  | 1028 | 1216 | 1402 | 1586 | 1769 | 1950 | 2130 | 2309 | 2487 |
| 250 | 35                      | 1026 | 1264 | 1496 | 1725 | 1951 | 2174 | 2396 | 2616 | 2835 | 3053 |
| 300 | 35                      | 1232 | 1512 | 1786 | 2056 | 2321 | 2584 | 2844 | 3103 | 3360 | 3615 |
| 350 | 35                      | 1434 | 1757 | 2071 | 2379 | 2683 | 2984 | 3281 | 3577 | 3870 | 4161 |
| 400 | 35                      | 1634 | 1997 | 2351 | 2698 | 3039 | 3377 | 3710 | 4041 | 4369 | 4696 |
| 450 | 35                      | 1474 | 1856 | 2225 | 2585 | 2938 | 3286 | 3629 | 3969 | 4305 | 4640 |
| 500 | 35                      | 1647 | 2071 | 2480 | 2878 | 3269 | 3652 | 4031 | 4406 | 4778 | 5146 |
| 550 | 35                      |      |      | 2733 | 3169 | 3595 | 4015 | 4429 | 4838 | 5243 | 5645 |
| 600 | 35                      |      |      | 2983 | 3456 | 3919 | 4374 | 4823 | 5266 | 5704 | 6139 |
| 650 | 35                      |      |      | 3232 | 3742 | 4241 | 4730 | 5213 | 5689 | 6160 | 6627 |
| 700 | 35                      |      |      | 3479 | 4026 | 4560 | 5084 | 5600 | 6109 | 6613 | 7112 |
| 750 | 35                      |      |      | 3725 | 4308 | 4877 | 5435 | 5984 | 6526 | 7062 | 7592 |
| 800 | 35                      |      |      | 3970 | 4589 | 5193 | 5784 | 6367 | 6941 | 7508 | 8070 |

## Reguladores de caudal de aire: TROX VFL

### Controladores VAC Información general

VFL

#### Descripción



Limitador de caudal de aire Serie VFL

#### Aplicación

- Limitador de caudal de aire de ejecución circular Serie VFL para equilibrado de caudales de aire en sistemas de climatización.
- Funcionamiento autónomo sin necesidad de suministro de energía exterior
- Gestión simplificada de proyectos con pedidos basados en tamaños nominales
- Ajuste del caudal de aire mediante escala situada en la parte exterior de la unidad

#### Tamaños nominales

- 80, 100, 125, 150, 160, 200, 250

#### Características especiales

- Mecanicamente accionado
- Membrana de baja fricción
- Para conductos circulares
- Junta para ajuste y fijación segura
- Ensayado y ajustado en fábrica a un caudal de consigna

#### Partes y características

- Controlador listo para funcionar
- Casquillos de baja fricción de la lama de la compuerta (ambos lados)
- Membrana que funciona como una compuerta oscilante
- Muelle de retorno
- Junta
- Varios niveles de caudal de aire para los valores de consigna

#### Características constructivas

- Carcasa circular
- Adecuado para integración en redes de conductos circulares, en cumplimiento con EN 1506 o EN 13180
- Junta para ajuste y fijación segura
- Compuerta de regulación con casquillos de baja fricción y membrana especial

#### Materiales y acabados

- Carcasa y lama de compuerta de plástico de elevada calidad, UL 94, V1; en cumplimiento con DIN 4102, clasificación B2
- Muelle de retorno de acero inoxidable
- Membrana de poliuretano

#### Instalación y puesta en marcha

- Instalación en cualquier orientación
- Ajuste del caudal de aire mediante escala situada en la parte exterior de la unidad
- Insertar la unidad en el conducto
- Marcar el lugar de instalación

#### Normativas y pautas

- Higiénico conforme a la normativa VDI 6022

#### Mantenimiento

- No requiere de mantenimiento, ya que la ejecución y los materiales no son susceptibles al desgaste

#### Datos técnicos

|                                      |                                          |
|--------------------------------------|------------------------------------------|
| Tamaños nominales                    | 80 – 250 mm                              |
| Rango de caudales de aire            | 4 – 250 l/s<br>15 – 900 m³/h             |
| Ajuste del rango de caudales de aire | < 20 – 100 % del caudal nominal de aire  |
| Precisión de regulación              | aprox. ± 10 % del caudal nominal de aire |
| Presión diferencial                  | 30 – 300 Pa                              |
| Temperatura de funcionamiento        | 10 – 50 °C                               |



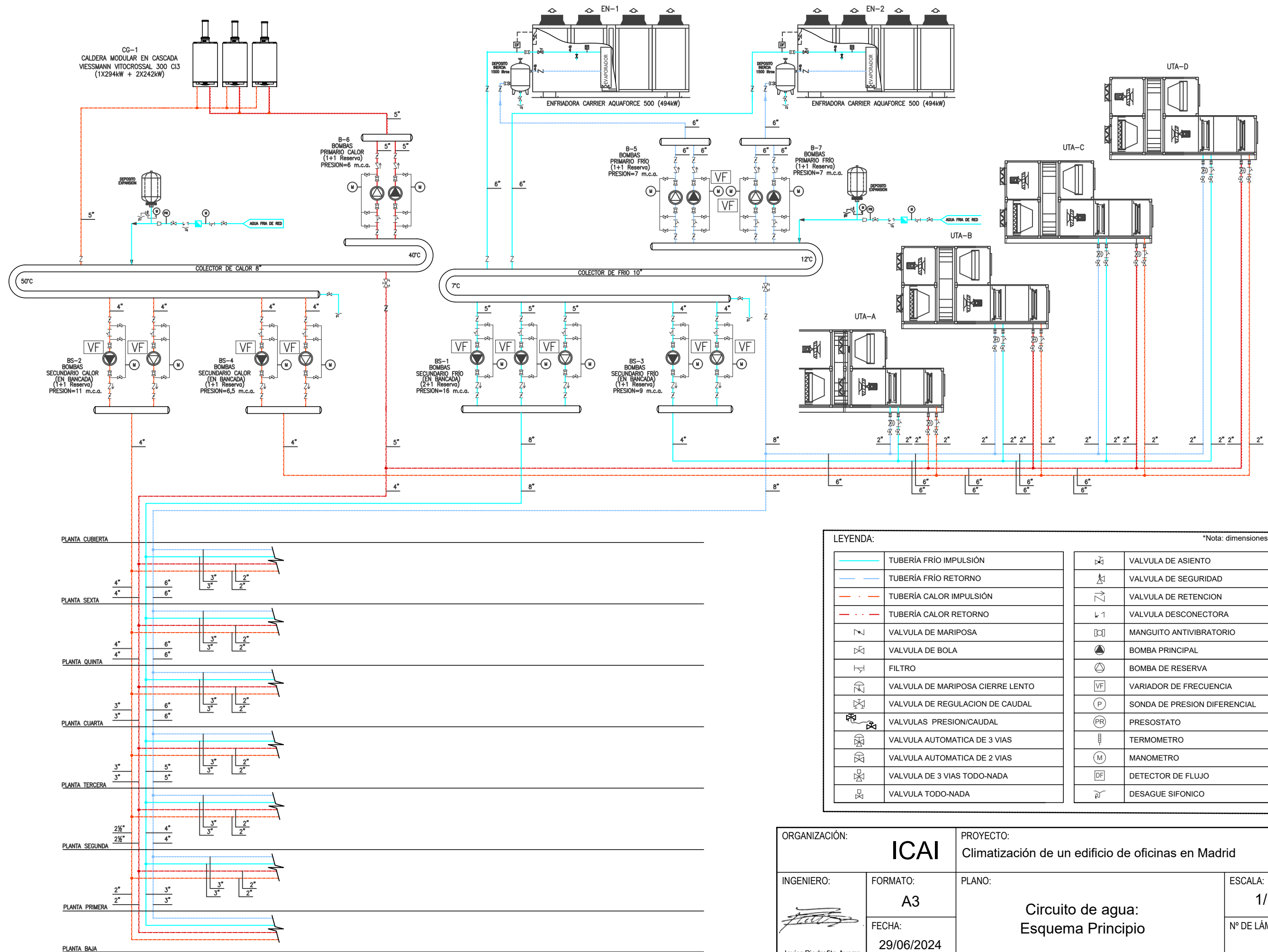
MÁSTER EN INGENERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN  
MADRID

**DOCUMENTO 2:**  
**PLANOS DE LA INSTALACIÓN**

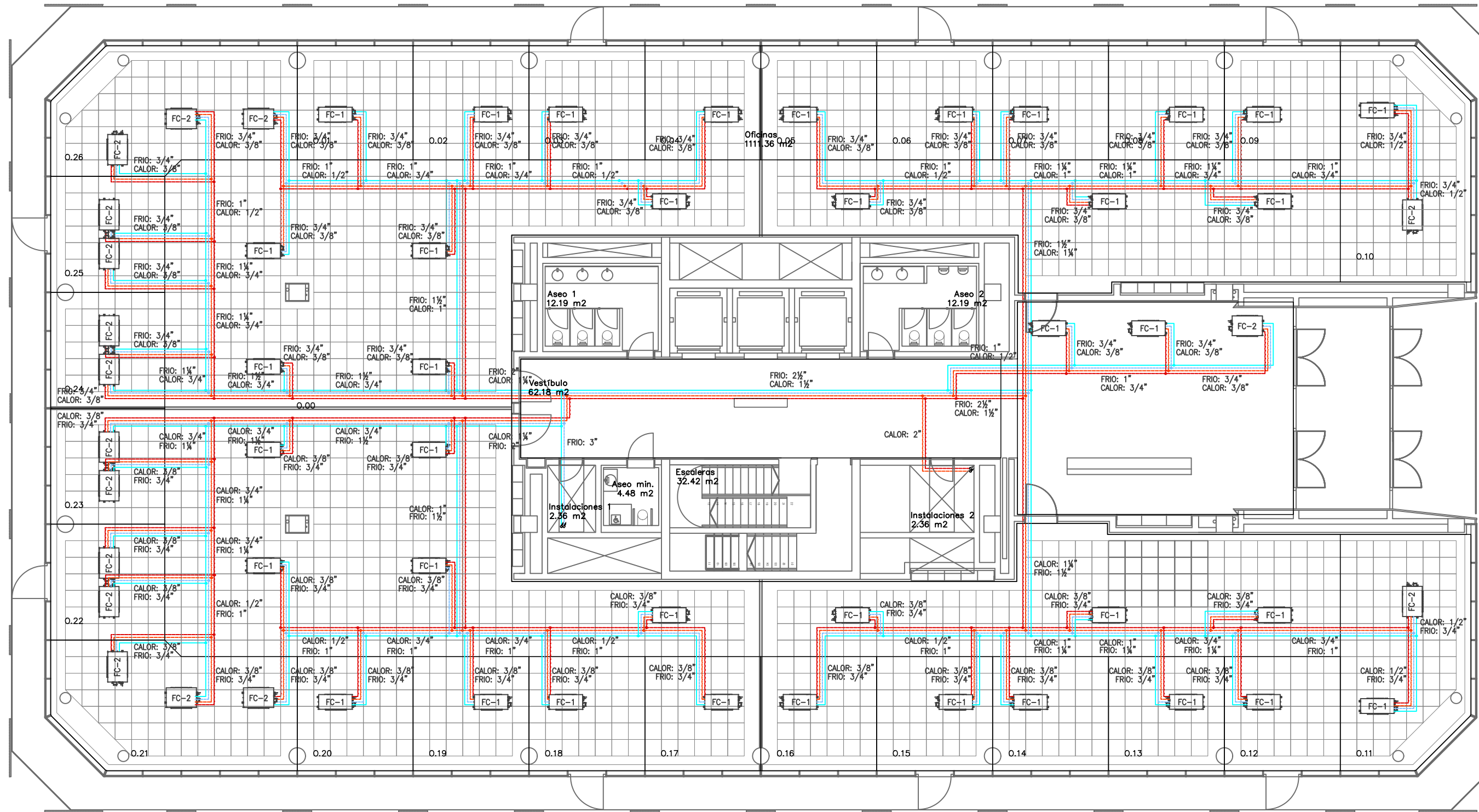
## ***Índice de los Planos***

|                                                        |                  |
|--------------------------------------------------------|------------------|
| <b><i>Esquema Principio .....</i></b>                  | <b><i>3</i></b>  |
| Lámina 0. Esquema Principio .....                      | 3                |
| <b><i>Circuito de agua: red de tuberías.....</i></b>   | <b><i>4</i></b>  |
| Lámina 1. Tuberías Planta Baja .....                   | 4                |
| Lámina 2. Tuberías Planta 1 .....                      | 5                |
| Lámina 3. Tuberías Plantas 2, 3 y 4.....               | 6                |
| Lámina 4. Tuberías Planta 5 .....                      | 7                |
| Lámina 5. Tuberías Planta 6 .....                      | 8                |
| Lámina 6. Tuberías Planta Cubierta .....               | 9                |
| <b><i>Circuito de aire: red de conductos .....</i></b> | <b><i>10</i></b> |
| Lámina 7. Conductos Planta Baja.....                   | 10               |
| Lámina 8. Conductos Planta 1 .....                     | 11               |
| Lámina 9. Conductos Plantas 2, 3 y 4.....              | 12               |
| Lámina 10. Conductos Planta 5 .....                    | 13               |
| Lámina 11. Conductos Planta 6 .....                    | 14               |
| Lámina 12. Conductos Planta Cubierta .....             | 15               |



| LEYENDA: |                                  | *Nota: dimensiones en pulgadas |                              |
|----------|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
|          | TUBERÍA FRÍO IMPULSIÓN           |                                | VALVULA DE ASIENTO           |
|          | TUBERÍA FRÍO RETORNO             |                                | VALVULA DE SEGURIDAD         |
|          | TUBERÍA CALOR IMPULSIÓN          |                                | VALVULA DE RETENCION         |
|          | TUBERÍA CALOR RETORNO            |                                | VALVULA DESCONECTORA         |
|          | VALVULA DE MARIPOSA              |                                | MANGUITO ANTIVIBRATORIO      |
|          | VALVULA DE BOLA                  |                                | BOMBA PRINCIPAL              |
|          | FILTRO                           |                                | BOMBA DE RESERVA             |
|          | VALVULA DE MARIPOSA CIERRE LENTO |                                | VARIADOR DE FRECUENCIA       |
|          | VALVULA DE REGULACION DE CAUDAL  |                                | SONDA DE PRESION DIFERENCIAL |
|          | VALVULAS PRESION/CAUDAL          |                                | PRESOSTATO                   |
|          | VALVULA AUTOMATICA DE 3 VIAS     |                                | TERMOMETRO                   |
|          | VALVULA AUTOMATICA DE 2 VIAS     |                                | MANOMETRO                    |
|          | VALVULA DE 3 VIAS TODO-NADA      |                                | DETECTOR DE FLUJO            |
|          | VALVULA TODO-NADA                |                                | DESAGUE SIFONICO             |

|                                                                                       |            |                                                    |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------|---------------|
| ORGANIZACIÓN:                                                                         |            | PROYECTO:                                          |               |
| ICAI                                                                                  |            | Climatización de un edificio de oficinas en Madrid |               |
| INGENIERO:                                                                            | FORMATO:   | PLANO:                                             | ESCALA:       |
|                                                                                       | A3         |                                                    | 1/150         |
|                                                                                       | FECHA:     |                                                    | Nº DE LÁMINA: |
|  | 29/06/2024 | Circuito de agua:<br>Esquema Principio             | 0             |
| Javier Piedrafito Ayerra                                                              |            |                                                    |               |



LEYENDA:

TUBERÍA FRÍO IMPULSIÓN

TUBERÍA FRÍO RETORNO

TUBERÍA CALOR IMPULSIÓN

TUBERÍA CALOR RETORNO

FANCOIL

MONTANTE

\*Nota: dimensiones en pulgadas

ORGANIZACIÓN:

INGENIERO:

FORMATO:

FECHA:

ICAI

A3

29/06/2024

Javier Piedrafito Ayerra

PROYECTO:

PLANO:

ESCALA:

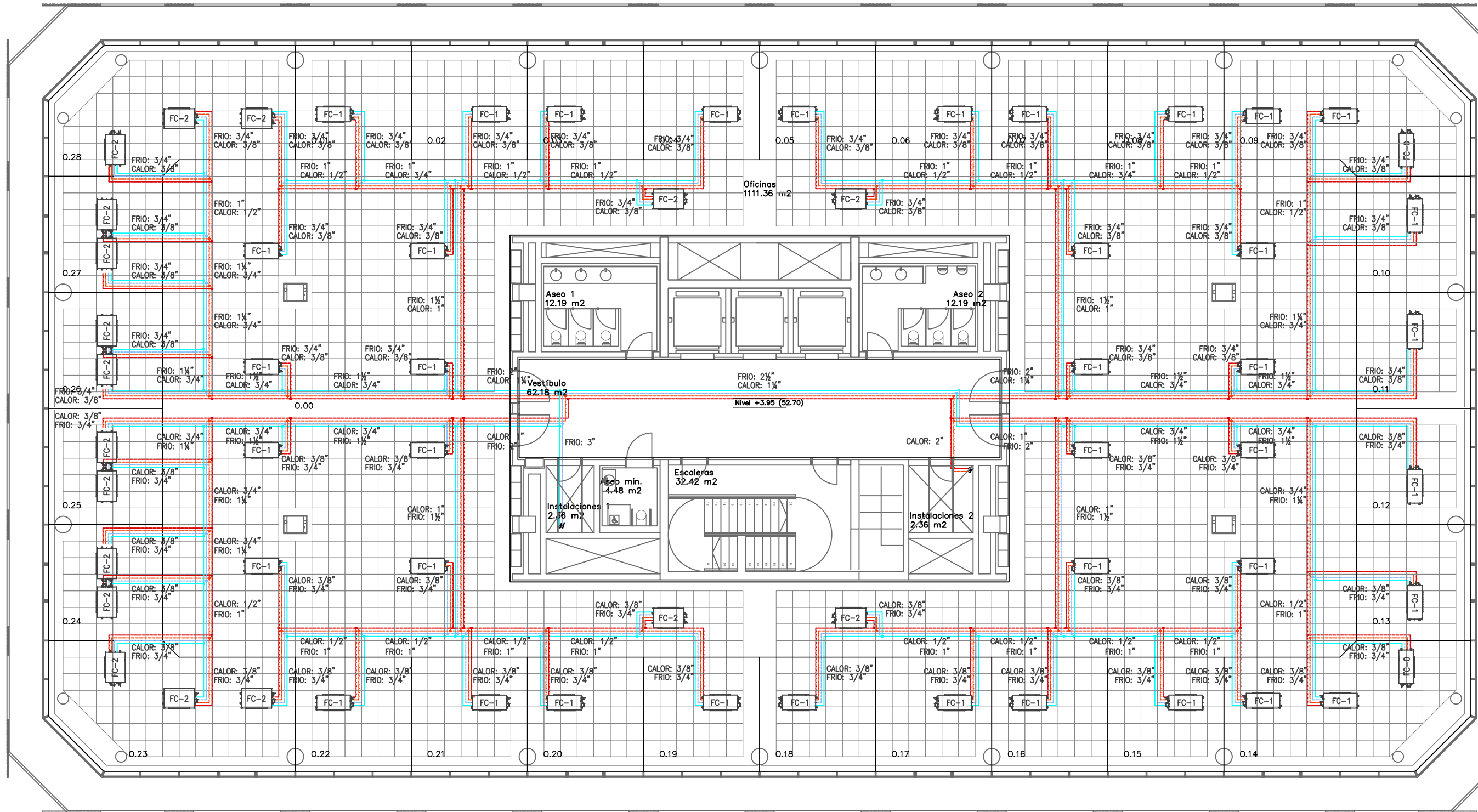
Nº DE LÁMINA:

Climatización de un edificio de oficinas en Madrid

Circuito de agua: red de tuberías  
Planta Baja

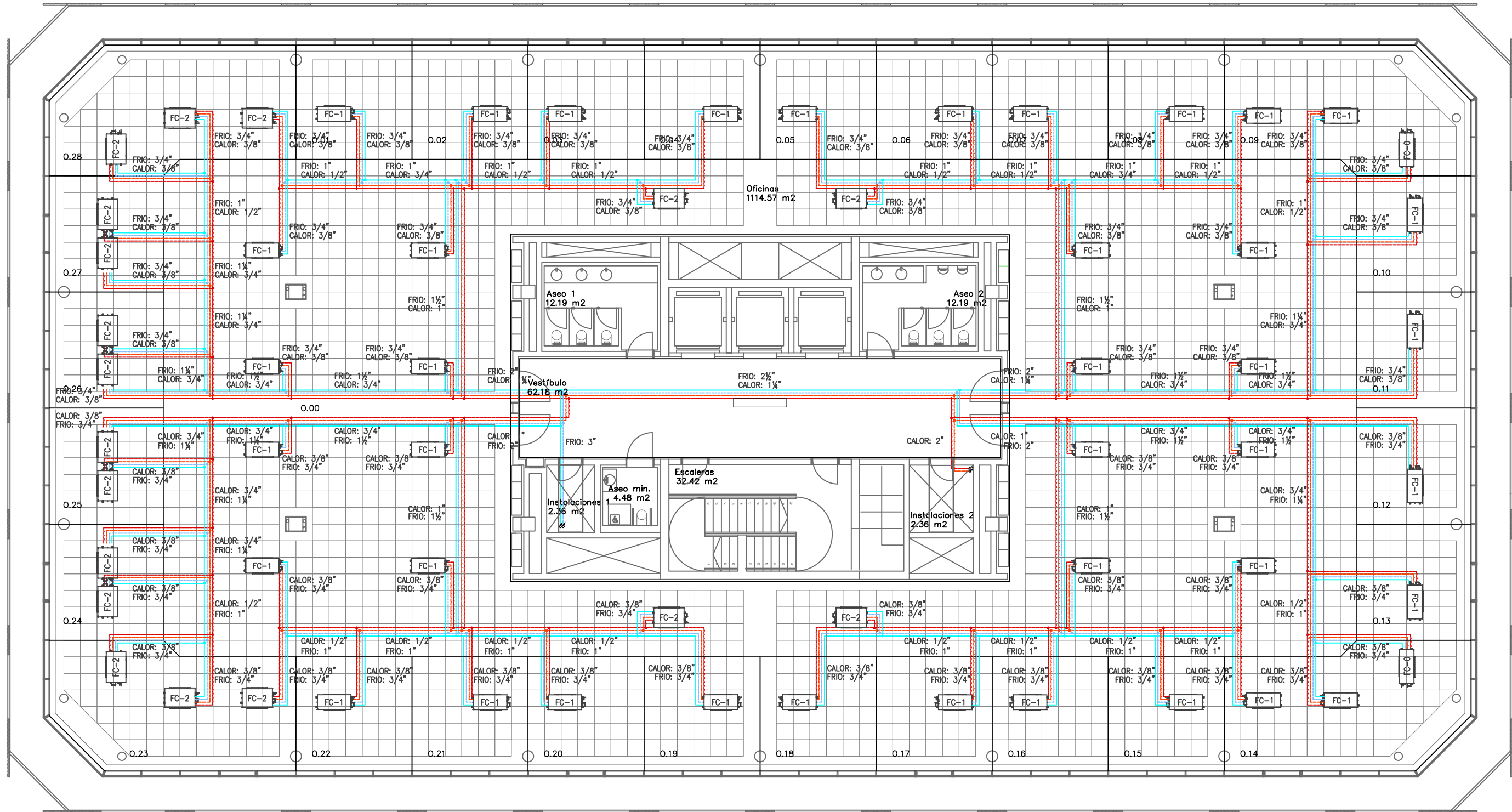
1/150

1



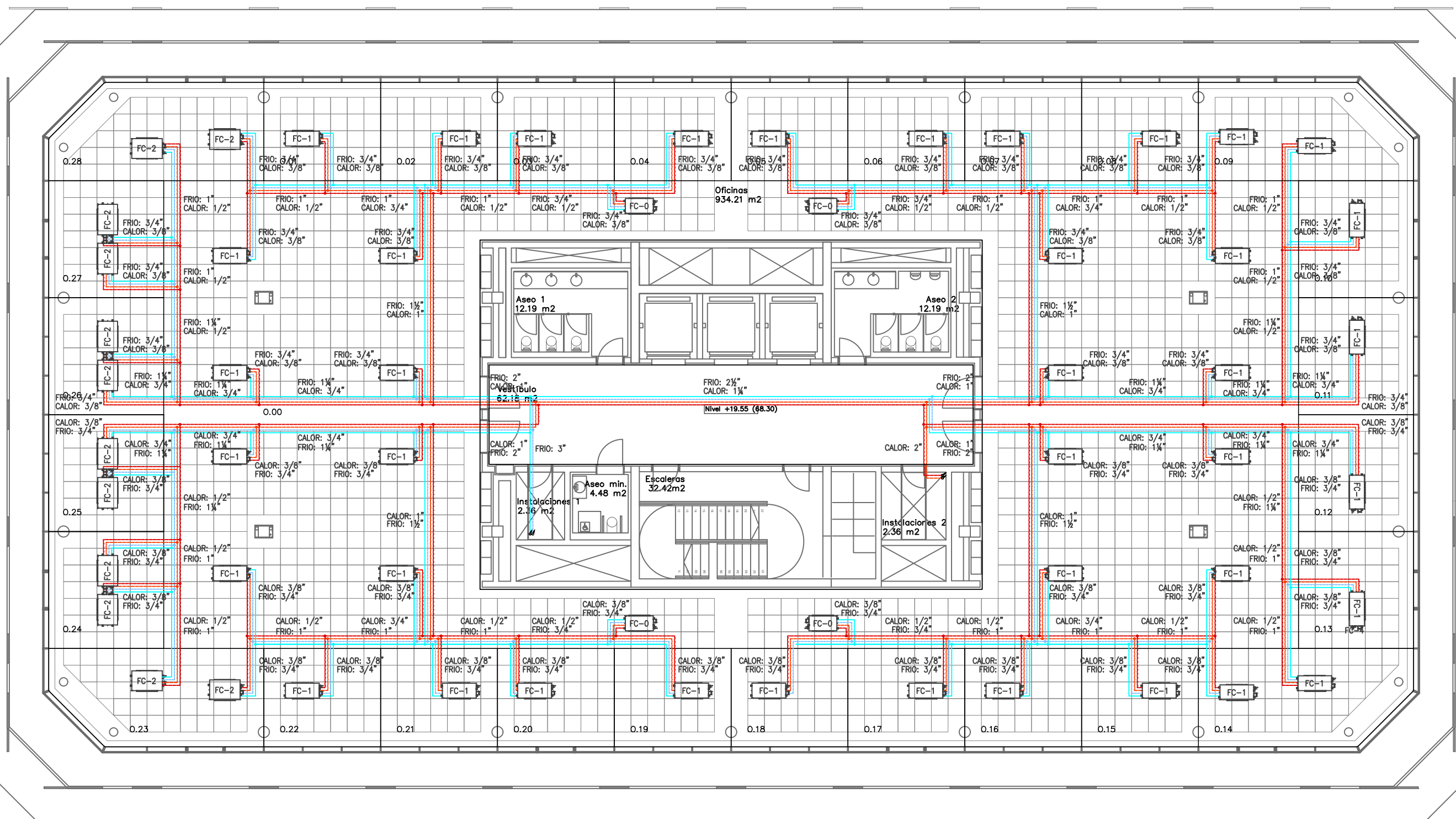
| LEYENDA: |                        | *Nota: dimensiones en pulgadas |                         |
|----------|------------------------|--------------------------------|-------------------------|
|          | TUBERÍA FRÍO IMPULSIÓN |                                | TUBERÍA CALOR IMPULSIÓN |
|          | TUBERÍA FRÍO RETORNO   |                                | TUBERÍA CALOR RETORNO   |
|          | FANCOIL                |                                | MONTANTE                |

|                          |  |                                                    |  |
|--------------------------|--|----------------------------------------------------|--|
| ORGANIZACIÓN:            |  | PROYECTO:                                          |  |
| INGENIERO:               |  | Climatización de un edificio de oficinas en Madrid |  |
| FORMATO:                 |  | PLANO:                                             |  |
| A3                       |  | Circuito de agua: red de tuberías                  |  |
| FECHA:                   |  | Planta 1                                           |  |
| 29/06/2024               |  | ESCALA:                                            |  |
| Javier Piedrafito Ayerra |  | 1/150                                              |  |
|                          |  | Nº DE LÁMINA:                                      |  |
|                          |  | 2                                                  |  |



| LEYENDA: |                         | *Nota: dimensiones en pulgadas |                       |
|----------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------|
|          | TUBERÍA FRÍO IMPULSIÓN  |                                | TUBERÍA FRÍO RETORNO  |
|          | TUBERÍA CALOR IMPULSIÓN |                                | TUBERÍA CALOR RETORNO |
|          | FANCOIL                 |                                | MONTANTE              |

|                          |  |                                                    |  |
|--------------------------|--|----------------------------------------------------|--|
| ORGANIZACIÓN:            |  | PROYECTO:                                          |  |
| INGENIERO:               |  | Climatización de un edificio de oficinas en Madrid |  |
| FORMATO:                 |  | PLANO:                                             |  |
| A3                       |  | Circuito de agua: red de tuberías                  |  |
| FECHA:                   |  | Plantas 2, 3 y 4                                   |  |
| 29/06/2024               |  | ESCALA:                                            |  |
| Javier Piedrafito Ayerra |  | 1/150                                              |  |
|                          |  | Nº DE LÁMINA:                                      |  |
|                          |  | 3                                                  |  |



LEYENDA:

TUBERÍA FRÍO IMPULSIÓN

TUBERÍA FRÍO RETORNO

TUBERÍA CALOR IMPULSIÓN

TUBERÍA CALOR RETORNO

FANCOIL

MONTANTE

\*Nota: dimensiones en pulgadas

ORGANIZACIÓN:

INGENIERO:

FORMATO:

FECHA:

ICAI

A3

29/06/2024

Javier Piedrafito Ayerra

PROYECTO:

PLANO:

ESCALA:

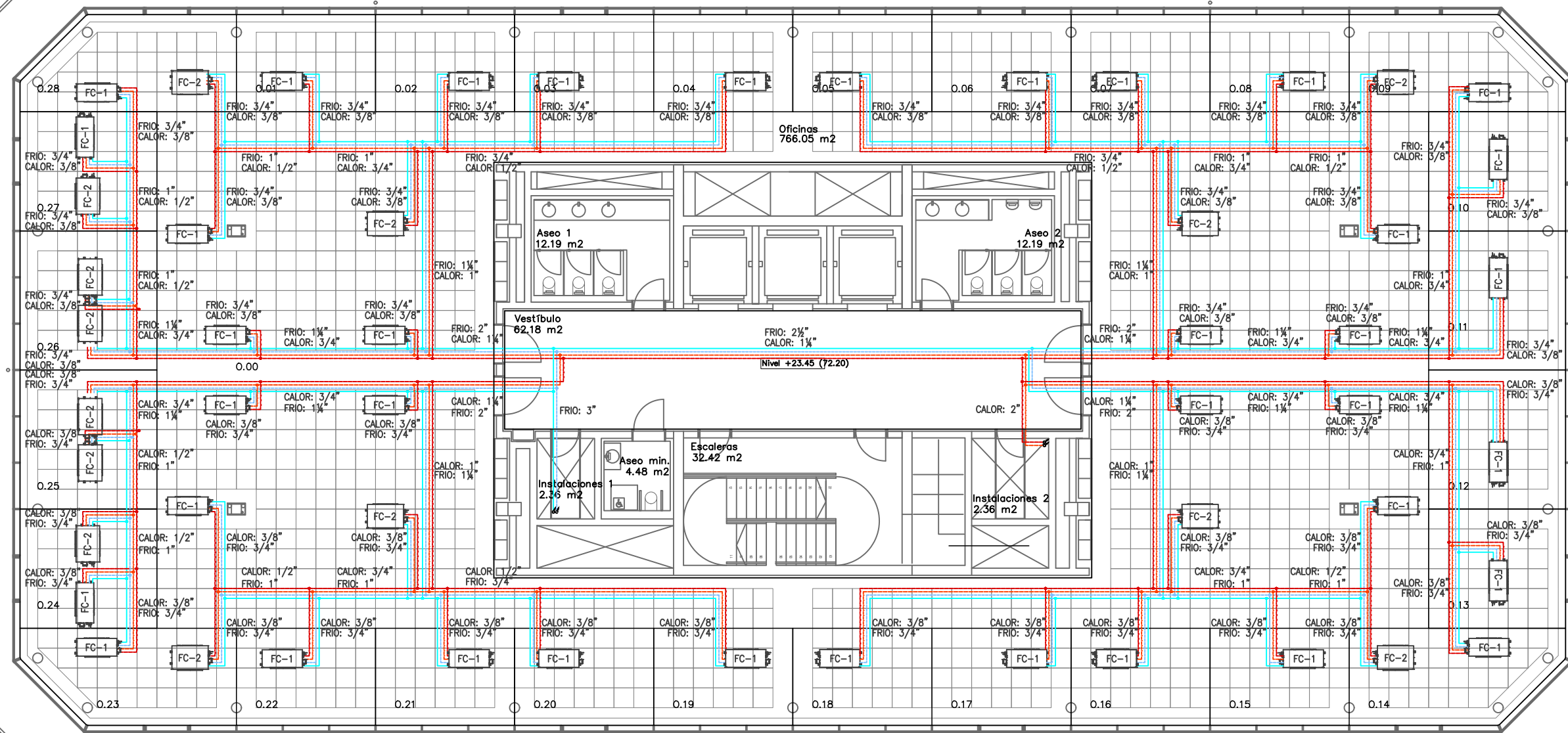
Nº DE LÁMINA:

Climatización de un edificio de oficinas en Madrid

Circuito de agua: red de tuberías  
Planta 5

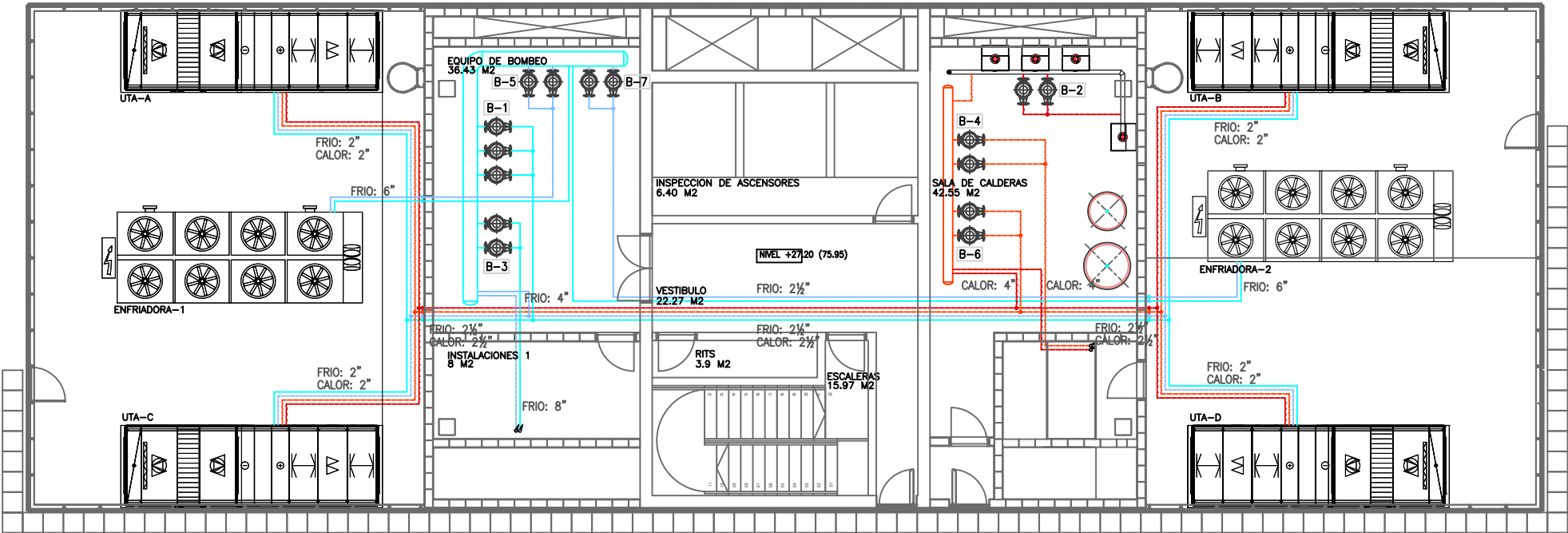
1/150

4



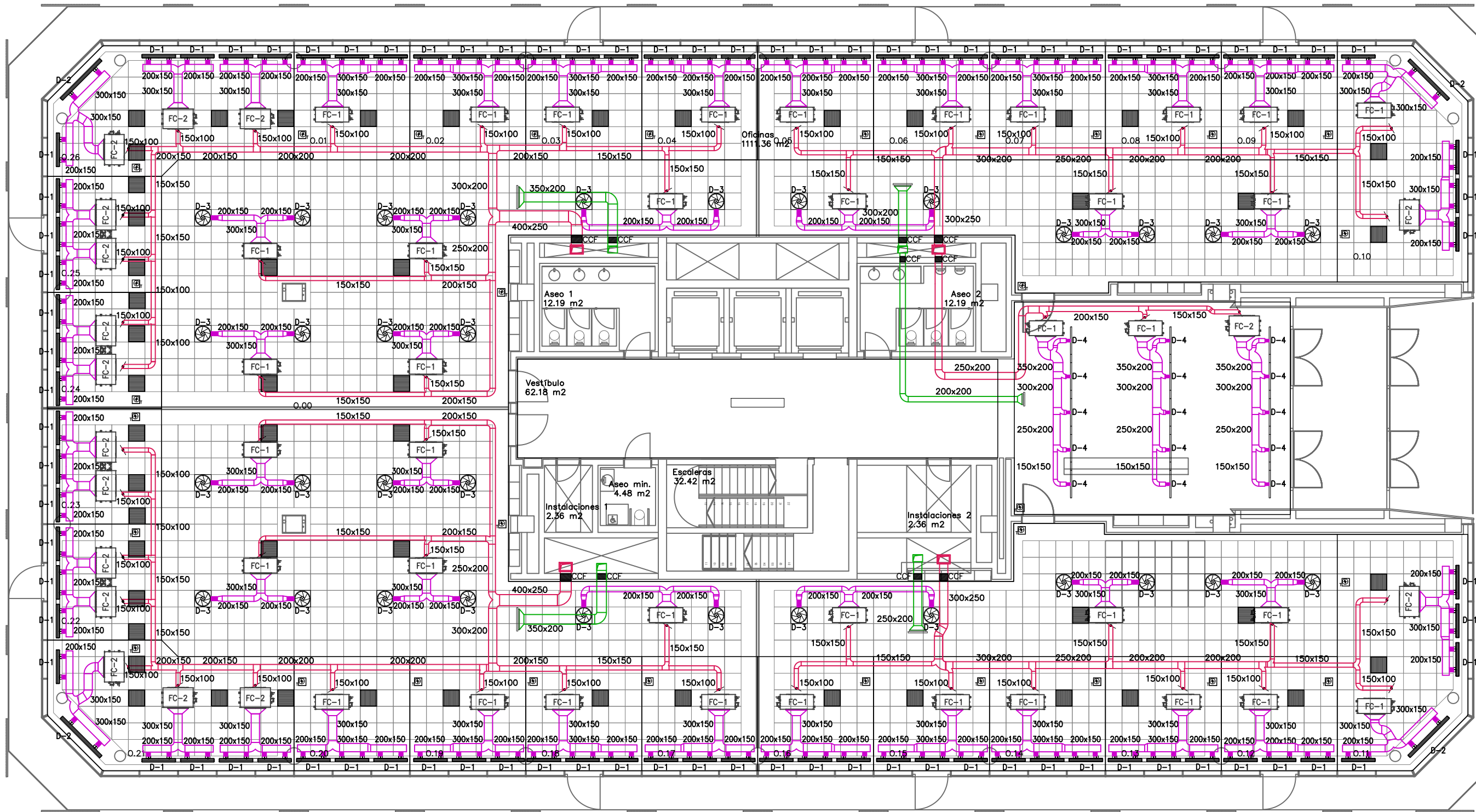
| LEYENDA: |                         | *Nota: dimensiones en pulgadas |
|----------|-------------------------|--------------------------------|
|          | TUBERÍA FRÍO IMPULSIÓN  |                                |
|          | TUBERÍA FRÍO RETORNO    |                                |
|          | TUBERÍA CALOR IMPULSIÓN |                                |
|          | TUBERÍA CALOR RETORNO   |                                |
|          | FANCOIL                 |                                |
|          | MONTANTE                |                                |

|                                                                                       |          |                                                    |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------|---------------|
| ORGANIZACIÓN:                                                                         |          | PROYECTO:                                          |               |
| ICAI                                                                                  |          | Climatización de un edificio de oficinas en Madrid |               |
| INGENIERO:                                                                            | FORMATO: | PLANO:                                             | ESCALA:       |
|  | A3       | Circuito de agua: red de tuberías<br>Planta 6      | 1/150         |
| FECHA:                                                                                |          |                                                    | Nº DE LÁMINA: |
| 29/06/2024                                                                            |          |                                                    | 5             |
| Javier Piedrafito Ayerra                                                              |          |                                                    |               |



| LEYENDA: |                         | *Nota: dimensiones en pulgadas |
|----------|-------------------------|--------------------------------|
|          | TUBERÍA FRÍO IMPULSIÓN  |                                |
|          | TUBERÍA FRÍO RETORNO    |                                |
|          | TUBERÍA CALOR IMPULSIÓN |                                |
|          | TUBERÍA CALOR RETORNO   |                                |
|          | FANCOIL                 |                                |
|          | MONTANTE                |                                |

|                                                                                       |            |                                                      |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------|---------------|
| ORGANIZACIÓN:                                                                         |            | PROYECTO:                                            |               |
| ICAI                                                                                  |            | Climatización de un edificio de oficinas en Madrid   |               |
| INGENIERO:                                                                            | FORMATO:   | PLANO:                                               | ESCALA:       |
|                                                                                       | A3         |                                                      | 1/150         |
|                                                                                       | FECHA:     |                                                      | Nº DE LÁMINA: |
|  | 29/06/2024 | Circuito de agua: red de tuberías<br>Planta Cubierta | 6             |
| Javier Piedrafito Ayerra                                                              |            |                                                      |               |



LEYENDA:

CONDUCTO DE IMPULSIÓN

CONDUCTO DE RETORNO

CONDUCTO DE IMPULSIÓN FANCOIL

FANCOIL

DIFUSOR LINEAL

DIFUSOR ROTACIONAL

REJILLA DE RETORNO

COMPUERTA CORTAFUEGOS

COMPUERTA DE REGULACIÓN

TERMOSTATO

\*Nota: dimensiones en milímetros

ORGANIZACIÓN:

ICAI

INGENIERO:

Javier Piedrafitra Ayerra

FORMATO:

A3

FECHA:

29/06/2024

PROYECTO:

Climatización de un edificio de oficinas en Madrid

PLANO:

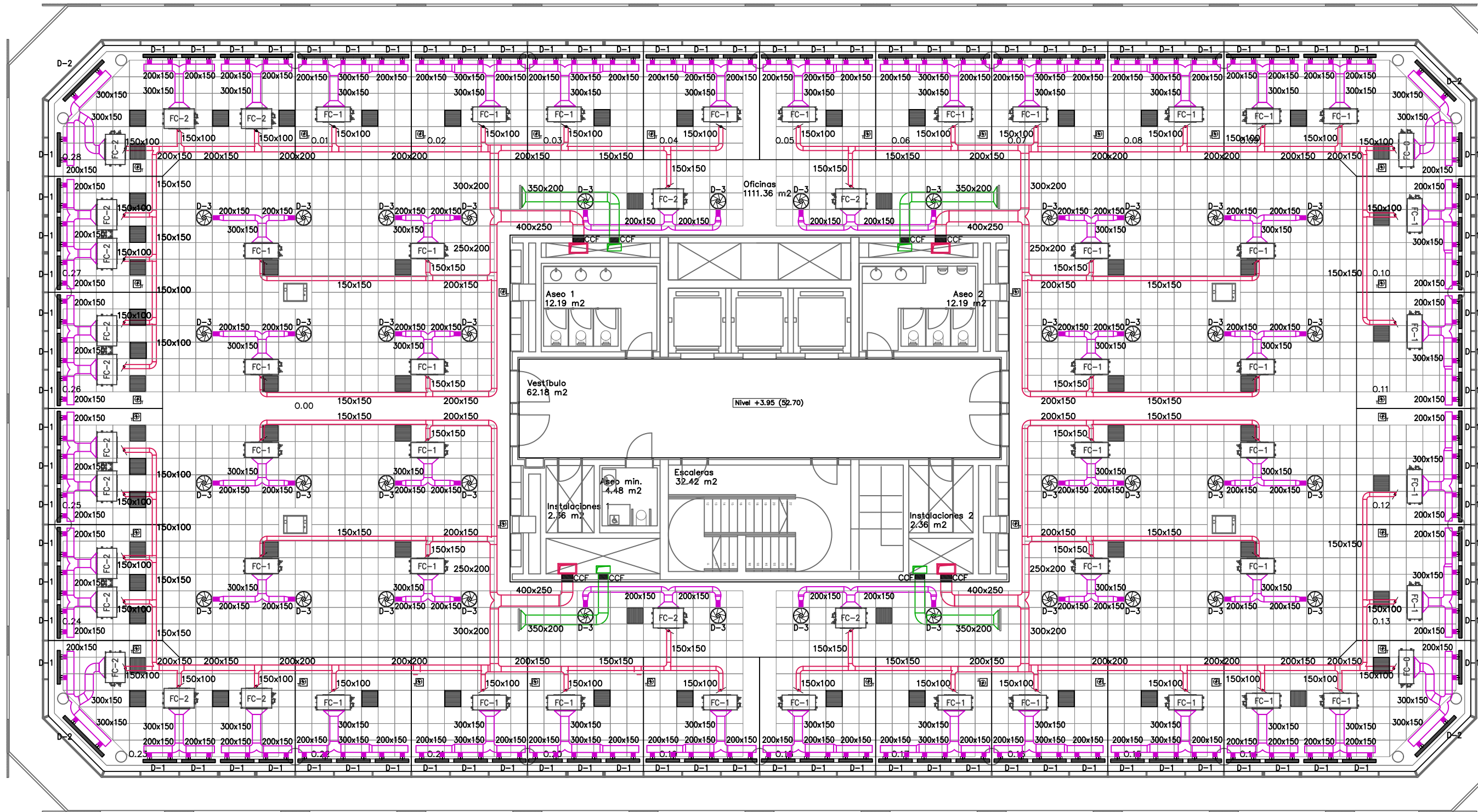
Circuito de aire: red de conductos  
Planta Baja

ESCALA:

1/150

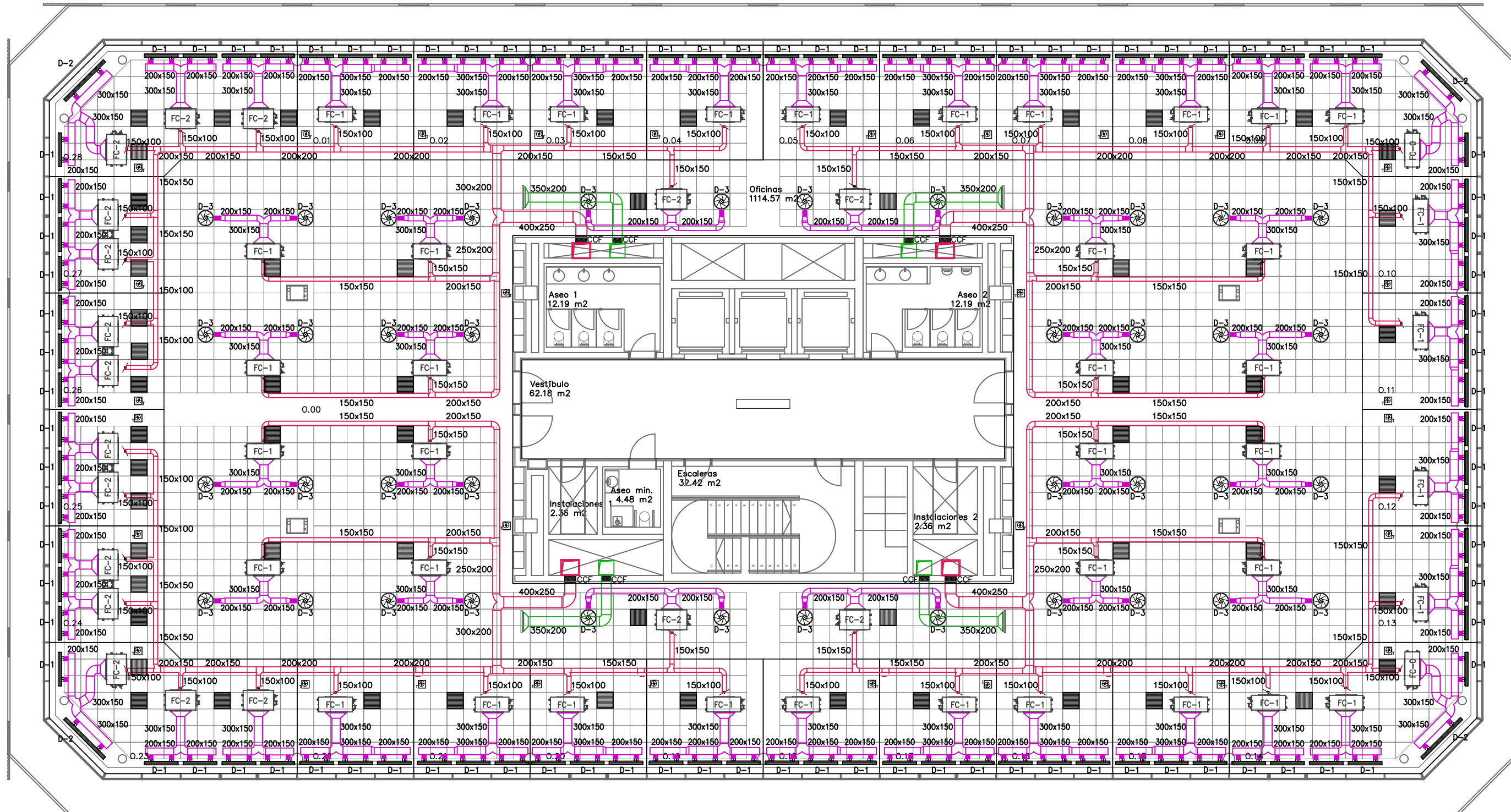
Nº DE LÁMINA:

7



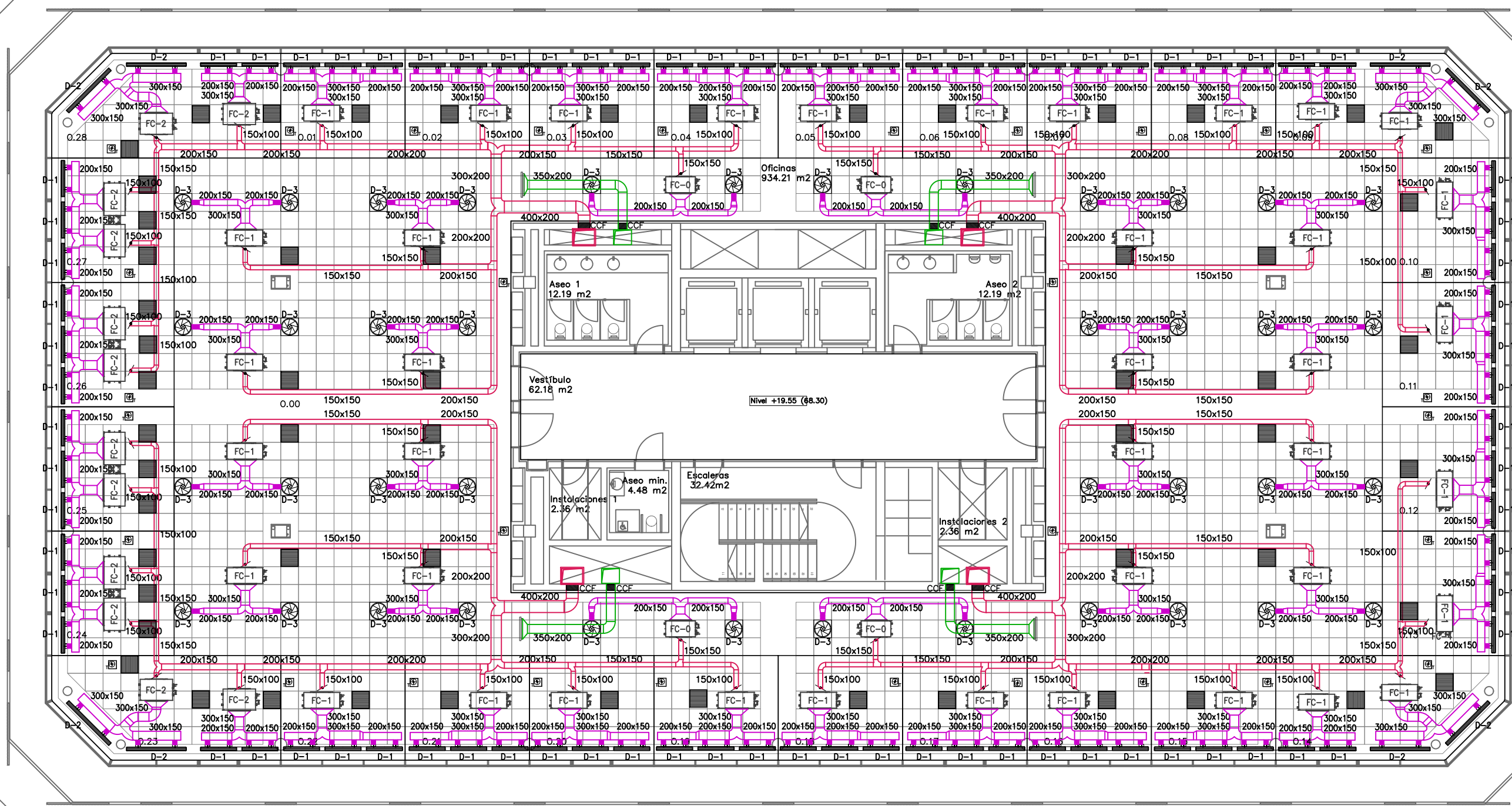
| LEYENDA: |                               | *Nota: dimensiones en milímetros |                         |
|----------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
|          | CONDUCTO DE IMPULSIÓN         |                                  | DIFUSOR ROTACIONAL      |
|          | CONDUCTO DE RETORNO           |                                  | REJILLA DE RETORNO      |
|          | CONDUCTO DE IMPULSIÓN FANCOIL |                                  | COMPUERTA CORTAFUEGOS   |
|          | FANCOIL                       |                                  | COMPUERTA DE REGULACIÓN |
|          | DIFUSOR LINEAL                |                                  | TERMOSTATO              |

|                                                                                       |            |                                                    |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------|---------------|
| ORGANIZACIÓN:                                                                         |            | PROYECTO:                                          |               |
| ICAI                                                                                  |            | Climatización de un edificio de oficinas en Madrid |               |
| INGENIERO:                                                                            | FORMATO:   | PLANO:                                             | ESCALA:       |
|  | A3         | Circuito de aire: red de conductos<br>Planta 1     | 1/150         |
|                                                                                       | FECHA:     |                                                    | Nº DE LÁMINA: |
| Javier Piedrafito Ayerra                                                              | 29/06/2024 |                                                    | 8             |



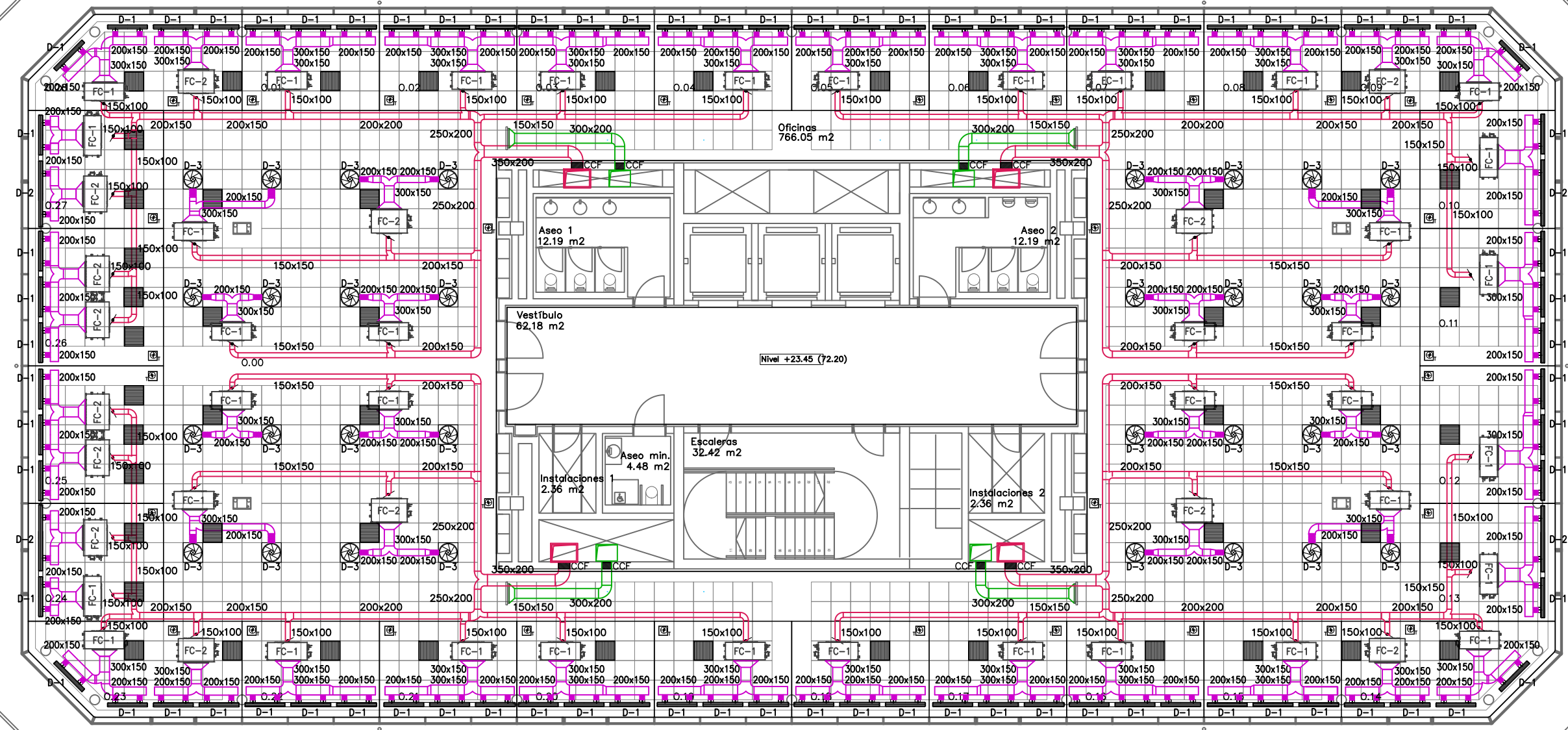
| LEYENDA: |                               | *Nota: dimensiones en milímetros |                         |
|----------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
|          | CONDUCTO DE IMPULSIÓN         |                                  | DIFUSOR ROTACIONAL      |
|          | CONDUCTO DE RETORNO           |                                  | REJILLA DE RETORNO      |
|          | CONDUCTO DE IMPULSIÓN FANCOIL |                                  | COMPUERTA CORTAFUEGOS   |
|          | FANCOIL                       |                                  | COMPUERTA DE REGULACIÓN |
|          | DIFUSOR LINEAL                |                                  | TERMOSTATO              |

|                                                                                       |            |                                                        |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|--------------------------------------------------------|---------------|
| ORGANIZACIÓN:                                                                         |            | PROYECTO:                                              |               |
| ICAI                                                                                  |            | Climatización de un edificio de oficinas en Madrid     |               |
| INGENIERO:                                                                            | FORMATO:   | PLANO:                                                 | ESCALA:       |
|  | A3         | Circuito de aire: red de conductos<br>Plantas 2, 3 y 4 | 1/150         |
| FECHA:                                                                                | 29/06/2024 |                                                        | Nº DE LÁMINA: |
| Javier Piedrafita Ayerra                                                              |            |                                                        | 9             |



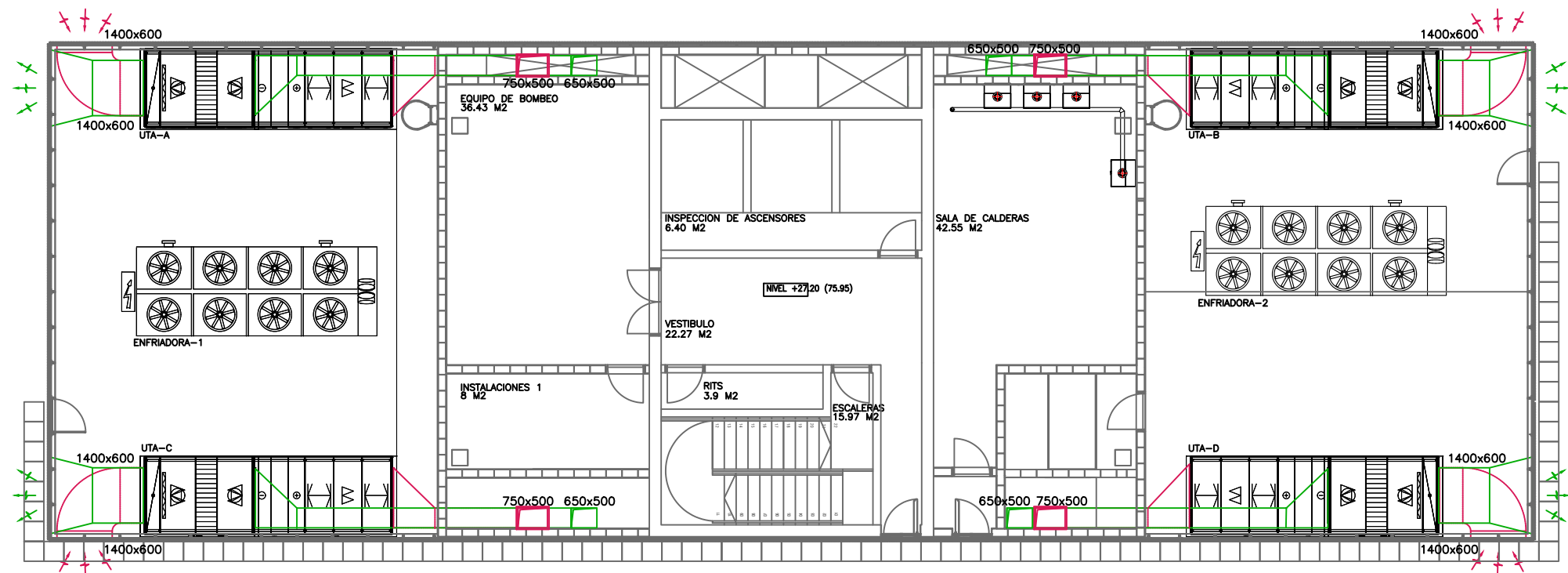
| LEYENDA: |                               | *Nota: dimensiones en milímetros |                         |
|----------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
|          | CONDUCTO DE IMPULSIÓN         |                                  | DIFUSOR ROTACIONAL      |
|          | CONDUCTO DE RETORNO           |                                  | REJILLA DE RETORNO      |
|          | CONDUCTO DE IMPULSIÓN FANCOIL |                                  | COMPUERTA CORTAFUEGOS   |
|          | FANCOIL                       |                                  | COMPUERTA DE REGULACIÓN |
|          | DIFUSOR LINEAL                |                                  | TERMOSTATO              |

|                                                                                       |            |                                                    |                                                |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| ORGANIZACIÓN:                                                                         |            | PROYECTO:                                          |                                                |
| ICAI                                                                                  |            | Climatización de un edificio de oficinas en Madrid |                                                |
| INGENIERO:                                                                            | FORMATO:   | PLANO:                                             | ESCALA:                                        |
|  | A3         |                                                    | Circuito de aire: red de conductos<br>Planta 5 |
|                                                                                       | FECHA:     | Nº DE LÁMINA:                                      |                                                |
| Javier Piedrafito Ayerra                                                              | 29/06/2024 |                                                    | 10                                             |



| LEYENDA: |                               | *Nota: dimensiones en milímetros |                         |
|----------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
|          | CONDUCTO DE IMPULSIÓN         |                                  | DIFUSOR ROTACIONAL      |
|          | CONDUCTO DE RETORNO           |                                  | REJILLA DE RETORNO      |
|          | CONDUCTO DE IMPULSIÓN FANCOIL |                                  | COMPUERTA CORTAFUEGOS   |
|          | FANCOIL                       |                                  | COMPUERTA DE REGULACIÓN |
|          | DIFUSOR LINEAL                |                                  | TERMOSTATO              |

|                                                                                       |            |                                                    |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------------------------|---------------|
| ORGANIZACIÓN:                                                                         |            | PROYECTO:                                          |               |
| ICAI                                                                                  |            | Climatización de un edificio de oficinas en Madrid |               |
| INGENIERO:                                                                            | FORMATO:   | PLANO:                                             | ESCALA:       |
|                                                                                       | A3         |                                                    | 1/150         |
|                                                                                       | FECHA:     |                                                    | Nº DE LÁMINA: |
|  | 29/06/2024 | Circuito de aire: red de conductos<br>Planta 6     | 11            |
| Javier Piedrafito Ayerra                                                              |            |                                                    |               |



| LEYENDA: |                               | *Nota: dimensiones en milímetros |                         |
|----------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------|
|          | CONDUCTO DE IMPULSIÓN         |                                  | DIFUSOR ROTACIONAL      |
|          | CONDUCTO DE RETORNO           |                                  | REJILLA DE RETORNO      |
|          | CONDUCTO DE IMPULSIÓN FANCOIL |                                  | COMPUERTA CORTAFUEGOS   |
|          | FANCOIL                       |                                  | COMPUERTA DE REGULACIÓN |
|          | DIFUSOR LINEAL                |                                  | TERMOSTATO              |

|                                                                                       |            |                                                      |               |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------|---------------|
| ORGANIZACIÓN:                                                                         |            | PROYECTO:                                            |               |
| ICAI                                                                                  |            | Climatización de un edificio de oficinas en Madrid   |               |
| INGENIERO:                                                                            | FORMATO:   | PLANO:                                               | ESCALA:       |
|                                                                                       | A3         |                                                      | 1/150         |
|                                                                                       | FECHA:     |                                                      | Nº DE LÁMINA: |
|  | 29/06/2024 | Circuito de agua: red de tuberías<br>Planta Cubierta | 6             |
| Javier Piedrafita Ayerra                                                              |            |                                                      |               |



MÁSTER EN INGENERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN  
MADRID

# **DOCUMENTO 3: PRESUPUESTO DEL PROYECTO**

## ***Índice del presupuesto***

|                                                            |           |
|------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Capítulo 1. Equipos .....</b>                           | <b>3</b>  |
| 1.1 Unidades de Tratamiento de Aire (Climatizadores) ..... | 3         |
| 1.2 Unidades interiores (Fan-coils) .....                  | 3         |
| 1.3 Producción de frío (Enfriadoras) .....                 | 4         |
| 1.4 Producción de calor (Calderas) .....                   | 5         |
| 1.5 Bombas de circulación .....                            | 5         |
| <b>Capítulo 2. Red de tuberías .....</b>                   | <b>7</b>  |
| 2.1 Tuberías de agua.....                                  | 7         |
| 2.2 Aislamiento térmico tuberías.....                      | 9         |
| 2.3 Valvulería y Accesorios .....                          | 11        |
| 2.4 Vasos de expansión .....                               | 13        |
| <b>Capítulo 3. Red de conductos.....</b>                   | <b>14</b> |
| 3.1 Conductos de aire .....                                | 14        |
| 3.2 Difusores y Rejillas .....                             | 15        |
| 3.3 Compuertas y Reguladores.....                          | 15        |
| <b>Capítulo 4. Resumen.....</b>                            | <b>17</b> |

## Capítulo 1. EQUIPOS

### 1.1 UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE (CLIMATIZADORES)

#### *Climatizadores*

| Ref.                        | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Uds. | Precio ud.  | Importe             |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|---------------------|
| 1.1.1                       | <b>Climatizador de aire primario TKM 50 Easy</b><br>Unidad de tratamiento de aire TROX TKM 50 Easy tamaño 6 (intemperie) con certificación Eurovent. Caudal de 11.350m <sup>3</sup> /h sin recirculación. Baterías de frío: 4 filas, condiciones agua: 7°C-12°C. Baterías de calor: 2 filas, condiciones agua: 50°C-40°C. Recuperador rotativo con 100% aire exterior. Ventiladores plug-fan con motores EC de alta eficiencia. Filtros planos con baja pérdida de carga y eficiencia energética clase M6-F7 en aire exterior según EN779) o ePM10 75% y ePM1 65% en filtro final según ISO 16890 (F7).<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 4    | 25.215,19 € | 100.860,76 €        |
| <b>TOTAL Climatizadores</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |             | <b>100.860,76 €</b> |

### 1.2 UNIDADES INTERIORES (FAN-COILS)

#### *Fan-coils*

| Ref.  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Uds. | Precio ud. | Importe      |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------------|--------------|
| 1.2.1 | <b>Fan-coil IdroFan 42EP Modelo 049</b><br>Fan-coil Carrier IdroFan 42EP Modelo 0 con certificación Eurovent. Unidad de conductos extraplana (150 mm de alto) para falso techo. Potencia frigorífica total de 0,5 a 1,8 kW en cuatro tubos, condiciones agua: 7°C-12°C. Potencia calorífica total de 0,8 a 2,3 kW en cuatro tubos, condiciones agua: 50°C-40°C. Caudal de aire de hasta 368 m <sup>3</sup> /h. Ventilador con motor de conmutación electrónica de bajo consumo de energía (LEC). Presión de hasta 148 Pa con ajuste de caudal entre 0 y 100%. Filtro G3 según EN 779. Plenums con tomas de 125 mm de diámetro. FCCER 69 (B). FCCOP 97 (A).<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 12   | 712,50 €   | 8.550,00 €   |
| 1.2.2 | <b>Fan-coil IdroFan 42EP Modelo 149</b><br>Fan-coil Carrier IdroFan 42EP Modelo 1 con certificación Eurovent. Unidad de conductos extraplana (150 mm de alto) para falso techo. Potencia frigorífica total de 0,7 a 2,6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 274  | 762,50 €   | 208.925,00 € |

kW en cuatro tubos, condiciones agua: 7°C-12°C. Potencia calorífica total de 1,0 a 3,1 kW en cuatro tubos, condiciones agua: 50°C-40°C. Caudal de aire de hasta 437 m³/h. Ventilador con motor de conmutación electrónica de bajo consumo de energía (LEC). Presión de hasta 102 Pa con ajuste de caudal entre 0 y 100%. Filtro G3 según EN 779. Plenums con tomas de 125 mm de diámetro. FCEER 82 (B). FCCOP 112 (A).

Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |            |              |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|--------------|
| 1.2.3 | <b>Fan-coil IdroFan 42EP Modelo 249</b><br>Fan-coil Carrier IdroFan 42EP Modelo 2 con certificación Eurovent. Unidad de conductos extraplana (150 mm de alto) para falso techo. Potencia frigorífica total de 1,1 a 4,2 kW en cuatro tubos, condiciones agua: 7°C-12°C. Potencia calorífica total de 1,5 a 4,8 kW en cuatro tubos, condiciones agua: 50°C-40°C. Caudal de aire de hasta 755 m³/h. Ventilador con motor de conmutación electrónica de bajo consumo de energía (LEC). Presión de hasta 141 Pa con ajuste de caudal entre 0 y 100%. Filtro G3 según EN 779. Plenums con tomas de 125 mm de diámetro. FCEER 78 (B). FCCOP 98 (A).<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 115 | 1.162,50 € | 133.687,50 € |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|--------------|

|                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| <b>TOTAL Fan-coils</b> | <b>351.162,50 €</b> |
|------------------------|---------------------|

### 1.3 PRODUCCIÓN DE FRÍO (ENFRIADORAS)

#### *Enfriadoras*

| <i>Ref.</i>              | <i>Descripción</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <i>Uds.</i> | <i>Precio ud.</i> | <i>Importe</i>      |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|
| 1.3.1                    | <b>Enfriadora de tornillo 30XBE 500</b><br>Enfriadora de doble tornillo de velocidad fija refrigerada por aire Carrier 30XBE 500 con certificación Eurovent. Potencia frigorífica de 494 kW. Motoventiladores AC de velocidad variable Greenspeed™ con valor SEER 12/7°C de hasta 4,6 según EN 14825. Variación de carga térmica de 0 a 100 %. Intercambiador de calor de microcanales con forma de V en aluminio. Evaporador multitubular inundado. Funcionamiento a temperaturas de aire exterior de -20 °C a 55 °C y a temperaturas del agua por debajo de 0 °C. Refrigerante R-134a con posibilidad de futura actualización a R-1234ze. Bombas simples o dobles de velocidad fija hasta 400 kW con motor AC con presión estática baja (~100 kPa) o alta (~180 kPa). | 2           | 86.315,41 €       | 172.630,82 €        |
| <b>TOTAL Enfriadoras</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |                   | <b>172.630,82 €</b> |

## 1.4 PRODUCCIÓN DE CALOR (CALDERAS)

### Calderas

| Ref.                  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Uds. | Precio ud.  | Importe            |
|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|--------------------|
| 1.4.1                 | <b>Caldera Vitocrossal 300 CI3</b><br>Caldera de condensación a gas Viessmann Vitocrossal 300 CI3. Potencia calorífica nominal de 242 kW para una temperatura del agua de 50/30 °C y de 221 para 0/60 °C. Funcionamiento en cascada hasta una potencia de 5112 kW (ocho calderas) con rendimiento estacional de hasta el 97,7%. Quemador cilíndrico con un rango de modulación de 1:10 y sonda de O2 autocalibrada. Combustibles gaseosos según las normas EN 15502-1 y EN 15502-2-1 con etiquetado CE (gas natural o GLP con hasta un 20% de hidrógeno). Intercambiador de calor de acero inoxidable.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 3    | 18.135,00 € | 54.405,00 €        |
| <b>TOTAL Calderas</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |             | <b>54.405,00 €</b> |

## 1.5 BOMBAS DE CIRCULACIÓN

### Bombas

| Ref.  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Uds. | Precio ud.  | Importe     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------|-------------|
| 1.5.1 | <b>Bomba TP 150-70/4 A-F-A-BQQE-LW3</b><br>Bomba en línea simple de rotor seco Grundfos TP 150-70/4 A-F-A-BQQE-LW3. Altura máxima de 7 m y conexión DN 150. Cierre mecánico no balanceado según EN 12756. Motor asíncrono de cuatro polos según IEC 60034 de 5,5 kW y 50 Hz. Velocidad nominal de 1470 rpm, eficiencia IE3 89,6% y protección IP 55. Rango de temperatura del líquido (agua) de -25 a 120 °C.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.                | 4    | 10.121,00 € | 40.484,00 € |
| 1.5.2 | <b>Bomba TPE 125-60/4 A-F-A-BQQE-IWA</b><br>Bomba en línea simple de rotor seco con variador de frecuencia integrado Grundfos 125-60/4 A-F-A-BQQE-IWA. Altura máxima de 6 m y conexión DN 125. Cierre mecánico según EN 12756. Motor de cuatro polos según estándar IEC de 2,2 kW y 50 Hz. Velocidad nominal de 180-2200 rpm, eficiencia IE5 89,1% y protección IP 55. Rango de temperatura del líquido (agua) de -25 a 120 °C. Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 2    | 10.044,00 € | 20.088,00 € |
| 1.5.3 | <b>Bomba TPE 125-160/4 A-F-A-BQQE-MWA</b><br>Bomba en línea simple de rotor seco con variador de frecuencia integrado Grundfos TPE 125-160/4 A-F-A-                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3    | 18.572,00 € | 55.716,00 € |

BQQE-MWA. Altura máxima de 16 m y conexión DN 125. Cierre mecánico según EN 12756. Motor de cuatro polos según estándar IEC de 7,5 kW y 50 Hz. Velocidad nominal de 180-2200 rpm, eficiencia IE5 92,2% y protección IP 55. Rango de temperatura del líquido (agua) de -25 a 120 °C.

Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |   |             |             |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|-------------|-------------|
| 1.5.4 | <b>Bomba TPE 100-110/4 A-F-A-BQQE-JWA</b><br>Bomba en línea simple de rotor seco con variador de frecuencia integrado Grundfos TPE 100-110/4 A-F-A-BQQE-JWA. Altura máxima de 11 m y conexión DN 100. Cierre mecánico según EN 12756. Motor de cuatro polos según estándar IEC de 3 kW y 50 Hz. Velocidad nominal de 180-2200 rpm, eficiencia IE5 90,1% y protección IP 55. Rango de temperatura del líquido (agua) de -25 a 120 °C. Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.  | 2 | 11.008,00 € | 22.016,00 € |
| 1.5.5 | <b>Bomba TPE 100-90/4 A-F-A-BQQE-IWA</b><br>Bomba en línea simple de rotor seco con variador de frecuencia integrado Grundfos TPE 100-90/4 A-F-A-BQQE-IWA. Altura máxima de 9 m y conexión DN 100. Cierre mecánico según EN 12756. Motor de cuatro polos según estándar IEC de 2,2 kW y 50 Hz. Velocidad nominal de 180-2200 rpm, eficiencia IE5 89,1% y protección IP 55. Rango de temperatura del líquido (agua) de -25 a 120 °C. Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.   | 2 | 9.975,00 €  | 19.950,00 € |
| 1.5.6 | <b>Bomba TPE 100-65/4 A-F-A-BQQE-GWA</b><br>Bomba en línea simple de rotor seco con variador de frecuencia integrado Grundfos TPE 100-65/4 A-F-A-BQQE-GWA. Altura máxima de 6,5 m y conexión DN 100. Cierre mecánico según EN 12756. Motor de cuatro polos según estándar IEC de 1,1 kW y 50 Hz. Velocidad nominal de 180-2000 rpm, eficiencia IE5 87,2% y protección IP 55. Rango de temperatura del líquido (agua) de -25 a 120 °C. Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 2 | 8.582,00 €  | 17.164,00 € |

|                     |                     |
|---------------------|---------------------|
| <b>TOTAL Bombas</b> | <b>175.418,00 €</b> |
|---------------------|---------------------|

## Capítulo 2. RED DE TUBERÍAS

### 2.1 TUBERÍAS DE AGUA

| <i>Tuberías</i> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |          |                 |                |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|----------------|
| <i>Ref.</i>     | <i>Descripción</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <i>m</i> | <i>Precio/m</i> | <i>Importe</i> |
| 2.1.1           | Tubería de acero 3/8" DIN 2440<br>Tubo soldado negro galvanizado y extremos lisos roscados serie M Grupo Almesa de 3/8" (Diámetro interior de 10 mm y espesor de 2,3 mm). De acuerdo con la Norma Europea EN10255.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.     | 2973,4   | 11,08 €         | 32.939,92 €    |
| 2.1.2           | Tubería de acero 1/2" DIN 2440<br>Tubo soldado negro galvanizado y extremos lisos roscados serie M Grupo Almesa de 1/2" (Diámetro interior de 15 mm y espesor de 2,6 mm). De acuerdo con la Norma Europea EN10255.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.     | 583,16   | 12,70 €         | 7.405,84 €     |
| 2.1.3           | Tubería de acero 3/4" DIN 2440<br>Tubo soldado negro galvanizado y extremos lisos roscados serie M Grupo Almesa de 3/4" (Diámetro interior de 20 mm y espesor de 2,6 mm). De acuerdo con la Norma Europea EN10255.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.     | 3969,60  | 15,52 €         | 61.597,02 €    |
| 2.1.4           | Tubería de acero 1" DIN 2440<br>Tubo soldado negro galvanizado y extremos lisos roscados serie M Grupo Almesa de 1" (Diámetro interior de 25 mm y espesor de 3,2 mm). De acuerdo con la Norma Europea EN10255.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.         | 1209,88  | 23,12 €         | 27.974,12 €    |
| 2.1.5           | Tubería de acero 1 1/4" DIN 2440<br>Tubo soldado negro galvanizado y extremos lisos roscados serie M Grupo Almesa de 1 1/4" (Diámetro interior de 32 mm y espesor de 3,2 mm). De acuerdo con la Norma Europea EN10255.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 686,89   | 29,46 €         | 20.230,14 €    |
| 2.1.6           | Tubería de acero 1 1/2" DIN 2440<br>Tubo soldado negro galvanizado y extremos lisos roscados serie M Grupo Almesa de 1 1/2" (Diámetro interior de 40 mm y espesor de 3,2 mm). De acuerdo con la Norma Europea EN10255.                                                                                                           | 912,40   | 34,20 €         | 31.203,72 €    |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |          |             |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|-------------|
|        | Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.                                                                                                                                                                                                                                     |        |          |             |
| 2.1.7  | <b>Tubería de acero 2" DIN 2440</b><br>Tubo soldado negro galvanizado y extremos lisos roscados serie M Grupo Almesa de 2" (Diámetro interior de 50 mm y espesor de 3,6 mm). De acuerdo con la Norma Europea EN10255.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.            | 279,58 | 47,82 €  | 13.371,02 € |
| 2.1.8  | <b>Tubería de acero 2 1/2" DIN 2440</b><br>Tubo soldado negro galvanizado y extremos lisos roscados serie M Grupo Almesa de 2 1/2" (Diámetro interior de 65 mm y espesor de 3,6 mm). De acuerdo con la Norma Europea EN10255.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.    | 266,62 | 61,68 €  | 16.445,56 € |
| 2.1.9  | <b>Tubería de acero 3" DIN 2440</b><br>Tubo soldado negro galvanizado y extremos lisos roscados serie M Grupo Almesa de 3" (Diámetro interior de 80 mm y espesor de 4 mm). De acuerdo con la Norma Europea EN10255.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.              | 98,04  | 80,22 €  | 7.863,86 €  |
| 2.1.10 | <b>Tubería de acero 4" DIN 2440</b><br>Tubo soldado negro galvanizado y extremos lisos roscados serie M Grupo Almesa de 4" (Diámetro interior de 100 mm y espesor de 4,5 mm). De acuerdo con la Norma Europea EN10255.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.           | 43,64  | 118,20 € | 5.157,96 €  |
| 2.1.11 | <b>Tubería de acero 5" DIN 2440</b><br>Tubo soldado negro galvanizado y extremos lisos roscados serie M Grupo Almesa de 5" (Diámetro interior de 125 mm y espesor de 5 mm). De acuerdo con la Norma Europea EN10255.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.             | 14,80  | 147,74 € | 2.186,58 €  |
| 2.1.12 | <b>Tubería de acero 6" DIN 2440</b><br>Tubo soldado negro galvanizado y extremos lisos roscados serie M Grupo Almesa de 6" (Diámetro interior de 150 mm y espesor de 5 mm). De acuerdo con la Norma Europea EN10255.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.             | 40,40  | 177,28 € | 7.162,50 €  |
| 2.1.13 | <b>Tubería de acero 8" DIN 2448</b><br>Tubo sin soldadura de acero estirado y extremos lisos roscados serie M Grupo Almesa de 3/8" (Diámetro interior de 200 mm y espesor de 5,9 mm). De acuerdo con la Norma Europea EN10297-1.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 9,00   | 236,38 € | 2.127,48 €  |

|                       |                     |
|-----------------------|---------------------|
| <b>TOTAL Tuberías</b> | <b>235.665,72 €</b> |
|-----------------------|---------------------|

## 2.2 AISLAMIENTO TÉRMICO TUBERÍAS

### Coquillas

| Ref.  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | m       | Precio/m | Importe     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|-------------|
| 2.2.1 | Coquilla Armaflex para tuberías 3/8"<br>Aislamiento térmico de tubería en instalación interior Armacel Armaflex, colocada superficialmente, formado por coquilla de espuma elastomérica de 18 mm de diámetro interior máximo y 25 mm de espesor. Caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 2973,40 | 13,72 €  | 40.795,05 € |
| 2.2.2 | Coquilla Armaflex para tuberías 1/2"<br>Aislamiento térmico de tubería en instalación interior Armacel Armaflex, colocada superficialmente, formado por coquilla de espuma elastomérica de 22 mm de diámetro interior máximo y 25 mm de espesor. Caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 583,16  | 13,97 €  | 8.146,80 €  |
| 2.2.3 | Coquilla Armaflex para tuberías 3/4"<br>Aislamiento térmico de tubería en instalación interior Armacel Armaflex, colocada superficialmente, formado por coquilla de espuma elastomérica de 28 mm de diámetro interior máximo y 25 mm de espesor. Caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 3969,60 | 16,74 €  | 66.451,04 € |
| 2.2.4 | Coquilla Armaflex para tuberías 1"<br>Aislamiento térmico de tubería en instalación interior Armacel Armaflex, colocada superficialmente, formado por coquilla de espuma elastomérica de 35 mm de diámetro interior máximo y 27 mm de espesor. Caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.   | 1209,88 | 18,78 €  | 22.721,55 € |
| 2.2.5 | Coquilla Armaflex para tuberías 1 1/4"<br>Aislamiento térmico de tubería en instalación interior Armacel Armaflex, colocada superficialmente, formado por coquilla de espuma elastomérica de 42 mm de diámetro interior máximo y 27 mm de espesor. Caucho                                                                                                                                                                                           | 686,89  | 22,98 €  | 15.784,73 € |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |        |         |             |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|---------|-------------|
|        | <p>sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.<br/>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |         |             |
| 2.2.6  | <p><b>Coquilla Armaflex para tuberías 1 1/2"</b></p> <p>Aislamiento térmico de tubería en instalación interior Armacel Armaflex, colocada superficialmente, formado por coquilla de espuma elastomérica de 48 mm de diámetro interior máximo y 27,5 mm de espesor. Caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.<br/>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.</p> | 912,40 | 24,89 € | 22.709,64 € |
| 2.2.7  | <p><b>Coquilla Armaflex para tuberías 2"</b></p> <p>Aislamiento térmico de tubería en instalación interior Armacel Armaflex, colocada superficialmente, formado por coquilla de espuma elastomérica de 60 mm de diámetro interior máximo y 29 mm de espesor. Caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.<br/>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.</p>       | 279,58 | 28,96 € | 8.096,64 €  |
| 2.2.8  | <p><b>Coquilla Armaflex para tuberías 2 1/2"</b></p> <p>Aislamiento térmico de tubería en instalación interior Armacel Armaflex, colocada superficialmente, formado por coquilla de espuma elastomérica de 76 mm de diámetro interior máximo y 30 mm de espesor. Caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.<br/>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.</p>   | 266,62 | 33,37 € | 8.896,94 €  |
| 2.2.9  | <p><b>Coquilla Armaflex para tuberías 3"</b></p> <p>Aislamiento térmico de tubería en instalación interior Armacel Armaflex, colocada superficialmente, formado por coquilla de espuma elastomérica de 89 mm de diámetro interior máximo y 30,5 mm de espesor. Caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.<br/>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.</p>     | 98,04  | 38,27 € | 3.751,99 €  |
| 2.2.10 | <p><b>Coquilla Armaflex para tuberías 4"</b></p> <p>Aislamiento térmico de tubería en instalación interior Armacel Armaflex, colocada superficialmente, formado por coquilla de espuma elastomérica de 114 mm de diámetro interior máximo y 36 mm de espesor. Caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.<br/>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.</p>      | 43,64  | 66,91 € | 2.919,95 €  |
| 2.2.11 | <p><b>Coquilla Armaflex para tuberías 5"</b></p> <p>Aislamiento térmico de tubería en instalación interior Armacel Armaflex, colocada superficialmente, formado</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 14,80  | 70,74 € | 1.046,95 €  |

por coquilla de espuma elastomérica de 140 mm de diámetro interior máximo y 36 mm de espesor. Caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones.

Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |         |            |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|------------|
| 2.2.12 | Coquilla Armaflex para tuberías 6"                                                                                                                                                                                                                                                                 | 40,40 | 99,23 € | 4.008,89 € |
|        | Aislamiento térmico de tubería en instalación interior Armacel Armaflex, colocada superficialmente, formado por coquilla de espuma elastomérica de 168 mm de diámetro interior máximo y 36 mm de espesor. Caucho sintético flexible, de estructura celular cerrada, con adhesivo para las uniones. |       |         |            |
|        | Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.                                                                                                                                                                                             |       |         |            |

|                        |  |  |  |                     |
|------------------------|--|--|--|---------------------|
| <b>TOTAL Coquillas</b> |  |  |  | <b>205.330,17 €</b> |
|------------------------|--|--|--|---------------------|

## 2.3 VALVULERÍA Y ACCESORIOS

### *Válvulas y accesorios*

| <i>Ref.</i> | <i>Descripción</i>                                                                                                                                 | <i>Uds.</i> | <i>Precio ud.</i> | <i>Importe</i> |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|----------------|
| 2.3.1       | Válvula de bola roscada DN 10<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.            | 401         | 30,50 €           | 12.232,10 €    |
| 2.3.2       | Válvula de bola roscada DN 20<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.            | 401         | 38,14 €           | 15.290,14 €    |
| 2.3.3       | Válvula de mariposa roscada DN 50<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.        | 48          | 114,40 €          | 5.490,72 €     |
| 2.3.4       | Válvula de mariposa DN 100<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.               | 12          | 241,50 €          | 2.897,88 €     |
| 2.3.5       | Válvula de mariposa DN 125<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.               | 10          | 305,04 €          | 3.050,40 €     |
| 2.3.6       | Válvula de mariposa DN 150<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.               | 12          | 381,30 €          | 4.575,60 €     |
| 2.3.7       | Válvula de regulación micrométrica DN 10<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 401         | 45,76 €           | 18.348,16 €    |
| 2.3.8       | Válvula de regulación micrométrica DN 20<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 401         | 55,92 €           | 22.425,52 €    |

|        |                                                                                                                                                        |     |          |             |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|-------------|
| 2.3.9  | Válvula de regulación micrométrica DN 100<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 6   | 279,62 € | 1.677,72 €  |
| 2.3.10 | Válvula de regulación micrométrica DN 125<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 5   | 343,18 € | 1.715,86 €  |
| 2.3.11 | Válvula de regulación micrométrica DN 150<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 4   | 406,72 € | 1.626,88 €  |
| 2.3.12 | Válvula de 3 vías DN 10<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.                   | 401 | 50,84 €  | 20.386,84 € |
| 2.3.13 | Válvula de 3 vías DN 20<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.                   | 401 | 63,56 €  | 25.483,56 € |
| 2.3.14 | Válvula de 3 vías DN 50<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.                   | 4   | 190,66 € | 762,60 €    |
| 2.3.15 | Válvula de retención roscada DN 100<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.       | 6   | 216,08 € | 1.296,42 €  |
| 2.3.16 | Válvula de retención roscada DN 125<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.       | 5   | 254,20 € | 1.271,00 €  |
| 2.3.17 | Válvula de retención roscada DN 150<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.       | 6   | 317,76 € | 1.906,50 €  |
| 2.3.18 | Filtro roscado DN 10<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.                      | 401 | 25,42 €  | 10.193,42 € |
| 2.3.19 | Filtro roscado DN 20<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.                      | 401 | 30,50 €  | 12.232,10 € |
| 2.3.20 | Filtro roscado DN 50<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.                      | 16  | 76,26 €  | 1.220,16 €  |
| 2.3.21 | Filtro roscado DN 100<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.                     | 6   | 152,52 € | 915,12 €    |
| 2.3.22 | Filtro roscado DN 125<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.                     | 5   | 190,66 € | 953,26 €    |
| 2.3.23 | Filtro roscado DN 150<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.                     | 4   | 228,78 € | 915,12 €    |
| 2.3.24 | Manguito antivibratorio DN 50<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones.             | 16  | 101,68 € | 1.626,88 €  |

|                                    |                                                                                                                                             |    |          |                     |
|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----------|---------------------|
| 2.3.25                             | Manguito antivibratorio DN 100<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 12 | 177,94 € | 2.135,28 €          |
| 2.3.26                             | Manguito antivibratorio DN 125<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 10 | 216,08 € | 2.160,70 €          |
| 2.3.27                             | Manguito antivibratorio DN 150<br>Completo e instalado según Memoria de climatización,<br>Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 12 | 254,20 € | 3.050,40 €          |
| <b>TOTAL Válvulas y accesorios</b> |                                                                                                                                             |    |          | <b>175.840,34 €</b> |

## 2.4 VASOS DE EXPANSIÓN

### *Vasos de expansión*

| <i>Ref.</i>                     | <i>Descripción</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <i>Uds.</i> | <i>Precio ud.</i> | <i>Importe</i>    |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|-------------------|
| 2.4.1                           | Vaso de expansión Reflex N 200<br>Vaso de expansión Sedical Reflex N 200. Membrana no intercambiable según DIN 4807. Temperatura máxima de 70°C. Homologado según directiva 97/23/CE de aparatos a presión. Volumen: 200 litros. Presión inicial 1,5 bar. Presión máxima de trabajo: 3 y 6 bar. Temperatura máxima de trabajo: 120°C.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de Condiciones. | 1           | 844,00 €          | 844,00€           |
| 2.4.2                           | Vaso de expansión Reflex N 500<br>Vaso de expansión Sedical Reflex N 500. Membrana no intercambiable según DIN 4807. Temperatura máxima de 70°C. Homologado según directiva 97/23/CE de aparatos a presión. Volumen: 200 litros. Presión inicial 1,5 bar. Presión máxima de trabajo: 3 y 6 bar. Temperatura máxima de trabajo: 120°C.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones. | 1           | 2.329,00 €        | 2.329,00 €        |
| <b>TOTAL Vasos de expansión</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |             |                   | <b>3.173,00 €</b> |

## Capítulo 3. RED DE CONDUCTOS

### 3.1 CONDUCTOS DE AIRE

#### Conductos

| Ref.                   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | m <sup>2</sup> | Precio m <sup>2</sup> | Importe             |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|---------------------|
| 3.1.1                  | Conducto de chapa aislado por el interior (aire exterior)<br>Conducto en chapa galvanizada construido y montado según normas UNE con junta METU para conductos de impulsión. Aislamiento en lana de fibra de vidrio ISOAIR con recubrimiento de papel aluminio reforzado pegado con adhesivos resistentes al calor y sujeción con flejes. Incluye gatillos, soportes, acoplamientos, aletas deflectoras en codos y todo elemento necesario. Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones.  | 2000           | 66,36 €               | 132.720,00 €        |
| 3.1.2                  | Conducto de chapa por el interior (aire exterior)<br>Conducto en chapa galvanizada construido y montado según normas UNE con junta METU para conductos de retorno. Incluye gatillos, soportes, acoplamientos, aletas deflectoras en codos y todo elemento necesario. Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones.                                                                                                                                                                         | 1800           | 43,16 €               | 77.688,00 €         |
| 3.1.3                  | Conducto de chapa aislado por el interior (aire impulsión)<br>Conducto en chapa galvanizada construido y montado según normas UNE con junta METU para conductos de impulsión. Aislamiento en lana de fibra de vidrio ISOAIR con recubrimiento de papel aluminio reforzado pegado con adhesivos resistentes al calor y sujeción con flejes. Incluye gatillos, soportes, acoplamientos, aletas deflectoras en codos y todo elemento necesario. Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones. | 1600           | 66,36 €               | 106.176,00 €        |
| 3.1.4                  | Conducto de chapa circular aislado DN 125<br>Conducto en chapa galvanizada construido y montado según normas UNE con junta METU las tomas de los fan-coils y los difusores. Aislamiento en lana de fibra de vidrio ISOAIR con recubrimiento de papel aluminio reforzado pegado con adhesivos resistentes al calor y sujeción con flejes. Incluye gatillos, soportes, acoplamientos, aletas deflectoras en codos y todo elemento necesario. Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones.   | 1352           | 41,04 €               | 55.486,08 €         |
| <b>TOTAL Conductos</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                       | <b>372.070,08 €</b> |

## 3.2 DIFUSORES Y REJILLAS

### *Difusores y rejillas*

| <i>Ref.</i>                       | <i>Descripción</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <i>Uds.</i> | <i>Precio ud.</i> | <i>Importe</i>      |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|---------------------|
| 3.2.1                             | <b>Difusor lineal Trox VSD 35 1200</b><br>Difusor lineal con difusor frontal de 35 mm y deflectores de aire regulables de manera individual. Longitud nominal de 1200 mm con 4 ranuras. Perfil frontal de aluminio extruido para instalaciones de caudal de aire constante y variable.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones. | 612         | 131,89 €          | 80.716,68 €         |
| 3.2.2                             | <b>Difusor lineal Trox VSD 35 1950</b><br>Difusor lineal con difusor frontal de 35 mm y deflectores de aire regulables de manera individual. Longitud nominal de 1950 mm con 3 ranuras. Perfil frontal de aluminio extruido para instalaciones de caudal de aire constante y variable.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones. | 32          | 202,07 €          | 6.466,24 €          |
| 3.2.3                             | <b>Difusor rotacional Trox 400x16</b><br>Difusor rotacional de techo con placa frontal cuadrada 600 x 600 mm en falso techo para impulsión de aire. Conexión horizontal. Frontal fabricado en chapa de acero con acabado pintado<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones.                                                       | 264         | 147,62 €          | 39.414,54 €         |
| 3.2.4                             | <b>Rejilla Trox ARP-A</b><br>Difusor rotacional de techo con placa frontal cuadrada 600 x 600 mm en falso techo para impulsión de aire. Conexión horizontal. Frontal fabricado en chapa de acero con acabado pintado<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones.                                                                   | 264         | 112,30 €          | 29.647,20 €         |
| <b>TOTAL Difusores y rejillas</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |                   | <b>156.244,66 €</b> |

## 3.3 COMPUERTAS Y REGULADORES

### *Compuertas y reguladores*

| <i>Ref.</i> | <i>Descripción</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <i>Uds.</i> | <i>Precio ud.</i> | <i>Importe</i> |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------|----------------|
| 3.3.1       | <b>Compuerta cortafuego FKA2-EU 200x200</b><br>Compuerta cortafuego rectangular Trox FKA2-EU 200x200 en cumplimiento con la norma DIN EN 15650. Carcasa galvanizada. Temperatura de disparo a 72°C.<br>Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones. | 1           | 208,70 €          | 208,70 €       |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |          |                    |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----------|--------------------|
| 3.3.2                                 | <p><b>Compuerta cortafuego FKA2-EU 250x200</b></p> <p>Compuerta cortafuego rectangular Trox FKA2-EU 250x200 en cumplimiento con la norma DIN EN 15650. Carcasa galvanizada. Temperatura de disparo a 72°C. Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones.</p>    | 3   | 198,90 € | 596,70 €           |
| 3.3.3                                 | <p><b>Compuerta cortafuego FKA2-EU 300x200</b></p> <p>Compuerta cortafuego rectangular Trox FKA2-EU 300x200 en cumplimiento con la norma DIN EN 15650. Carcasa galvanizada. Temperatura de disparo a 72°C. Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones.</p>    | 9   | 204,10 € | 1.836,90 €         |
| 3.3.4                                 | <p><b>Compuerta cortafuego FKA2-EU 300x250</b></p> <p>Compuerta cortafuego rectangular Trox FKA2-EU 300x250 en cumplimiento con la norma DIN EN 15650. Carcasa galvanizada. Temperatura de disparo a 72°C. Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones.</p>    | 1   | 219,70 € | 219,70 €           |
| 3.3.5                                 | <p><b>Compuerta cortafuego FKA2-EU 350x200</b></p> <p>Compuerta cortafuego rectangular Trox FKA2-EU 350x200 en cumplimiento con la norma DIN EN 15650. Carcasa galvanizada. Temperatura de disparo a 72°C. Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones.</p>    | 22  | 209,30 € | 4.604,60 €         |
| 3.3.6                                 | <p><b>Compuerta cortafuego FKA2-EU 400x250</b></p> <p>Compuerta cortafuego rectangular Trox FKA2-EU 400x250 en cumplimiento con la norma DIN EN 15650. Carcasa galvanizada. Temperatura de disparo a 72°C. Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones.</p>    | 22  | 236,60 € | 5.205,20 €         |
| 3.3.7                                 | <p><b>Regulador de caudal VFL 125 mm</b></p> <p>Regulador de caudal de aire autónomo para inserción en la red de conductos Trox VFL en su tamaño de 125 mm. Rango de caudales entre 15 y 900 m<sup>3</sup>/h. Completo e instalado según Memoria de climatización, Planos de la instalación y Pliego de condiciones.</p> | 401 | 57,20 €  | 22.937,20 €        |
| <b>TOTAL Compuertas y reguladores</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |          | <b>35.609,00 €</b> |

## Capítulo 4. RESUMEN

| <i>Ref.</i>  | <i>Descripción</i>                               | <i>Importe</i>        |
|--------------|--------------------------------------------------|-----------------------|
| 1.1          | Unidades de Tratamiento de Aire (Climatizadores) | 100.860,76 €          |
| 1.2          | Unidades interiores (Fan-coils)                  | 351.162,50 €          |
| 1.3          | Producción de frío (Enfriadoras)                 | 172.630,82 €          |
| 1.4          | Producción de calor (Calderas)                   | 54.405,00 €           |
| 1.5          | Bombas de circulación                            | 175.418,00 €          |
| 2.1          | Tuberías de agua                                 | 235.665,72 €          |
| 2.2          | Aislamiento térmico tuberías                     | 205.330,17 €          |
| 2.3          | Valvulería y Accesorios                          | 175.840,34 €          |
| 2.4          | Vasos de expansión                               | 3.173,00 €            |
| 3.1          | Conductos de aire                                | 372.070,08 €          |
| 3.2          | Difusores y Rejillas                             | 156.244,66 €          |
| 3.3          | Compuertas y Reguladores                         | 35.609,00 €           |
| <b>TOTAL</b> |                                                  | <b>2.038.410,05 €</b> |

El presupuesto total del proyecto asciende a DOS MILLONES TREINTA Y OCHO MIL CUATROCIENTOS DIEZ EUROS CON CINCO CÉNTIMOS (2.038.410,05 €).



MÁSTER EN INGENERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER  
CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN  
MADRID

**DOCUMENTO 4:**  
**PLIEGO DE CONDICIONES**

## ***Índice del Pliego de Condiciones***

|                                                         |           |
|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Capítulo 1. Objeto.....</b>                          | <b>4</b>  |
| <b>Capítulo 2. Tuberías.....</b>                        | <b>6</b>  |
| 2.1 Generalidades .....                                 | 6         |
| 2.2 Soportes.....                                       | 6         |
| 2.3 Purga de la red.....                                | 7         |
| 2.4 Manguitos pasamuros.....                            | 7         |
| 2.5 Acabado de la red.....                              | 7         |
| 2.6 Prueba de estanqueidad .....                        | 7         |
| <b>Capítulo 3. Conductos .....</b>                      | <b>8</b>  |
| 3.1 Conductos de chapa metálica .....                   | 8         |
| 3.1.1 Conductos rectangulares de chapa .....            | 8         |
| 3.1.2 Pruebas conductos de chapa .....                  | 9         |
| 3.2 Conductos de Fibra de Vidrio.....                   | 9         |
| 3.3 Conductos Flexibles .....                           | 9         |
| <b>Capítulo 4. Asilamientos.....</b>                    | <b>10</b> |
| 4.1 Generalidades .....                                 | 10        |
| 4.2 Características del aislamiento .....               | 10        |
| 4.3 Espesores mínimos.....                              | 11        |
| 4.3.1 tuberías.....                                     | 11        |
| 4.3.2 Conductos.....                                    | 11        |
| 4.4 Colocación.....                                     | 12        |
| <b>Capítulo 5. Equipos .....</b>                        | <b>13</b> |
| 5.1 Unidad de tratamiento de aire (Climatizadores)..... | 13        |
| 5.1.1 Generalidades.....                                | 13        |
| 5.1.2 Baterías .....                                    | 14        |
| 5.2 Unidades interiores (fan-coils) .....               | 14        |
| 5.3 Calderas .....                                      | 15        |
| 5.4 Bombas.....                                         | 15        |
| 5.5 Compuertas cortafuego.....                          | 16        |
| 5.6 Vasos de expansión .....                            | 17        |

|                                    |           |
|------------------------------------|-----------|
| 5.7 Difusores y rejillas.....      | 17        |
| <b>Capítulo 6. Mediciones.....</b> | <b>18</b> |
| <b>Capítulo 7. Recepción.....</b>  | <b>19</b> |

## Capítulo 1. OBJETO

El presente documento *Pliego de Condiciones* tiene por objeto la definición de los requerimientos relativos a los equipos de la instalación, los materiales complementarios y los trabajos a realizar por el Instalador. Concretamente:

- Las calidades y los procedimientos para la instalación de los diferentes equipos, dispositivos y elementos auxiliares.
- El alcance de los trabajos a realizar por el Instalador (incluidos en la oferta)
- Los materiales adicionales para el perfecto acabado de la instalación
- Las pruebas a realizar durante los montajes y los ensayos finales a realizar durante las recepciones.
- Las garantías de los materiales, los montajes y el funcionamiento.

El Contratista será responsable de proporcionar los equipos, los materiales, la mano de obra y todo servicio necesario para equipar el Edificio con las instalaciones especificadas en la *Memoria de Climatización*, detalladas en los *Planos de la Instalación* y listadas en el *Presupuesto del Proyecto* bajo las condiciones descritas en el presente documento. Todo lo anterior deberá adecuarse a las normas, reglamentos y prescripciones aplicables.

También será responsabilidad del contratista llevar a cabo las actividades enumeradas a continuación:

- Conectar, probar y poner en marcha los equipos vinculados a la instalación
- Elaborar los planos finales de obra en papel y en formato digital.
- Adjuntar documentación con las características, las especificaciones y las prestaciones de equipos, así como los manuales de uso y mantenimiento pertinentes.
- Limpiar la instalación y, si procede, transportar a vertedero el material sobrante.
- Aplicar sellado ignífugo a huecos, pasos de canalizaciones y conducciones, con resistencia al fuego equivalente a la de los cerramientos o forjados que atraviesan las instalaciones.

- Realizar con brocas los huecos de paso de los tubos y colocar pasatubos.
- Proporcionar ayudas de estricto peonaje y albañilería auxiliar.
- Suministrar el pequeño material y accesorios, así como el transporte de los equipos.
- Proveer de elementos para la fijación y el soporte de todos los aparatos que se consideren de su competencia.
- Proporcionar todo el material y los equipos de remate, electricidad, soldaduras, etc.
- Instalar las bancadas y los sistemas antivibradores de los aparatos que lo
- Pintar los elementos que discurran por zonas de público.
- Suministrar la imprimación y la pintura para todo material férreo empleado en bancadas, soportes o herrajes que lo precisen.

## Capítulo 2. TUBERÍAS

### 2.1 GENERALIDADES

El Instalador es responsable del suministro, montaje y puesta a punto de las canalizaciones de agua según las especificaciones técnicas y de calidad indicadas en los *Documentos del Proyecto*. El montaje debe ser completo, de calidad y conforme a lo indicado en los planos. Las tuberías deben instalarse limpias, niveladas y paralelas a las paredes del edificio con desviaciones inferiores al 0.2%. Todas las tuberías y sus accesorios deben ser accesibles.

Se ha de minimizar el número de uniones, no aceptando el uso de recortes que supongan uniones adicionales. Las redes deben asegurar la circulación sin obstrucciones con pendientes mínimas de 3 mm/m para la evacuación de aire y de 5 mm/m para su desagüe. Además, se incluirán purgadores de aire en los puntos altos y drenajes en los bajos. Las tuberías serán instaladas sin ser forzadas, las uniones roscadas se harán aplicando lubricante y las soldaduras ejecutadas por profesionales certificados.

Para diámetros de hasta 6", las tuberías empleadas para la circulación de agua fría y caliente serán de acero negro electrosoldado según DIN 2440 y UNE EN 10255. Para diámetros superiores se emplearán tubería de acero estirado sin soldadura, según DIN 2448 y UNE EN 10297-1. Todos los cambios de sección se harán mediante reducciones normalizadas y las derivaciones de circuitos principales a secundarios se realizarán con tomas tipo "zapato". Los elementos metálicos no galvanizados recibirán dos capas de pintura antioxidante.

### 2.2 SOPORTES

Se empleará acero galvanizado para las varillas roscadas, las ménsulas y las abrazaderas. Los componentes no podrán ser conformados en obra y los cortes deberán ser protegidos por pintura antioxidante. Las ménsulas deberán estar alineadas y dispuestas horizontalmente. Las varillas serán normalizadas y regulables en altura. Las uniones de las abrazaderas emplearán elementos elásticos no metálicos para reducir las vibraciones y la corrosión.

Los soportes deben permitir la libre dilatación y contracción de las redes, ubicándose cerca de cargas concentradas y cambios de dirección. La separación entre soportes debe cumplir con las especificaciones. Se dispondrá un soporte entre cada dos uniones y no se permitirá que la tubería descansa sobre sus conexiones a los equipos.

### **2.3 PURGA DE LA RED**

Las purgas eliminarán el aire de las tuberías. En circuitos cerrados, se instalarán purgadores manuales o automáticos en los puntos altos. Las purgas manuales tendrán una válvula de bola y las automáticas incluirán un purgador a flotador. En las salas de máquinas, las purgas serán manuales y conducidas a un colector de recogida común.

### **2.4 MANGUITOS PASAMUROS**

Cuando las tuberías atraviesen obras de albañilería o de hormigón, se usarán manguitos pasamuros de chapa galvanizada para permitir el paso y libre movimiento de las tuberías. Los espacios entre tuberías y manguitos se rellenarán con material intumescente.

### **2.5 ACABADO DE LA RED**

El Instalador debe identificar todas las redes de tuberías, accesorios y equipos mediante pintura y bandas visibles, siguiendo los códigos de colores de la norma UNE 100100. Las tuberías no aisladas se pintarán y las aisladas se identificarán con cintas adhesivas y flechas. Las tuberías de purga se pintarán de negro y se identificarán adecuadamente.

### **2.6 PRUEBA DE ESTANQUEIDAD**

Las pruebas de estanqueidad hidráulicas detectarán fallos en las redes de tuberías. Si no es posible usar agua, se utilizará aire o gas inerte a baja presión. Las pruebas pueden realizarse sobre toda la red o parcialmente, según las circunstancias de la obra.

## Capítulo 3. CONDUCTOS

### 3.1 CONDUCTOS DE CHAPA METÁLICA

El instalador es responsable del suministro, montaje y puesta a punto de las canalizaciones de aire según las especificaciones técnicas y de calidad indicadas en los Documentos del Proyecto. Asimismo, el instalador será responsable de instalar los reguladores de caudal de la red de conductos. El montaje debe ser completo, de calidad y conforme a lo indicado en los planos. Los conductos no deben interferir con ningún otro elemento de la instalación. El material de los conductos será chapa galvanizada con un acabado interior liso. Toda la chapa utilizada debe ser de la misma calidad y fabricante.

La red de conductos deberá ser hermética y no podrá vibrar con la instalación en operación. Las uniones emplearán un sellador según la norma UNE EN 1507 para garantizar la estanqueidad. Cuando los conductos atraviesen muros o tabiques, se protegerán con pasamuros de chapa galvanizada de 1 mm de espesor y los huecos se rellenarán.

#### 3.1.1 CONDUCTOS RECTANGULARES DE CHAPA

Los conductos rectangulares deben cumplir con la norma UNE EN 1507 en lo relativo a espesores de chapa, tipos de uniones y refuerzos transversales. Las uniones longitudinales, de tipo engatillado, deberán resistir presiones un 50% superiores a la de trabajo. Por su parte, la deflexión máxima de los refuerzos se fija en 6 mm. Los límites de deflexión de las chapas se recogen en la siguiente tabla:

| <i>Cota del conducto</i> | <i>Deflexión máxima [mm]</i> |
|--------------------------|------------------------------|
| Hasta 300 mm de lado     | 10                           |
| Hasta 450 mm de lado     | 12                           |
| Hasta 600 mm de lado     | 16                           |
| Más de 600 mm de lado    | 20                           |

*Tabla 1. Deflexión máxima conductos de chapa*

Los refuerzos de chapa con un espesor por debajo de los 1,5 mm serán galvanizados y los conductos con lados por encima de 500 mm dispondrán de una ondulación transversal. Los codos deben tener álabes interiores de doble chapa según la norma UNE EN 1507 y las derivaciones principales deben contar con pantallas divisoras. Tanto los álabes como las pantallas deben prevenir las vibraciones cuando circule aire por la red.

### **3.1.2 PRUEBAS CONDUCTOS DE CHAPA**

Antes de instalar el aislamiento térmico, se realizarán pruebas de resistencia estructural y estanqueidad. Las pruebas deben cubrir la totalidad de la red total y las subdivisiones necesarias. Se sellarán los conductos con tapones y, empleando un manómetro calibrado, se aplicará una presión un 50% superior a la máxima de trabajo durante al menos 5 minutos de forma ininterrumpida. Se corregirán las fugas detectadas hasta eliminarlas por completo. La prueba estructural aplicará la misma presión durante 15 minutos, verificando que no haya deformaciones ni pérdidas de estanqueidad.

## **3.2 CONDUCTOS DE FIBRA DE VIDRIO**

Los conductos denominados de fibra de vidrio estarán fabricados con paneles rígidos de fibras aglomeradas con resinas cubiertos por aluminio, malla de vidrio y papel KRAFT. La cara interna puede ser de aluminio resistente al fuego. Para su construcción, se deben seguir las instrucciones del fabricante, prestando especial atención al vendado y sellado de las aristas, acoplamientos y encuentros para asegurar la estanqueidad. Las reducciones o expansiones deben realizarse con ángulos de 15° y los codos o derivaciones con una relación diámetro igual al radio. Sólo se emplearán en falsos techo o espacios ocultos.

## **3.3 CONDUCTOS FLEXIBLES**

Los conductos flexibles se podrán usar para conectar conductos. Estarán hechos de aluminio y deberán estar clasificados frente a fuego. Su rigidez debe soportar presiones interiores de al menos 50 mm.c.a. Si se especifica, podrían requerir aislamiento, con doble capa y material aislante intermedio, asegurando que no queden zonas sin aislamiento tras su manipulación.

## Capítulo 4. ASILAMIENTOS

### 4.1 GENERALIDADES

El aislamiento térmico deberá ser instalado con la instalación limpia y una vez haya superado las pruebas de estanqueidad correspondientes. En los tramos del aislamiento susceptibles de experimentar condensación (por temperaturas inferiores a la de rocío de aire) se introducirá una barrera antivapor continua en la cara exterior. Asimismo, para evitar condensación dentro del aislamiento, en conductos de aire con temperaturas internas por debajo del punto de rocío, la protección se aplica en la cara interna.

No debe interrumpirse el aislamiento en el paso de elementos estructurales del edificio. Los manguitos pasamuros deben permitir la conducción con aislamiento y una holgura máxima de 3 cm. El aislamiento también deberá ser continuo en los soportes de las conducciones. El aislamiento deberá dejar visibles y accesibles los instrumentos de medida, los elementos de control y las válvulas de la instalación. Además, los indicativos del fluido que circula por la conducción deberán mostrarse sobre el aislamiento.

### 4.2 CARACTERÍSTICAS DEL AISLAMIENTO

El material empleado como aislamiento térmico deberá ajustarse a las normas UNE EN ISO 12241. Las conducciones que transporten fluido a temperaturas inferiores a la del ambiente o superiores a 40 °C a través de locales LNC o exteriores contarán con aislamiento. El aislamiento térmico identificarse por:

- Propiedades mecánicas, conductividad térmica y coeficiente de dilatación.
- Permeabilidad al vapor y absorción de agua.
- Envejecimiento por humedad, calor y radiación.
- Resistencia a parásitos, agentes químicos y al fuego.

## 4.3 ESPESORES MÍNIMOS

### 4.3.1 TUBERÍAS

El aislamiento de las tuberías serán coquillas. Los espesores del aislamiento térmico dependerán de la temperatura máxima y mínima del agua y de la conductividad térmica del aislante. Se tomarán los espesores mínimos recogidos en las tablas del método prescriptivo del RITE (procedimiento simplificado, IT 1.2.4.2.1.2) mostradas a continuación:

| Diámetro exterior tubería | <i>Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios</i> |          |                              |          |                                                               |          |                              |          |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------|----------|------------------------------|----------|
|                           | $\lambda_{ref} = 0,040 \text{ (W/m.K)} \text{ a } 10^\circ\text{C}$   |          |                              |          | $\lambda = 0,035 \text{ (W/m.K)} \text{ a } 10^\circ\text{C}$ |          |                              |          |
|                           | $T_{MAX \text{ DEL FLUIDO}}$                                          |          | $T_{MIN \text{ DEL FLUIDO}}$ |          | $T_{MAX \text{ DEL FLUIDO}}$                                  |          | $T_{MIN \text{ DEL FLUIDO}}$ |          |
|                           | 40 a 60 °C                                                            |          | > 0 a 10 °C                  |          | 40 a 60 °C                                                    |          | > 0 a 10 °C                  |          |
|                           | Interior                                                              | Exterior | Interior                     | Exterior | Interior                                                      | Exterior | Interior                     | Exterior |
| $D \leq 35$               | 25                                                                    | 35       | 20                           | 40       | 20,5                                                          | 28,3     | 16,6                         | 32,1     |
| $35 < D \leq 60$          | 30                                                                    | 40       | 30                           | 50       | 25,0                                                          | 33,0     | 25,0                         | 40,8     |
| $60 < D \leq 90$          | 30                                                                    | 40       | 30                           | 50       | 25,4                                                          | 33,5     | 25,4                         | 41,5     |
| $90 < D \leq 140$         | 30                                                                    | 40       | 40                           | 60       | 25,6                                                          | 34,0     | 34,0                         | 50,3     |

Tabla 2: Espesores de los aislamientos de las tuberías según tablas RITE

Además, las tuberías y su aislamiento dispondrán de una cubierta de lana de vidrio y aluminio reforzado no corrosiva y anti inflamable.

### 4.3.2 CONDUCTOS

Los conductos de chapa metálica vendrán aislados por mantas o fieltros. En aquellos que transporten aire húmedo, se sellarán las uniones para impedir la migración de vapor. Los conductos de fibra o con aislamiento interior emplearán una barrera antivapor en la cara interna. Al igual que en las tuberías, el espesor mínimo dependerá de la temperatura del aire y la conductividad térmica del aislante. La siguiente tabla muestra el espesor del aislamiento para conductos por el método prescriptivo del RITE:

| Conductividad<br>Fluido | <i>Espesor de aislamiento de conductos (mm)</i> |          |                                         |          |                                         |          |
|-------------------------|-------------------------------------------------|----------|-----------------------------------------|----------|-----------------------------------------|----------|
|                         | $\lambda_{ref} = 0,040 \text{ (W/m.K)}$         |          | $\lambda_{ref} = 0,035 \text{ (W/m.K)}$ |          | $\lambda_{ref} = 0,030 \text{ (W/m.K)}$ |          |
|                         | Interior                                        | Exterior | Interior                                | Exterior | Interior                                | Exterior |
| Aire caliente           | 20                                              | 30       | 17,5                                    | 26,3     | 15                                      | 22,5     |
| Aire frío               | 30                                              | 50       | 26,3                                    | 43,8     | 22,5                                    | 37,5     |

Tabla 3. Espesores de los aislamientos de los conductos según tablas RITE

## **4.4 COLOCACIÓN**

La colocación del aislamiento debe seguir las normas UNE EN ISO 12241. Las superficies aisladas deben estar limpias de materia extraña y herrumbre. El aislamiento debe ser compacto y uniforme, con juntas longitudinales y transversales no coincidentes en múltiples capas. Debe protegerse para evitar deterioro y asegurar durabilidad.

Para tuberías y equipos exteriores, las juntas deben sellarse y la protección debe ser impermeable. Revestimientos adicionales como aluminio son recomendables en tuberías exteriores y en elementos complejos. Las válvulas y accesorios deben ser desmontables para revisión sin dañar el aislamiento. Los equipos deben tener protección lisa y firme, utilizando materiales adicionales como plástico o aluminio si están a la intemperie.

## Capítulo 5. EQUIPOS

### 5.1 UNIDAD DE TRATAMIENTO DE AIRE (CLIMATIZADORES)

#### 5.1.1 GENERALIDADES

Todo climatizador dispondrá del marcado CE y manuales para su operación y manipulación. Las unidades de tratamiento de aire (UTA) estarán fabricadas en chapa de acero galvanizado y permitirán el desmontaje de sus módulos mediante tornillos. Dado que las UTAs se ubicarán en el exterior, contarán con una capa de pintura contra intemperie. El aislamiento interior serán paneles rígidos de fibra de vidrio recubiertos con papel aluminio. En la sección de humectación y ventilación, se instalan puertas estancas con ventanillas de vidrio.

Para limitar la condensación y las fugas, las bandejas de condensados estarán pintadas con una capa de 3 mm de bitumen. Los espesores de chapa se ajustan a las características de caudal y presión de modo que no se produzcan deformaciones en ningún punto del climatizador. Los filtros de las UTA serán de baja velocidad y regenerables. Además, estarán contruidos con marcos metálicos galvanizados con malla metálica desmontable. Todo componente de los filtros dispondrá de un tratamiento anticorrosivo.

Los ventiladores de las UTA están equipados con turbinas de palas inclinadas y eje de acero. Todos los componentes del ventilador deberán ser accesibles. Las velocidades de descarga vendrán limitadas por la presión estática según:

| <i>Presión estática [mm]</i> | <i>Velocidad máxima [m/s]</i> |
|------------------------------|-------------------------------|
| Hasta 10 mm                  | 7,5                           |
| Hasta 18 mm                  | 8,5                           |
| Hasta 30 mm                  | 9,5                           |
| Hasta 40 mm                  | 10                            |
| Hasta 50 mm                  | 11                            |
| Más de 50 mm                 | 13                            |

Tabla 4. Velocidad máxima de descarga

Finalmente, se instalarán silenciadores en los conductos donde sea necesario realizar una corrección acústica según el documento Memoria de Climatización. Estos estarán contruidos en chapa de acero galvanizado y material fonoabsorbente ignífugo.

### 5.1.2 BATERÍAS

Las baterías de calor deben minimizar la caída de presión y mantener una velocidad de aire por debajo de 4 m/s. Estarán formadas por tubos de cobre y aletas de aluminio e incluirán conexiones roscadas, grifos de vaciado y un purgador de aire.

Las baterías de frío deben evitar el arrastre de gotas de agua. La velocidad de aire deberá ser inferior a 2,5 m/s. También contruidas con tubos de cobre y aletas de aluminio, las conexiones serán roscadas e incluirán grifos de vaciado, purgador de aire y una bandeja de condensados con desagüe.

## 5.2 UNIDADES INTERIORES (FAN-COILS)

El montaje de todas las unidades interiores deberá ser conforme a las especificaciones detalladas en los *Documentos del Proyecto*. La instalación garantizará la correcta difusión y retorno del aire, el acceso a los equipos para el mantenimiento o sustitución y el desagüe de condensados. Además, se aplicarán las medidas correctoras necesarias para mantener los niveles de ruido y vibración dentro de los umbrales establecidos en la *Memoria de Climatización*.

Los fan-coils se instalarán nivelados buscando la máxima integración con los elementos colindantes y se ocultarán las conexiones, las tuberías e imperfecciones. Su montaje incluye el suministro de todo el material necesario como placas, soportes o canaletas. Las unidades interiores utilizarán tuberías de PVC para la recogida de condensados. Estas últimas deberán tener una pendiente mínima del 1% y soportes espaciados a 1,5 m. Una vez instaladas, se verificará el drenaje.

### 5.3 CALDERAS

Las calderas se ajustarán a las normas IT-1.2.4.1.2.1., IT-1.2.4.1.2.2., IT-1.2.4.1.2.3 y contarán con el marcado CE. Serán de tipo monobloque, estarán fabricadas en chapa de acero resistente a la temperatura y se aislarán térmicamente. Las calderas dispondrán de un cuadro de control para monitorizar la operación del quemador mediante manómetros, hidrómetros y termómetros. Por otro lado, contarán con las conexiones necesarias para las tuberías (entrada y salida de agua, vaciado y purga) y los accesorios (vasos de expansión, manómetros, termómetros, hidrómetros, presostatos y termostatos).

El RITE establece que el rendimiento de las calderas no podrá ser inferior a  $90+2 \cdot (\text{Potencia nominal de la caldera expresada en kW})$  a plena carga y  $86+2 \cdot (\text{Potencia nominal de la caldera expresada en kW})$  a una carga del 30%. Para las calderas seleccionadas, rendimientos deben superar el 92,4% a plena carga y el 88,4% al 30% de carga.

#### 5.3.1.1 Quemador de Gas

Los quemadores de gas cumplirán con las normas RITE y UNE 60601. Estarán diseñados para quemar gas natural en cámaras de combustión atmosférica de manera silenciosa, uniforme y sin depositar derivados del carbón en la cámara de combustión. La regulación del aire será automática y deberá garantizar la completa combustión del gas. Además, incluirán los elementos de seguridad necesarios y se montarán firmemente sobre una base incombustible. La evacuación de los gases de la combustión se producirá por encima de la cubierta del edificio mediante chimeneas.

### 5.4 BOMBAS

Las bombas se seleccionarán considerando el tipo de fluido (agua), su temperatura, la presión del circuito, el caudal volumétrico, la altura manométrica, el NPSH, la velocidad de operación, la potencia absorbida, el tipo de motor, la potencia del motor, el diámetro de las conexiones, el peso, la marca, y el modelo.

Las bombas serán hidrodinámicamente eficientes y estarán equilibradas para limitar los esfuerzos sobre los cojinetes. Además, dispondrán de tomas para medir presiones (en aspiración e impulsión), purga de aire y tapón de vaciado.

Las conexiones podrán ser roscadas o mediante bridas, prestando especial atención a la posible formación de bolsas de aire. Las bombas se instalarán sin forzar las conexiones ni dejando caer el peso de la tubería sobre ellas. Además, descansarán sobre bloques de hormigón acompañados de sistemas antivibración. Estos sistemas podrán ser soportes de caucho o mulles de acero.

En la aspiración se ha de establecer una presión mínima que evite los fenómenos de cavitación y en la impulsión se instalará una válvula de retención seguida de una válvula de interrupción. Las bombas en línea serán de rotor seco. Podrán ser simples o dobles según lo especificado en el documento *Memoria de Climatización* y dispondrán de variador de velocidad en función del circuito que alimenten. Los conjuntos dispondrán purgas en la parte superior para eliminar aire y tuberías en pendiente para el vaciado.

## **5.5 COMPUERTAS CORTAFUEGO**

Las compuertas cortafuego contarán con una resistencia al fuego superior a la de los conductos en los que se ubican y deberán ser capaces de soportar una exposición de al menos 90 minutos. El cierre se realiza por gravedad o mediante un muelle. Las compuertas deben contar con un cierre manual y otro automático. El cierre automático debe activarse por calor. Las compuertas podrán disponer de un servomotor controlado por un sistema de detección de humos. El cierre manual debe ser fácilmente accesible.

Las compuertas se instalarán según lo detallado en el documento *Planos de la Instalación* y el espacio entre conducto y bastidor se sellará con masilla. Para el acople con el conducto se emplearán bridas, disponiendo las compuertas de soportes independientes.

## 5.6 VASOS DE EXPANSIÓN

Los circuitos de agua caliente y agua fría contarán con un sistema de expansión. Los vasos de expansión cerrados que empleen aire como gas de presurización, el gas no podrá estar en contacto directo con el fluido portador (agua). En todo caso, los sistemas de expansión seguirán la Norma UNE 100155.

La instalación no podrá experimentar depresiones ni bolsas de aire. Los vasos de expansión indicarán el nivel de agua y mantendrán una presión estática de al menos la suma de la presión de la columna de agua sobre él, la altura de la bomba y la sobrepresión por dilatación del fluido. No se instalarán elementos de corte entre el generador y el vaso de expansión. En caso de múltiples generadores, se pueden usar colectores comunes y válvulas de tres vías para la conexión, de al menos 20 mm de diámetro.

## 5.7 DIFUSORES Y REJILLAS

Tanto los difusores como las rejillas se instalarán atendiendo a la distribución prevista en el documento *Planos de la Instalación*. Durante su operación, los niveles de potencia sonora deberán estar por debajo de los establecidos en el RITE. Las rejillas de retorno, instaladas en el falso techo de los locales, tendrán dimensiones de 600x600 mm y dispondrán de al menos un 70% de área libre. Las bocas de extracción, fabricadas en material plástico, serán circulares y controlarán de caudal mediante rotación del núcleo.

La distribución de los difusores y rejillas será tal que no se produzcan interferencias (choches o by-pass) entre las corrientes de aire de equipos contiguos. Además, se evitará la formación de zonas sin movimiento de aire o la estratificación del aire.

## Capítulo 6. MEDICIONES

Una vez terminada la instalación y realizadas las pruebas preliminares, el instalador llevará a cabo las pruebas finales. Se elaborará un protocolo de pruebas detallando el sistema ensayo, las mediciones realizadas y las incidencias detectadas. El instalador es responsable de efectuar todas pruebas, medidas y verificaciones. Además, deberá proporcionar la energía, agua y combustible necesarios para las pruebas.

En las enfriadoras se medirá la temperatura y el caudal de aire exterior. En el evaporador y el condensador se analizará la temperatura, la presión y el caudal de agua. Con estas mediciones y la potencia consumida se calculará el coeficiente de eficiencia energética (CEE) para el enfriador y el condensador, tanto en verano como en invierno.

En las calderas se medirá la temperatura ambiente y del agua caliente. En los humos, se analizará la temperatura y las concentraciones de monóxido y dióxido de carbono. Estas mediciones junto a la temperatura y el caudal de agua se establecerán el rendimiento de las calderas y la combustión en invierno. Se medirá el consumo de todos los motores de la instalación (por etapas si admite control de carga), así como las vibraciones a instalación parada y en funcionamiento.

Con la instalación en operación, se tomarán medidas de temperatura, humedad y potencia sonora en cada uno de los locales climatizados, tanto en verano como en invierno. Las medidas no podrán diferir en más de 1°C en el caso de las temperaturas y del 10% para las humedades respecto a los valores establecidos en el documento *Memoria de Climatización*. Los resultados de las mediciones deberán recogerse en un nuevo documento.

## Capítulo 7. RECEPCIÓN

Cuando la instalación supere satisfactoriamente las pruebas, ensayos y verificaciones conforme a la normativa aplicable, el instalador proporcionará una copia del certificado presentado a la Delegación del Ministerio pertinente, el protocolo de pruebas y los manuales de instrucciones y mantenimiento.

El órgano competente emitirá el acta de recepción provisional firmada por el instalador y la Propiedad, dando comienzo al período de garantía. Durante este tiempo, el instalador será responsable de reparar, reponer o modificar cualquier defecto no relacionado con la operación o mantenimiento sin repercutir el coste a la propiedad. Al finalizar el período de garantía y con todo defecto corregido, la dirección de obra expedirá el acta de recepción definitiva.