



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS
EN TOLEDO**

Autor: Paula Núñez Salamanca

Director: Fernando Cepeda Fernández

Enero 2023, Madrid

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

Climatización de un edificio de oficinas en Toledo

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

curso académico 2022/2023 es de mi autoría, original e inédito y

no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido tomada de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Paula Núñez Salamanca

Fecha: 23/ 01/ 2023

Autorizada la entrega del proyecto
EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Fernando Cepeda Fernández

Fecha: 25/ 01/ 2023



COMILLAS
UNIVERSIDAD PONTIFICIA

ICAI

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA EN
INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS
EN TOLEDO**

Autor: Paula Núñez Salamanca

Director: Fernando Cepeda Fernández

Enero 2023, Madrid

CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN TOLEDO

Autor: Núñez Salamanca, Paula.

Director: Cepeda Fernández, Fernando.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

RESUMEN DEL PROYECTO

Este proyecto se centra en el diseño de un sistema de climatización para un edificio de oficinas situado en la ciudad de Toledo, siguiendo la normativa vigente hasta el momento. El trabajo desarrollado se divide en cuatro documentos que recogen toda la información necesaria acerca del cálculo e instalación del sistema en cuestión. Estos documentos son: la Memoria, los Planos, el Presupuesto y el Pliego de Condiciones.

El edificio objeto del proyecto presenta ocho plantas sobre rasante y cuatro plantas bajo rasante, donde se encuentran los garajes los cuales se consideran como locales no climatizados (LNC) y no se tendrán en cuenta para el dimensionamiento del sistema de climatización. El edificio presenta una planta rectangular con algunas variaciones en diversas alturas, debido a la presencia de terrazas o de ampliación de salas en la planta segunda y quinta.

La totalidad de la superficie del edificio por climatizar alcanza el valor de 3.998,64 m², es decir, aproximadamente 4.000 m² de oficinas y salas de reuniones y presentaciones para estudiar. Los baños situados en las plantas del edificio se consideran LNC, al igual que los garajes de las plantas bajo rasante y el ático, la séptima planta donde se encuentran los casetones para albergar las salas de máquinas, equipos de climatización y de electricidad, con su propia cubierta.

Siguiendo las pautas establecidas por los reglamentos y normativas vigentes, se establecen las características interiores que deberá presentar el edificio y las exteriores respecto a las cuales habrá que realizar el dimensionamiento del sistema de climatización. A continuación, se calculan las cargas térmicas que el sistema deberá hacer frente para los meses de verano y de invierno, considerando los escenarios más desfavorables para dimensionar los equipos asegurando que se podrán asegurar las condiciones internas de confort en cualquier día del año. Para las cargas en verano se tienen en cuenta tanto factores externos (radiación solar y transmisión por muros y cerramientos) como factores internos (nivel de ocupación, alumbrado y equipos eléctricos). Para las cargas en invierno, en cambio, únicamente se consideran factores externos debido a que los internos favorecen la mejora de las condiciones de climatización. En ambos casos se pueden despreciar las cargas térmicas debidas a las infiltraciones ya que se dimensionan los locales para asegurar que exista una sobrepresión en ellos.

Una vez obtenidos los resultados de las cargas térmicas a las que hacer frente, se valoran las características de la ubicación del edificio, así como su arquitectura y uso, y se decide instalar un sistema de climatización de aire-agua. Esta decisión se justifica debido a la gran flexibilidad que presenta este tipo de climatización en referencia a modificaciones en el propio sistema, permitiendo la fácil adaptación de nuevos elementos tras instalar los principales, y en cuanto al diseño, permitiendo una gran variedad de posibilidades en los elementos incluidos en el sistema. Los equipos principales de generación, la enfriadora por condensación de aire y la caldera de biomasa, se ubicarán en la cubierta junto con la unidad de tratamiento de aire (UTA). Los equipos interiores seleccionados son los fan-coils, situados en cada sala del edificio, encargados de recibir el agua fría y caliente y asegurar el intercambio de energía con el aire, para después impulsar a este hacia el interior de las estancias.

El sistema se compone por dos redes de fluidos: la red hidráulica, encargada de transportar el agua caliente y fría desde los equipos de generación hacia los equipos interiores de todas las salas; y la red de conductos, encargada de transportar el aire desde la UTA a las estancias para aportar la ventilación externa necesaria. Se decide instalar fan-coils de cuatro tubos para permitir la refrigeración y calefacción simultánea en distintas zonas del edificio, con dos tubos de retorno y dos de impulsión. Para asegurar la correcta distribución de agua por las tuberías, se emplean bombas hidráulicas en los circuitos dimensionadas para hacer frente a las máximas pérdidas de carga en ellos.

Con respecto a la red de conductos, se diseñan con la finalidad de transportar el aire filtrado de la UTA hacia los fan-coils de las salas interiores, para asegurar el nivel de ventilación exigido por la normativa (12,5 L/s). A su vez, se extrae parte del caudal de ventilación del aire interior para dirigirlo de vuelta a la UTA por el circuito de conductos de extracción, dependiendo del volumen de la estancia, asegurando la sobrepresión de estas. Para asegurar la correcta distribución del aire por los conductos, al igual que en la red hidráulica, se dimensionan los ventiladores necesarios para el circuito de impulsión y de extracción considerando las pérdidas de carga del tramo más desfavorable.

Para asegurar el correcto funcionamiento de todos los circuitos del sistema y la seguridad en toda la instalación, se emplean elementos adicionales como compuertas de cortafuegos, válvulas y filtros, entre otros. La distribución de todos los equipos, junto con los circuitos de tuberías y conductos, se plasma en el documento de los Planos. Los catálogos técnicos de los equipos seleccionados y las tablas y gráficos consultados para el desarrollo de los cálculos se adjuntan al final de la Memoria, junto con un detalle específico sobre los equipos, su instalación y montaje en el Pliego de Condiciones.

Por último, el presupuesto total de la instalación de este sistema de climatización en el edificio en cuestión alcanza un total de 754.883,76 €.

HEATING AND COOLING AIR CONDITIONING SYSTEM OF AN OFFICE BUILDING IN TOLEDO

Author: Núñez Salamanca, Paula.

Supervisor: Cepeda Fernández, Fernando.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas

ABSTRACT

This project focuses on the design of an air conditioning system for an office building located in the city of Toledo, following the current regulations. The work developed is divided into four documents that gather all the necessary information about the calculation and installation of the system in question. These documents are: the Report, the Plans, the Budget and the Specifications.

The building presents eight floors above ground level and four floors below ground level, where the garages are located, which will not be taken into account for the design of the air-conditioning system. The building has a rectangular floor plan with some variations in different heights, due to the presence of terraces or room extensions on the second and fifth floors.

The total area of the building to be air-conditioned amounts to 3,998.64 m², approximately 4,000 m² of offices and meeting rooms for study purposes. The bathrooms located on the floors of the building are not considered when developing the installation as they are not office premises, as the garages on the first floors and the attic, the seventh floor where the sheds are located to house the machine rooms, air conditioning and electrical equipment, with their own roof.

Following the guidelines established by the regulations and standards in place, the interior characteristics of the building and the exterior characteristics for which the design of the air-conditioning system must be carried out are established. Then, the thermal loads that the system will have to face for the summer and winter months are calculated, considering the most unfavorable scenarios for designing the equipment, ensuring that the internal comfort conditions can be guaranteed on any day of the year. For summer loads, both external factors (solar radiation and transmission through walls and enclosures) and internal factors (occupancy level, lighting and electrical equipment) are taken into account. For winter loads, on the other hand, only external factors are considered because internal factors favor the improvement of air conditioning conditions. In both cases, thermal loads due to infiltrations can be disregarded since the rooms are dimensioned to ensure that there is an overpressure in them.

Once the results of the thermal loads to be faced are obtained, the characteristics of the building's location, as well as its architecture and use, are evaluated and it is decided to install an air-water system. This decision is justified due to the great flexibility of this

type of arrangement in reference to modifications in the system itself, allowing the easy adaptation of new elements after installing the main ones, and in terms of design, allowing a wide variety of possibilities in the elements included in the system. The main generation equipment, the air condensing chiller and the biomass boiler, will be located on the roof together with the air handling unit (AHU). The selected indoor equipment are the fan coils, located in each room of the building, in charge of receiving the cold and hot water and ensuring the energy exchange with the air, to then propel it into the rooms.

The system is composed of two fluid networks: the hydraulic network, in charge of transporting the hot and cold water from the generation equipment to the interior equipment of all the rooms; and the duct network, in charge of transporting the air from the AHU to the rooms to modify their interior conditions. It was decided to install four-pipe fan coils to allow simultaneous cooling and heating in different areas of the building, with two return and two supply pipes. To ensure the correct distribution of water through the pipes, hydraulic pumps are used in the circuits sized to cope with the maximum load losses in them.

The duct network is designed to transport the filtered air from the AHU to the fan coils in the interior rooms to ensure the ventilation level required by regulations (12.5 L/s). At the same time, 90% of the ventilation flow is extracted from the indoor air to be directed back to the AHU through the extraction duct circuit, ensuring the overpressure of the rooms. To ensure the correct distribution of the air through the ducts, as in the hydraulic network, the fans required for the supply and extract circuits are chosen taking into account the pressure losses of the most unfavorable section.

To ensure the correct functioning of all system circuits and safety levels throughout the installation, additional elements such as fire dampers, valves and filters, among others, are used. The distribution of all the equipment, together with the piping and duct circuits, is shown in the Plans document. The technical catalogs of the selected equipment and the tables and graphs consulted for the development of the calculations are attached at the end of the Report, together with specific details on the equipment, its installation and assembly in the Specifications.

Finally, the total budget for the installation of this air conditioning system in the building in question amounts to 754,883.76 €.

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 1: MEMORIA

DOCUMENTO 2: PLANOS

DOCUMENTO 3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 1: MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. OBJETO Y MOTIVACIÓN.....	17
1.2. DESARROLLO DEL PROYECTO	17
1.3. NORMATIVA DE APLICACIÓN	19
1.4. OBJETIVOS	19
2. CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO.....	20
2.1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO	20
2.2. CONDICIONES EXTERIORES	23
2.3. CONDICIONES INTERIORES	24
3. CARGAS TÉRMICAS.....	26
3.1. FACTORES DETERMINANTES	26
3.1.1. <i>Factor de radiación solar</i>	27
3.1.2. <i>Coefficientes de transmisión</i>	27
3.1.3. <i>Factor de orientación</i>	28
3.1.4. <i>Nivel de ocupación</i>	28
3.1.5. <i>Aplicaciones eléctricas e iluminación</i>	29
3.2. CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS	29
3.2.1. <i>Cargas en verano</i>	30
3.2.1.1. Factores externos	30
3.2.1.2. Factores internos	32
3.2.2. <i>Cargas en invierno</i>	35
4. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN SELECCIONADO	38
5. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.....	40
5.1. CIRCUITO DE AIRE.....	40
5.1.1. <i>Caudales necesarios</i>	40
5.1.2. <i>Equipos seleccionados</i>	42
5.1.2.1. Fan-coils	43
5.1.2.2. Climatizador de aire primario	45
5.2. EQUIPOS DE GENERACIÓN	46
5.3. RED HIDRÁULICA.....	47
5.3.1. <i>Caudal de agua</i>	48

5.3.2.	<i>Tuberías</i>	49
5.3.3.	<i>Bombas</i>	50
5.3.4.	<i>Vasos de expansión</i>	53
5.4.	RED DE CONDUCTOS	54
5.4.1.	<i>Rejillas</i>	55
5.4.2.	<i>Conductos</i>	56
5.4.3.	<i>Ventiladores</i>	57
5.5.	ELEMENTOS AUXILIARES	60
6.	BIBLIOGRAFÍA	61
	ANEXO I: ALINEACIÓN CON LOS ODS	63
	ANEXO II: CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS TOTALES	65
	ANEXO III: CÁLCULO DE CAUDALES DE AIRE	71
	ANEXO IV: CÁLCULO DE TUBERÍAS	74
	ANEXO V: CÁLCULO DE CONDUCTOS	79
	ANEXO VI: TABLAS Y GRÁFICOS DE CÁLCULO	82
	ANEXO VII: CATÁLOGOS DE EQUIPOS	93

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Resumen superficies a climatizar por planta.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 2. Detalle de superficies de las zonas de cada planta.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 3. Características exteriores en la ciudad de Toledo.</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 4. Resumen de las condiciones climáticas exteriores en Toledo.</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 5. Especificaciones de caudal de aire exterior por persona según IDA.</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 6. Condiciones interiores de diseño.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 7. Coeficientes de transmisión térmica.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 8. Factor de orientación (fv).....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 9. Cálculo de exigencia frigorífica para la zona 3.01</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 10. Resumen cargas térmicas verano por plantas</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 11. Temperaturas en Toledo</i>	<i>36</i>
<i>Tabla 12. Cálculo de cargas por transmisión en invierno para la zona 3.01.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 13. Resumen cargas térmicas invierno por plantas.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 14. Resumen de caudales de aire del sistema de climatización por plantas.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 15. Modelos de fan-coils de la serie FCS de la marca Termoven</i>	<i>44</i>
<i>Tabla 16. Cantidad y modelo de fan-coil seleccionados para cada planta del edificio</i>	<i>45</i>
<i>Tabla 17. Resumen de condiciones necesarias de la UTA.....</i>	<i>46</i>
<i>Tabla 18. Potencias frigorífica y calorífica necesarias para cada planta.....</i>	<i>47</i>
<i>Tabla 19. Cálculo de las pérdidas de carga del circuito que lleva agua fría a los fan-coils</i>	<i>51</i>
<i>Tabla 20. Cálculo de las pérdidas de carga del circuito que lleva agua caliente a los fan-coils</i>	<i>52</i>
<i>Tabla 21. Modelos de bombas escogidos para cada circuito, junto a su caudal y altura efectiva</i>	<i>53</i>
<i>Tabla 22. Número de rejillas por planta del edificio</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 23. Resumen de caudales de impulsión y retorno del climatizador, correspondientes con los caudales de ventilación y extracción de las estancias del edificio.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 24. Pérdidas de carga a vencer por los ventiladores en ambos circuitos de aire</i>	<i>58</i>
<i>Tabla 25. Pérdida de carga en conductos de aire (ventilación).....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 26. Pérdida de carga en conductos de aire (extracción).....</i>	<i>59</i>
<i>Tabla 27. Hoja de cálculo empleada para el cálculo de cargas térmicas en verano</i>	<i>65</i>
<i>Tabla 28. Cargas térmicas de verano obtenidas para cada estancia de las plantas a climatizar del edificio.....</i>	<i>67</i>

<i>Tabla 29. Hoja de cálculo empleada para el cálculo de cargas térmicas en invierno</i>	<i>68</i>
<i>Tabla 30. Cargas térmicas de invierno obtenidas para cada estancia de las plantas a climatizar del edificio.....</i>	<i>70</i>
<i>Tabla 31. Detalle de los caudales del sistema de climatización de todas las zonas de las plantas del edificio.....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 32. Cantidad de cada tipo de fan-coil seleccionado para cada zona del edificio, junto a sus respectivos caudales y cargas térmicas a hacer frente.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 33. Caudales de agua requeridos por los fan-coils y sus diámetros de tuberías establecidos.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 34. Caudal de agua requerido por el climatizador y sus diámetros de tuberías establecidos.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 35. Número de rejillas y modelo seleccionado por cada estancia, junto con el caudal de extracción requerido</i>	<i>81</i>

1. INTRODUCCIÓN

Este documento recoge todos los pasos necesarios que se han llevado a cabo para completar el diseño y dimensionamiento de un sistema de climatización adaptado al edificio objeto del proyecto, situado en la ciudad de Toledo. Se analizan las características tanto exteriores como interiores que determinarán las condiciones que asegurar por el sistema de climatización, seguido por el cálculo de las cargas térmicas a las que hacer frente. A la hora de determinar el sistema escogido, se dimensionan los conductos y tuberías necesarios, al igual que los equipos de generación y elementos adicionales que incluir.

1.1. Objeto y motivación

El objetivo principal de este proyecto es desarrollar un sistema de climatización y refrigeración completo, que se adapte a las circunstancias específicas del edificio objeto del proyecto. Estas circunstancias incluyen su configuración espacial y arquitectónica, al igual que las condiciones climatológicas que se darán en su ubicación exacta. Se trata de un edificio de oficinas, destinado para el uso de los trabajadores en su jornada laboral. Por este motivo, el propósito final de este proyecto es asegurar unas condiciones de confort en el interior del edificio que permitan a sus ocupantes desarrollar sus tareas sin ningún tipo de impedimentos ocasionados por las condiciones térmicas internas. Para los meses de verano se establece una temperatura interior óptima de 25°C, mientras que para la temporada más fría se establecen 21°C.

1.2. Desarrollo del proyecto

Tal y como se recoge en el Índice General, se desarrollan cuatro documentos distintos para completar el objetivo final de este proyecto. El primer documento consta de la Memoria, donde se recogen todos los pasos necesarios para dimensionar el sistema de

climatización en cuestión. Se calculan las cargas térmicas definidas por la arquitectura del edificio, su orientación geográfica y diversos factores más para determinar las potencias exigidas al propio sistema de climatización. A partir de estos datos, se selecciona el tipo de sistema a instalar, junto a los equipos de generación y componentes. Entre ellos destaca el dimensionamiento de las redes hidráulica y de conductos. Se finaliza con la selección de los elementos complementarios y accesorios necesarios para asegurar un correcto funcionamiento del sistema de climatización, según la normativa aplicada reglamentaria.

Este documento se complementa con los anexos correspondientes, donde se recogen los resultados en detalle de todos los cálculos numéricos que se realizan para completar el dimensionamiento del sistema por completo. Se incluyen también las tablas y gráficos utilizados en los cálculos y selección de elementos, así como los catálogos técnicos de los equipos elegidos.

Para completar todos los datos aportados en los documentos mencionados anteriormente, se incluyen una serie de Planos, el segundo documento, centrados en plasmar de manera visual las conclusiones que se alcanzan en el desarrollo del proyecto, y el resultado final del dimensionamiento y cálculo del sistema de climatización con sus conductos, tuberías y equipos detallados.

En referencia al aspecto económico del proyecto, se analizan todos los equipos y materiales seleccionados junto con sus precios unitarios, y el importe total de todo el proyecto en el tercer documento, el Presupuesto.

Para aportar un mayor detalle sobre estos equipos y la ejecución de una obra de instalación de un sistema de climatización, se desarrolla el Pliego de Condiciones, como cuarto y último documento del proyecto. En él se detallan las obligaciones específicas de la instalación de los equipos, junto con las cláusulas del contrato a firmar.

1.3. Normativa de aplicación

El desarrollo del proyecto se basa en la aplicación de una serie de normativas y reglamentos establecidas de manera nacional y autonómica, dictando las condiciones que deben establecerse en proyectos de esta naturaleza. Los reglamentos más aplicados son el Código Técnico de la Edificación (CTE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Como complemento, se aplican otras normativas vigentes como el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, el Reglamento de los servicios de prevención, el Reglamento de seguridad e higiene en el trabajo, la guía técnica del Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético (IDAE), las normas UNE de obligado cumplimiento y las ordenanzas municipales y normativas dictadas por la Comunidad Autónoma de Castilla-La Mancha.

1.4. Objetivos

El objetivo principal de este proyecto es asegurar unas condiciones de bienestar y confort interiores del edificio en cuestión para sus ocupantes, junto con un consumo energético responsable y el desarrollo de un sistema de climatización energéticamente y económicamente eficiente.

El impacto de la actividad industrial en el medio ambiente y las consecuencias que se están observando debido al cambio climático son aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de desarrollar un proyecto de esta naturaleza. Por este motivo, la eficiencia es la meta esencial a conseguir con la instalación de un sistema de climatización, que respete al medio ambiente a su vez y produzca el menor impacto posible. La selección del tipo de sistema a instalar, junto con los equipos y elementos que lo forman, se lleva a cabo priorizando aquellos que presenten un consumo eficiente, con menos pérdidas de energía y menos emisiones de CO₂, balanceando el aspecto económico a su vez.

2. CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO

2.1. Descripción del edificio

El edificio para climatizar en este proyecto se encuentra localizado en la ciudad de Toledo y se utilizará para acoger a trabajadores en sus jornadas laborales, como edificio de oficinas. Está compuesto por ocho plantas sobre rasante y cuatro plantas bajo rasante, donde se encuentran los garajes los cuales se consideran como locales no climatizados (LNC) y no se tendrán en cuenta para el dimensionamiento del sistema de climatización. La movilidad entre plantas es posible debido a la presencia de tres ascensores que comunican las doce plantas entre sí, localizados en el punto medio de la planta del edificio. También se encuentran unas escaleras como medida alternativa de movilidad entre plantas y como salida de emergencia.

Las fachadas principales del edificio se encuentran orientadas hacia el Norte y hacia el Sur, respectivamente, con la entrada principal en la fachada Norte a través de una recepción. El exterior del edificio está formado por paneles de cristales, permitiendo la entrada de luz natural en sus salas exteriores. La planta baja, situada a ras del suelo, presenta una imagen exterior formada por un muro y diversas ventanas de 4 m² que permiten iluminar las salas de esta planta de manera natural.

El edificio presenta una planta rectangular con algunas variaciones en diversas alturas, debido a la presencia de terrazas o de ampliación de salas en la planta segunda y quinta. Las salas interiores presentan una altura de 3,5 metros en cada planta, con la presencia de un falso techo para ubicar equipos del sistema de climatización y conductos. Debido a esto, la altura práctica de las salas se reduce a 3 metros.

La totalidad de la superficie del edificio por climatizar alcanza el valor de 3.998,64 m², es decir, aproximadamente 4.000 m² de oficinas y salas de reuniones y presentaciones para estudiar. Los baños situados en las plantas del edificio se consideran LNC, al igual que los garajes de las plantas bajo rasante y el ático, la séptima planta donde se encuentran

los casetones para albergar las salas de máquinas, equipos de climatización y de electricidad, con su propia cubierta. A continuación, se recoge un resumen de la superficie por climatizar en cada planta en la Tabla 1, así como información detallada acerca del reparto de salas, su uso y superficie a lo largo de todo el edificio en la Tabla 2.

Planta	Superficie
Baja (0)	748,23m ²
1	579,25m ²
2	551,05m ²
3	577,59m ²
4	541,65m ²
5	558,60m ²
6	442,27m ²
TOTAL	3,998,64m²

Tabla 1. Resumen superficies a climatizar por planta.

Planta	Zona	Descripción	Superficie
0	0.01	Sala de reuniones	125,57m ²
	0.02	Sala de reuniones	105,90m ²
	0.03	Zona común	145,27m ²
	0.04	Recepción	74,18m ²
	0.05	Zona común	6,25m ²
	0.06	Sala de presentaciones	291,06m ²
1	1.01	Oficina	25,25m ²
	1.02	Oficina	61,77m ²
	1.03	Oficina	78,67m ²
	1.04	Oficina	132,51m ²
	1.05	Oficina	19,95m ²
	1.06	Oficina	41,36m ²
	1.07	Zona común	38,33m ²
	1.08	Oficina	46,67m ²
	1.09	Oficina	21,07m ²
	1.1	Oficina	23,40m ²
	1.11	Oficina	20,77m ²
	1.12	Oficina	20,83m ²
	1.13	Sala de reuniones	48,67m ²
2	2.01	Oficina	69,77m ²
	2.02	Oficina	61,77m ²
	2.03	Oficina	20,28m ²
	2.04	Oficina	20,87m ²
	2.05	Oficina	25,99m ²

	2.06	Oficina	20,08m ²
	2.07	Oficina	46,67m ²
	2.08	Oficina	20,08m ²
	2.09	Oficina	40,97m ²
	2.1	Oficina	42,83m ²
	2.11	Oficina	90,87m ²
	2.12	Oficina	90,87m ²
3	3.01	Oficina	133,98m ²
	3.02	Oficina	40,47m ²
	3.03	Sala de reuniones	63,27m ²
	3.04	Oficina	132,00m ²
	3.05	Zona común	18,46m ²
	3.06	Oficina	37,63m ²
	3.07	Oficina	25,20m ²
	3.08	Oficina	41,18m ²
	3.09	Oficina	21,40m ²
	3.1	Oficina	23,20m ²
	3.11	Oficina	20,30m ²
	3.12	Oficina	20,50m ²
4	4.01	Oficina	70,80m ²
	4.02	Oficina	41,22m ²
	4.03	Zona común	22,67m ²
	4.04	Oficina	30,42m ²
	4.05	Oficina	79,65m ²
	4.06	Zona común	15,60m ²
	4.07	Sala de reuniones	46,48m ²
	4.08	Oficina	20,22m ²
	4.09	Oficina	20,22m ²
	4.1	Oficina	20,62m ²
	4.11	Oficina	132,50m ²
	4.12	Sala de reuniones	41,25m ²
5	5.01	Oficina	89,35m ²
	5.02	Oficina	59,39m ²
	5.03	Zona común	43,00m ²
	5.04	Oficina	37,27m ²
	5.05	Oficina	54,07m ²
	5.06	Zona común	47,26m ²
	5.07	Sala de reuniones	36,56m ²
	5.08	Oficina	32,44m ²
	5.09	Oficina	23,40m ²
	5.1	Oficina	20,76m ²
	5.11	Oficina	25,85m ²
	5.12	Zona común	23,71m ²
	5.13	Sala de reuniones	37,27m ²

	5.14	Oficina	28,27m ²
6	6.01	Sala de reuniones	78,97m ²
	6.02	Zona común	51,54m ²
	6.03	Oficina	62,83m ²
	6.04	Sala de reuniones	132,00m ²
	6.05	Oficina	23,40m ²
	6.06	Oficina	20,76m ²
	6.07	Oficina	41,53m ²
	6.08	Sala de reuniones	31,24m ²

Tabla 2. Detalle de superficies de las zonas de cada planta.

2.2. Condiciones exteriores

Las condiciones exteriores según las que se dimensionará el sistema de climatización del edificio de oficinas vienen determinadas por su localización geográfica. En este caso, el edificio se situará en la ciudad de Toledo, cuyas características específicas exteriores se recogen en la Tabla 3 a partir de la Guía Técnica de Condiciones Climáticas Exteriores (IDAE).

Provincia	Estación		Indicativo				
Toledo	Toledo (Buenavista)		3260B				
UBICACIÓN: ENTORNO CIUDAD			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO				
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad	
516	39°53'05"	04°02'58" W	87.600 (1998-2007)	(2) 18.980 (1998-2007)	14.600 (1998-2007)	58.384 (1998-2007)	
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)							
TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)		
-9,6	-2,6	-1,2	13,9	82	40,5		
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)							
TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
42,0	37,9	21,0	36,6	20,9	35,1	20,6	17,6
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)							
TH_0,4 (°C)	TSC_0,4 (°C)	TH_1 (°C)	TSC_1 (°C)	TH_2 (°C)	TSC_2 (°C)		
22,2	35,3	21,4	35,1	21,0	35,0		

Tabla 3. Características exteriores en la ciudad de Toledo.

La ciudad de Toledo se considera zona C4 según el Código técnico de edificación, parámetro necesario para determinar los requerimientos exteriores necesarios de temperatura y radiación solar, con el fin de maximizar la eficiencia energética.

La instalación se dimensionará y diseñará con el fin de que pueda hacer frente a las variaciones climatológicas esperadas a lo largo del año en esta zona concreta de España. En este caso, la ciudad de Toledo muestra una amplia diferencia entre las temperaturas registradas en verano y en invierno, por lo que se dimensionará la climatización del edificio con respecto a las temperaturas más desfavorables que se registren durante el año. A partir de las condiciones recogidas en la Tabla 3 y siguiendo la Norma UNE 100-001-2001 se seleccionan los datos de partida para diseñar el sistema de climatización.

Los percentiles reflejan la probabilidad de que se supere la temperatura seleccionada. Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de verano, se seleccionan las temperaturas seca y húmeda coincidente correspondiendo con el percentil 1%, debido a que será improbable que se superen estas temperaturas. Debido al mismo motivo, para el cálculo de las cargas térmicas máximas de invierno se seleccionan los datos correspondientes con el percentil 99%. En la Tabla 4 se recogen todos los datos de partida.

VERANO (1%)	
Temperatura seca	36.6 °C
Temperatura húmeda c.	20.9 °C
INVIERNO (99%)	
Temperatura seca	-1.2 °C
Humedad coincidente	82%

Tabla 4. Resumen de las condiciones climáticas exteriores en Toledo.

2.3. Condiciones interiores

El siguiente paso para el dimensionamiento del sistema a instalar consiste en determinar las condiciones interiores que requiere el edificio debido a su finalidad. En este proyecto, el edificio estudiado se utilizará como oficinas, con el objetivo de proporcionar confort y

bienestar a todos los trabajadores que lo ocupen para que puedan desarrollar cómodamente sus tareas profesionales.

Según la normativa vigente en el RITE, se establece que la calidad de aire dentro del edificio en cuestión debe ser “buena”, es decir, IDA 2, la cual se corresponde con oficinas, residencias (estudiantes y ancianos), locales comunes de edificios hosteleros, salas de lecturas, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y similares, piscinas y similares. Según esta categoría, el caudal de aire exterior por persona presente en las zonas interiores del edificio será de 12.5 L/s tal y como se recoge en la Tabla 5, es decir, 45 m³/h.

Categoría	Caudal de aire exterior por persona (L/s)	
	Rango	Valores por defecto
IDA 1	> 15	20
IDA 2	10 ... 15	12,5
IDA 3	6 ... 10	8
IDA 4	< 6	5

Tabla 5. Especificaciones de caudal de aire exterior por persona según IDA.

Siguiendo las indicaciones establecidas en el RITE, las condiciones interiores del edificio estarán comprendidas dentro de los intervalos que se recogen en la Tabla 6. Atendiendo a las diversas especificaciones del edificio, el uso que se le dará y las características de los ocupantes, se establecen los datos operativos siguientes: temperatura operativa de 25°C en verano con una humedad relativa del 50% y 21°C en invierno.

Estación	Temperatura operativa (°C)	Humedad relativa (%)
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Tabla 6. Condiciones interiores de diseño.

3. CARGAS TÉRMICAS

El cálculo de las cargas térmicas que estarán presentes en cada una de las zonas del edificio es un paso esencial en el diseño y dimensionamiento del sistema de climatización, ya que definirán la potencia necesaria que deberán tener los equipos para compensar las variaciones de temperaturas climatológicas que se den en la zona y asegurar el bienestar de los ocupantes del edificio con unas condiciones óptimas internas. Existen diversas consideraciones a tener en cuenta a la hora de proceder con el cálculo de estas cargas, debido a la implicación de factores internos y externos en el proceso.

Existen dos tipos de cargas térmicas: las sensibles y las latentes. El calor sensible es aquel que causa un cambio de temperatura en una sustancia, sin lograr que cambie de estado. Por otro lado, el calor latente es aquel que provoca un cambio de estado en una sustancia sin que la temperatura varíe (Emerson, 2013). Debido a la presencia de estos dos tipos de cargas, la temperatura de las estancias varía por consecuencia de las sensibles y la humedad por las latentes. A la hora de calcular estas cargas térmicas, se consideran las condiciones más desfavorables para obtener el correcto dimensionamiento del sistema de climatización.

3.1. Factores determinantes

Existen una serie de factores a tener en consideración para el cálculo de las cargas térmicas de un edificio. Estos se dividen principalmente en factores externos e internos. Por un lado, los factores externos son la radiación solar que recibe el edificio y genera calor sensible, la transmisión de calor sensible por los muros, techos y suelos del edificio, y el impacto de la ventilación de aire exterior en calor sensible y latente. Por otro lado, los factores internos a considerar son el nivel de ocupación que existirá en cada estancia que se muestra en variaciones de calor sensible y latente, y el impacto de los elementos de iluminación y aplicaciones eléctricas en calor latente.

3.1.1. Factor de radiación solar

La orientación del edificio determinará la intensidad de la radiación solar que recibirán sus muros y fachadas, factor a tener en cuenta a la hora de calcular las cargas térmicas totales. Cuanto mayor sea la radiación recibida, mayores serán las cargas térmicas registradas que habrá que compensar. Para determinar la potencia necesaria de los equipos que aseguren el bienestar de los ocupantes del edificio se debe tener en cuenta la orientación en la que se encuentren las distintas partes exteriores de la fachada, junto con sus materiales y cerramientos. En el caso propuesto para este proyecto, se decide emplear un factor de ganancia solar (FGS) de 0,48 para los cerramientos acristalados, acorde con el rendimiento elevado de control solar de los acristalamientos. Este factor refleja la relación entre la energía solar que incide en el cristal y la que el cristal transmite al interior. Cuanto más cerca del valor 1, más translúcida se considera la superficie. En cambio, cuanto más cercano a 0 el FGS, más opaca se considera la superficie, transmitiendo una menor radiación solar.

3.1.2. Coeficientes de transmisión

Otro factor decisivo para el cálculo de las cargas térmicas es la transmisión de calor que se produce debido a los muros, suelos y techos del edificio. Los coeficientes de transmisión de los distintos materiales utilizados indican la capacidad de aislamiento térmico que poseen los mismos, es decir, su eficacia evitando la transmisión de calor entre el interior y el exterior del edificio. Cuanto menor sea el valor de los coeficientes de transmitancia térmica, mejor aislante será el material en cuestión.

La Tabla 7 recoge los coeficientes de transmisión térmica asignados a los distintos cerramientos que se encuentran en el edificio objeto de estudio de este proyecto, respetando los requerimientos establecidos en el Documento Básico HE-CTE (CTE DH-HE1).

Material	Coefficiente de transmisión térmica
Cristales	2,60 kcal/h·m ² ·°K
Muros Exteriores	0,65 kcal/h·m ² ·°K
Tabiques	1,20 kcal/h·m ² ·°K
Tejados	0,46 kcal/h·m ² ·°K
Suelos interiores	1,10 kcal/h·m ² ·°K
Suelos exteriores	1,10 kcal/h·m ² ·°K
Techos	2,02 kcal/h·m ² ·°K
Puertas	2,00 kcal/h·m ² ·°K

Tabla 7. Coeficientes de transmisión térmica

3.1.3. Factor de orientación

Como se ha mencionado anteriormente, la orientación de las distintas fachadas y cerramientos del edificio es un factor determinante en el cálculo de las cargas térmicas, debido a la acción del viento sobre los mismos. En la Tabla 8 se recogen los factores de orientación (f_v) en función del viento predominante y la orientación de la fachada correspondiente.

Orientación	Cristal	Muro
Norte	1,35	1,2
NE	1,35	1,2
Este	1,25	1,15
SE	1,15	1,1
Sur	1,00	1
SO	1,10	1,05
Oeste	1,20	1,1
NO	1,25	1,15

Tabla 8. Factor de orientación (f_v)

3.1.4. Nivel de ocupación

Tras finalizar con las explicaciones de los factores externos a considerar en el cálculo de las cargas térmicas, procedemos con el principal factor interno: el nivel de ocupación de las estancias. Esto se debe a que los usuarios en sí generan cargas térmicas que afectan a

la climatización de los locales, tanto calor sensible como latente. Según la normativa aplicable, el nivel medio de ocupación en oficinas se considera de 1 persona por cada 10m². Del mismo modo, cada trabajador genera 57kcal/h de calor sensible y 55kcal/h de calor latente, según lo establecido por el RITE, al estar sentado y trabajando.

3.1.5. Aplicaciones eléctricas e iluminación

El último factor interno por considerar en el cálculo de las cargas térmicas es la presencia de aplicaciones eléctricas y elementos de iluminación. Para encontrar su impacto en las cargas de los locales se consulta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, donde figuran los valores de 20 W/m² para el alumbrado y 15 W/m² para los equipos eléctricos.

3.2. Cálculo de cargas térmicas

Para desarrollar correctamente el cálculo de las cargas térmicas se diferencian las estaciones de verano y la de invierno, debido a las diferencias significativas de temperatura y humedad existentes entre ambas. En cada época se tienen en cuenta diversos factores de los mencionados anteriormente, con el objetivo de diseñar la instalación para las condiciones más desfavorables posibles en cada una de ellas.

Se debe mencionar que las infiltraciones de aire exterior en el edificio también afectan a las cargas térmicas totales a considerar para el dimensionamiento del sistema de climatización. En este proyecto, se diseña el sistema de manera que exista una sobrepresión en las estancias del edificio por lo que las infiltraciones se pueden despreciar a la hora de completar el cálculo de las cargas térmicas.

3.2.1. Cargas en verano

Para poder calcular las cargas térmicas que el sistema de climatización tendrá que hacer frente en verano se consideran factores externos e internos que puedan variar el calor sensible y latente de las estancias del edificio. Los equipos se dimensionarán teniendo en cuenta las situaciones más desfavorables, para asegurar el bienestar y confort de los ocupantes del edificio. Debido a esto, se obtienen las cargas térmicas analizando la hora y el mes más desfavorables en cuanto a temperaturas y según la orientación del local. Estos datos se introducen en una hoja de cálculo de Excel representada en la Tabla 9 para obtener las cargas totales.

El procedimiento que se sigue para calcular las cargas térmicas es idéntico en todas las estancias del edificio. En primer lugar, se obtienen las características arquitectónicas de cada una de las zonas a través de AutoCAD 2022, analizando los planos técnicos de cada una de las plantas del edificio. De esta manera, se introducen en la hoja de cálculo de Excel las dimensiones de cada estancia junto a la de los cerramientos, para proceder con el cálculo de factores externos e internos a tener en cuenta.

3.2.1.1. Factores externos

Radiación solar

Este factor representa la carga sensible provocada por la radiación solar sobre las ventanas. Se selecciona para cada zona del edificio la hora del día y el mes que supongan las condiciones más desfavorables que afrontar según su orientación. La ecuación empleada para su cálculo es la siguiente:

$$P_{rad} = R \cdot A \cdot FGS \text{ [kcal/h]}$$

- R: radiación solar que atraviesa el material por cada unidad de superficie [kcal/h·m²]

- A: superficie de la ventana [m²]
- FGS: factor de ganancia solar [-]

Transmisión por muros, suelos y techos

Este factor recoge la transmisión de calor que se produce a través de los materiales del edificio que están en contacto con el exterior, debido a la diferencia de temperaturas que existe entre locales climatizados y el exterior o locales no climatizados. La ecuación empleada para su cálculo es la siguiente:

$$P_{transmisión} = K \cdot A \cdot \Delta T \text{ [kcal/h]}$$

- K: coeficiente de transmisión térmica [kcal/h·m²·°C]
- A: superficie de paredes, techos y suelos [m²]
- ΔT : diferencia de temperatura entre el exterior e interior de la sala a climatizar [°C]

Ventilación aire exterior

Como se ha comentado en apartados anteriores, el aire interior del edificio debe ser de la categoría IDA 2, suponiendo un caudal de ventilación de aire exterior de 12,5L/s por ocupante. Esto supone una carga sensible y latente adicional a vencer para el sistema de climatización. Las ecuaciones empleadas para su cálculo son las siguientes:

$$P_{vent_sensible} = Q \cdot (1 - FB) \cdot \Delta T \cdot 0.3 \text{ [kcal/h]}$$

$$P_{vent_latente} = Q \cdot (1 - FB) \cdot \Delta w \cdot 0.72 \text{ [kcal/h]}$$

- Q: caudal de ventilación de aire exterior necesario [m³/h]
- FB: factor de bypass, representa el aire que pasa por el climatizador, pero no se trata debido a que los equipos no tienen un rendimiento del 100%. Este aire supone una carga adicional a considerar para el dimensionamiento de los equipos. En este proyecto se considera un FB del 15%.

- ΔT : diferencia de temperatura entre el exterior e interior de la sala a climatizar [°C]
- Δw : diferencia de humedades absolutas [gr/kg]

Infiltraciones

Tal y como se ha explicado anteriormente, las infiltraciones de aire exterior a las salas del edificio no se tienen en consideración a la hora de calcular las cargas térmicas que los equipos deben hacer frente debido al diseño que se ha realizado para asegurar una sobrepresión en las salas, evitando la presencia de infiltraciones.

3.2.1.2. Factores internos

Nivel de ocupación

Los usuarios que ocupen las distintas salas del edificio también se consideran aportaciones de cargas sensibles y latentes, debido al calor que genera el propio cuerpo humano. Las ecuaciones que se emplean para su cálculo son las siguientes:

$$P_{ocup_sensible} = n^{\circ} \text{ personas} \cdot C_{s_{ocupantes}} \text{ [kcal/h]}$$

$$P_{ocup_latente} = n^{\circ} \text{ personas} \cdot C_{l_{ocupantes}} \text{ [kcal/h]}$$

- N° personas: número de ocupantes de la estancia a climatizar según su superficie.
- $C_{s_{ocupantes}}$: generación de calor sensible por ocupante [kcal/h]
- $C_{l_{ocupantes}}$: generación de calor latente por ocupante [kcal/h]

Aplicaciones eléctricas e Iluminación

Como último factor a considerar, se calculan las cargas aportadas por los equipos eléctricos y el alumbrado, empleando las siguientes fórmulas:

$$P_{alumbrado} = A \cdot F_{alumbrado} \cdot 0.86 \cdot f \text{ [kcal/h]}$$

$$P_{equipos} = A \cdot F_{equipos} \cdot 0.86 \text{ [kcal/h]}$$

- A : superficie de la estancia a climatizar [m^2]
- $F_{\text{alumbrado}}$ y F_{equipos} : cargas establecidas para la iluminación y los equipos eléctricos [W/m^2]
- f : factor de mayoración de luminarias fluorescentes de valor 1.25

Tras determinar todos los factores por considerar en el cálculo de las cargas térmicas en verano, se introducen todos los datos necesarios en la hoja de cálculo de Excel para obtener los resultados correspondientes. A continuación, se adjunta un ejemplo del cálculo de las cargas térmicas en verano en una de las oficinas más amplias del edificio (estancia 3.01) situada en la planta tercera.

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS																
Proyecto: Climatización de un edificio de oficinas									10 de January de 2023							
Planta: Tercera			Zona: 3.01													
DIMENSIONES: 16,50 X 8,12 = 133,98 m ²					HORA SOLAR: 16		TOLEDO									
CONCEPTO SUPERFICIE GAN. SOLAR O DIF. TEMP. FACTOR Kcal/h					MES: JULIO											
GANANCIA SOLAR-CRISTAL					TOTALES		CONDICIONES BS BH %HR TR Gr/Kgr									
NORTE	Cristal	24,36	m ² x	38	x	0,48	444		Exteriores	34,0	21,8	35		11,4		
NE	Cristal	m ² x		38	x	0,48			Interiores	25,0	18,0	50		10,0		
ESTE	Cristal	m ² x		38	x	0,48			DIFERENCIA	9,0				1,4		
SE	Cristal	m ² x		38	x	0,48			CALOR LATENTE							
SUR	Cristal	24,36	m ² x	42	x	0,48	491		Infiltración	m ³ /h x	1,4	x	0,72			
SO	Cristal	m ² x		382	x	0,48			Personas	13	Personas	x	55	715		
OESTE	Cristal	49,50	m ² x	527	x	0,48	12.522		Aplicaciones							
NO	Cristal	m ² x		337	x	0,48			SUBTOTAL							
	Claraboya	m ² x		405	x	0,48			COEFICIENTE DE SEGURIDAD		10	%		72		
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					TOTALES		CALOR LATENTE DEL LOCAL			787						
NORTE	Pared	m ² x		4,3	x	0,65			Aire Ext.	585,00	m ³ /h x	1,4	x	0,15	BF x 0,72	90
NE	Pared	m ² x		5,5	x	0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					877		
ESTE	Pared	m ² x		5,5	x	0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					24.409		
SE	Pared	m ² x		8,8	x	0,65			CALOR AIRE EXTERIOR							
SUR	Pared	m ² x		13,2	x	0,65			Sensible	585,00	m ³ /h x	9,0	x (1-	0,15 BF) x 0,3	1.343	
SO	Pared	m ² x		16,6	x	0,65			Latente	585,00	m ³ /h x	1,4	x (1-	0,15 BF) x 0,72	508	
OESTE	Pared	m ² x		13,2	x	0,65			SUBTOTAL					1.851		
NO	Pared	m ² x		5,5	x	0,65			GRAN CALOR TOTAL					26.260		
	Tejado-Sol	m ² x		18,2	x	0,46			A. D. P.							
	Tejado-Sombra	m ² x		3,2	x	0,46			FACTOR CALOR SENSIBLE							
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS					TOTALES		23.533			Efec. Sens. Local = 0,96						
	Total Cristal	98,22	m ² x	9,0	x	2,60	2.298		ADP Indicado= °C							
	Tabiques LNC	m ² x		4,5	x	1,20			ADP Seleccionado= 12 °C							
	Techo LNC	m ² x		4,5	x	2,02			CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO							
	Suelo	m ² x		4,5	x	1,10			ΔT=(1-0,15 BF)x(°C Loc 25,0 - 12 ADP)= 11,05							
	Suelo exterior	m ² x		9,0	x	1,10			CAUDAL DE AIRE M ³ /H							
	Puertas	4,00	m ² x	9,0	x	2,00	72		23.533 Sensible Local = 7.099							
	Infiltración	m ³ /h x		9,0	x	0,30			0,3 X 11,05 ΔT =							
CALOR INTERNO					TOTALES		741			Observaciones:						
	Personas	13	Personas	x		57	741		Nº DE O.T.:							
	Alumbrado	2.680	Wattios x 0,86	x		1,25	2.881		CALCULADO POR:							
	Aplicaciones, etc.			2.010	x	0,86	1.729									
	Potencia				x											
	Ganancias Adicionales				x											
					SUBTOTAL		21.178									
COEFICIENTE DE SEGURIDAD					10 %		2.118									
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL							23.296									
	Aire Exterior	585,00	m ³ /h x	9,0	x	0,15	237									
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL							23.533									

Tabla 9. Cálculo de exigencia frigorífica para la zona 3.01

Este cálculo se emplea con todas las estancias de todas las plantas a climatizar del edificio, analizando siempre los escenarios más desfavorables. De esta manera, el mes y la hora del día más desfavorable varía para cada uno de ellos dependiendo de su orientación y forma geométrica de los cerramientos. Debido a esto, la potencia calculada requerida para el sistema completo de climatización está sobredimensionada, ya que nunca se darán todas las condiciones desfavorables a la vez en el edificio completo alcanzando el 100% de las cargas térmicas calculadas.

La Tabla 10 recoge un resumen de los resultados obtenidos del calor total efectivo de los locales y el gran calor total, dividido por plantas. En el Anexo II “Cálculo de cargas térmicas totales” se incluye el detalle de todos los cálculos por estancias de cada planta.

Planta	Superficie [m ²]	Calor total efectivo del local [kcal/h]	Gran calor total [kcal/h]	Q verano [kW]
Baja	748,23	51.370	62.190	72,33
Primera	579,25	60.385	68.640	79,83
Segunda	551,05	59.619	67.448	78,44
Tercera	577,59	60.401	68.518	79,69
Cuarta	541,65	56.340	64.028	74,46
Quinta	558,60	60.232	68.205	79,32
Sexta	442,27	45.868	51.989	60,46

Tabla 10. Resumen cargas térmicas verano por plantas

Se debe tener en cuenta que estas cargas máximas no se podrán dar todas en el mismo momento, debido a que para su cálculo se han considerado las condiciones más desfavorables para cada estancia de cada planta, muchas de ellas difiriendo entre sí debido a su arquitectura y orientación de muros y ventanas. Por esta razón, no se alcanzará nunca la potencia máxima calculada de refrigeración, es un dato que estará sobredimensionado.

3.2.2. Cargas en invierno

El procedimiento necesario para el cálculo de las cargas térmicas en invierno es más sencillo que el de su estación contraria, ya que las cargas internas favorecen la climatización y no suponen cargas adicionales que el sistema tenga que hacer frente. Adicionalmente, estas cargas se calculan con las mismas condiciones desfavorables de hora y mes para todos los locales por igual, sin necesidad de diferenciarlos como en el caso de las cargas de verano.

Las condiciones establecidas para el estudio de las cargas térmicas en invierno se basan en el momento del día con ausencia de radiación solar y con el edificio vacío, previo a la entrada de la jornada laboral. De esta manera se aseguran las condiciones más

desfavorables que el sistema de calefacción tendrá que hacer frente. Por tanto, se establece el mes de enero a las 8 de la mañana como escenario principal para el estudio de estas cargas.

Tras definir las especificaciones necesarias, se introducen los datos de cada estancia del edificio a climatizar en otra hoja de cálculo de Excel, representada en la Tabla 12. Se consultan las condiciones climáticas en la Guía Técnica de Condiciones Climáticas de proyecto, y se emplean las temperaturas recogidas en la Tabla 11, junto con la temperatura interior establecida y previamente justificada.

Toledo en enero a las 8:00 AM	
Tª Exterior	-1.2 °C
Tª Interior	21 °C
Tª Terreno	6.9 °C

Tabla 11. Temperaturas en Toledo

Una vez definidas todas las condiciones que enmarcan el cálculo de las cargas térmicas en invierno, se procede con la introducción de estos datos para obtener los resultados finales, sumando la carga aportada por el aire exterior y la de transmisión por parte de los cerramientos. A continuación, se adjunta un ejemplo del cálculo de las cargas térmicas en invierno en una de las oficinas más amplias del edificio (estancia 3.01) situada en la planta tercera.

CIUDAD	TOLEDO
Temp. Exterior	-1,20 °C
Temp. Interior	21,00 °C
Temp. TERRENO	6,90 °C

MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Superficie (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T _{int} - T _{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
3.01									
CRISTAL	N	8,1	3,00	24,4	2,60	22,2	1,35	1,15	2.182,91 Kcal/h
CRISTAL	NE		3,00		2,60	22,2	1,35	1,15	
CRISTAL	E		3,00		2,60	22,2	1,25	1,10	
CRISTAL	SE		3,00		2,60	22,2	1,15	1,10	
CRISTAL	S	8,1	3,00	24,4	2,60	22,2	1,00	1,10	1.546,67 Kcal/h
CRISTAL	SO		3,00		2,60	22,2	1,10	1,10	
CRISTAL	O	16,5	3,00	49,5	2,60	22,2	1,20	1,15	3.942,85 Kcal/h
CRISTAL	NO		3,00		2,60	22,2	1,25	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	N		3,00		0,65	22,2	1,20	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NE		3,00		0,65	22,2	1,20	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	E		3,00		0,65	22,2	1,15	1,10	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SE		3,00		0,65	22,2	1,10	1,10	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	S		3,00		0,65	22,2	1,00	1,10	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SO		3,00		0,65	22,2	1,05	1,10	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	O		3,00		0,65	22,2	1,10	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NO		3,00		0,65	22,2	1,15	1,15	
CUBIERTA	H		3,00		0,46	22,2	1,00	1,15	
SUELO					1,10	14,1	1,00	1,15	
LNC					1,20	11,1	1,00	1,00	
CARGA DE VENTILACIÓN	Q (m³/h)								
AIRE EXTERIOR	585,00 m ³ /h								3.896,10 Kcal/h
TOTAL									11.568,53 Kcal/h

Tabla 12. Cálculo de cargas por transmisión en invierno para la zona 3.01

La Tabla 13 recoge un resumen de los resultados obtenidos del caudal de ventilación de aire exterior y la carga total en invierno, dividido por plantas. En el Anexo II “Cálculo de cargas térmicas totales” se incluye el detalle de todos los cálculos por estancias de cada planta.

Planta	Superficie [m ²]	Aire exterior [kcal/h]	Carga total invierno [kcal/h]	Q invierno [kW]
Baja	748,23	22.777	36.810	42,81
Primera	579,25	17.383	42.779	49,75
Segunda	551,05	16.484	38.208	44,44
Tercera	577,59	17.083	42.241	49,13
Cuarta	541,65	401.889	40.091	46,63
Quinta	558,60	16.783	42.518	49,45
Sexta	442,27	12.886	34.731	40,39
TOTAL	3.998,64	505.285	277.379	322,59

Tabla 13. Resumen cargas térmicas invierno por plantas

4. SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN SELECCIONADO

Existen una gran variedad de tipos de sistemas de climatización, para adecuarse a las diversas situaciones que se pueden dar. A la hora de seleccionar uno de ellos se debe tener en cuenta el uso que se dará a los locales para climatizar y las circunstancias que los rodean, tanto climáticas como estructurales. Se debe considerar también el tipo de fluido que se seleccionará para el sistema primario que realizará la toma o cesión de energía.

En el caso de este proyecto, considerando todos los aspectos mencionados anteriormente, se decide instalar un sistema de climatización de aire-agua. Esta decisión se justifica debido a la gran flexibilidad que presenta este tipo de climatización en referencia a modificaciones en el propio sistema, permitiendo la fácil adaptación de nuevos elementos tras instalar los principales, y en cuanto al diseño, permitiendo una gran variedad de posibilidades en los elementos incluidos en el sistema. Al contar con pequeñas salas interiores y amplias salas de reuniones con grandes cristalerías, este sistema se considera el más apropiado y eficiente para climatizar un edificio como este.

Los sistemas de climatización aire-agua funcionan a partir del calentamiento o enfriamiento del agua mediante unidades exteriores, la cual se distribuye a los distintos elementos terminales (en este caso fan-coils) que extraen el calor/frío proveniente del agua y lo transmiten al aire, que luego se emite a través de los ventiladores a las distintas salas del edificio. Los principales elementos de este tipo de sistema de climatización se detallan a continuación.

- *Unidades exteriores*: estos equipos son los encargados de calentar o enfriar el agua que se distribuirá a todos los fan-coils del sistema. Son necesarias tanto calderas para la calefacción como enfriadoras para la refrigeración de las salas.
- *Fan-coils*: estos equipos son los encargados de transmitir la energía del agua al aire que luego se impulsará hacia las distintas salas del edificio. Están formados por una batería o intercambiador de frío/calor (*coil*) y un ventilador (*fan*). Para este proyecto, se deciden instalar fan-coils de 4 tubos para permitir la

refrigeración y calefacción simultánea en distintas zonas del edificio, con dos tubos de retorno y dos de impulsión.

- *Unidad de tratamiento del aire (UTA)*: este equipo tiene la finalidad de asegurar las condiciones de calidad del aire interior establecidas por el RITE, con un caudal de aire exterior de 12,5 L/s por persona para certificar la renovación apropiada del aire. A su vez, se encarga de filtrar el aire que se introduce en las salas

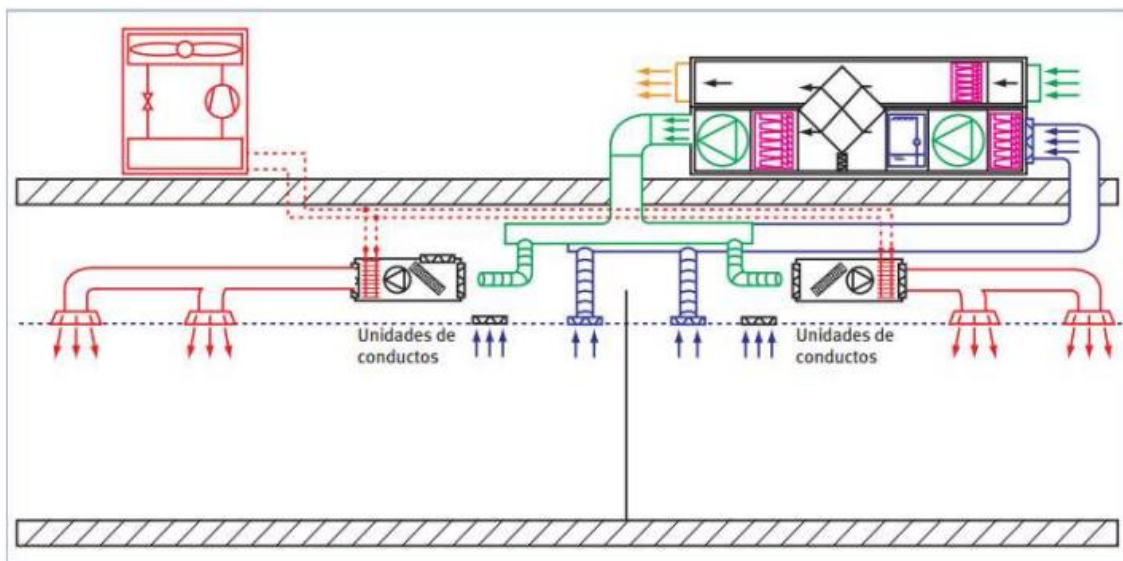


Figura 1. Sistema de climatización aire-agua con fan-coils

5. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

Tras haber seleccionado el tipo de sistema de climatización que se empleará en el edificio objeto del proyecto, se procede con el diseño y dimensionamiento de la instalación de este. Para ello, se profundiza en los elementos necesarios para asegurar un correcto funcionamiento de climatización según las especificaciones de los locales del edificio y las condiciones establecidas anteriormente. Se estudian la red hidráulica y el circuito de aire por separado.

5.1. Circuito de aire

5.1.1. Caudales necesarios

Para dimensionar correctamente los elementos necesarios en el circuito de aire y seleccionar los equipos correspondientes, es necesario calcular los caudales de aire que la correcta climatización del edificio requerirá. En la Figura 2 se recoge un esquema simplificado de los caudales de aire que intervienen en un sistema de climatización con fan-coils.

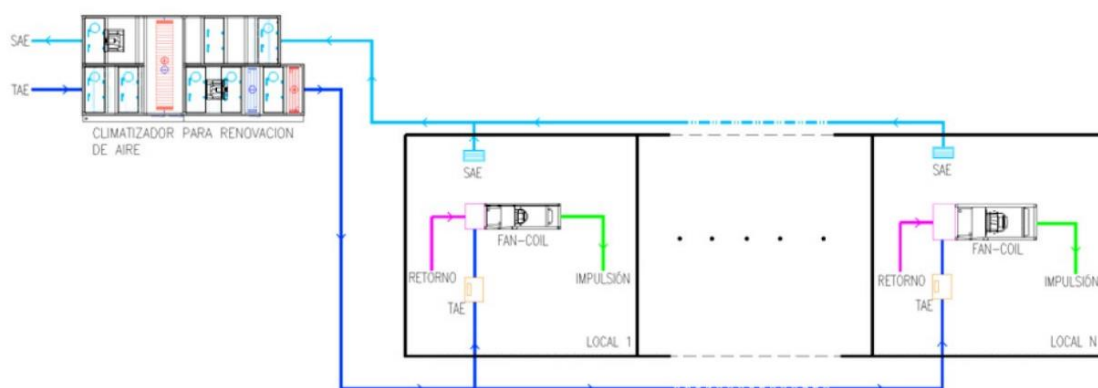


Figura 2. Esquema de caudales de aire CL+Fan-coils

Observando la Figura 2, se diferencian distintos caudales de aire que intervienen en el sistema de climatización.

En primer lugar, se encuentra el caudal de ventilación a partir de aire exterior, señalado como TAE en el esquema de la Figura 2. Se trata del aire que la UTA impulsa hacia los locales para su ventilación, filtrándolo previamente. Este caudal debe asegurar que se cumplen las condiciones establecidas por el RITE de calidad del aire interior y ventilación por persona (45 m³/h por ocupante).

En segundo lugar, se estudia el caudal de impulsión de los fan-coils a cada uno de los locales, el cual debe ser suficiente para hacer frente a las cargas térmicas que se presenten en estos. Para calcular los distintos caudales de impulsión necesarios en los módulos, se emplea la siguiente ecuación:

$$Q_{imp} = \frac{P_{se}}{0,3 \cdot (1 - FB) \cdot (T_i - T_{SH2O})} \text{ [m}^3\text{/h]}$$

- P_{se} : carga sensible efectiva del local [kcal/h]
- FB : factor de bypass (15%)
- T_i : temperatura interior del local de diseño [°C]
- T_{SH2O} : temperatura de salida del agua de la batería. Este valor se obtiene a partir del factor de calor sensible efectivo del local (calor sensible entre la carga total), empleando el diagrama psicrométrico correspondiente donde, al trazar la recta térmica efectiva se obtiene la mínima temperatura de rocío de la batería (12°C).
- 0,3: calor portante del aire, obtenido al dividir su calor específico entre su volumen específico [kcal/m³·°C]

El tercer caudal por considerar se trata del caudal de retorno. La función de este mismo es recircular una porción del aire interior del local de vuelta al fan-coil. La cantidad de aire necesaria se calcula mediante un balance de caudales dentro del fan-coil:

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

El último caudal por analizar es el de extracción, señalado como SAE en la Figura 2, encargado de dirigir una parte del aire interior del local de vuelta a la unidad de tratamiento de aire. Para asegurar la sobrepresión y poder descartar el análisis de las infiltraciones de los locales, se establece un caudal de extracción correspondiente con el 90% del caudal de ventilación de cada local.

A continuación, se muestra un resumen de los valores de los cuatro tipos de caudales por plantas en la Tabla 14. En el Anexo III “Cálculo de caudales de aire” se recogen en la Tabla 31 el detalle de todos los valores de los caudales del sistema de climatización por local de cada planta.

Planta	Caudal ventilación [m ³ /h]	Caudal impulsión [m ³ /h]	Caudal retorno [m ³ /h]	Caudal extracción [m ³ /h]
0	3.555	16.948,3	13.393,3	3.200
1	2.610	20.132,6	17.522,6	2.349
2	2.745	21.597,9	18.852,9	2.470,5
3	2.565	20.164,0	17.599,0	2.308,5
4	2.430	18.786,5	16.356,5	2.187
5	2.790	21.756,5	18.966,5	2.511
6	2.205	16.874,2	14.669,2	1.984,5

Tabla 14. Resumen de caudales de aire del sistema de climatización por plantas

5.1.2. Equipos seleccionados

Una vez obtenidos los valores de los caudales necesarios para el circuito del aire, se procede con la selección de los equipos que formarán el sistema de climatización. Para ello, se debe atender a los requerimientos técnicos del edificio, así como basar esta decisión considerando las cargas térmicas calculadas anteriormente. A continuación, se procede con la justificación de la selección de equipos de fan-coils y climatizadores (UTA).

5.1.2.1. Fan-coils

Los fan-coils son equipos que manejan dos fluidos, agua y aire, con el fin de asegurar el intercambio de energía del agua hacia el aire, el cual después es impulsado mediante un ventilador hacia el local en cuestión para su climatización. Su instalación se encuentra en el falso techo de cada estancia del edificio con el objetivo de hacer frente a las cargas térmicas que se den en el mismo y mantener unas condiciones de confort asegurando el bienestar de sus ocupantes.

Para este proyecto se decide instalar fan-coils de cuatro tubos para permitir la refrigeración y calefacción simultánea en distintas zonas, dotando de una mayor independencia de climatización a cada una de ellas. A la hora de seleccionar los equipos específicos para instalar en cada una de las zonas del edificio, se consideran tres aspectos principales del sistema:

1. El caudal de impulsión requerido en cada una de las estancias del edificio, calculado anteriormente.
2. La carga térmica a la que hacer frente en verano en cada estancia del edificio calculada anteriormente. Este valor definirá la potencia frigorífica que deberá presentar el fan-coil en cuestión.
3. La carga térmica a la que hacer frente en invierno en cada estancia del edificio calculada anteriormente. Este valor definirá la potencia calorífica que deberá presentar el fan-coil en cuestión.

Tras analizar estos tres aspectos fundamentales, se decide emplear fan-coils de la marca Termoven de la serie FCS, de tipo cassette. Estos equipos serán de cuatro tubos, formado por tubos de impulsión para agua caliente y agua fría, junto con tubos de retorno de agua caliente y fría. Al ser fan-coils de tipo cassette aseguran un reparto equitativo del aire climatizado en la sala, por lo que no requieren la instalación de conductos de impulsión ni difusores adicionales. En la Tabla 15 se recogen las principales características de los modelos considerados para su instalación en el edificio objeto del proyecto. En el Anexo

VII “Catálogos de equipos” se encuentra el catálogo completo de los modelos seleccionados de fan-coils con todas sus características técnicas específicas.

Modelos Fan-coils	Caudal máximo [m ³ /h]	Potencia frigorífica total [kcal/h]	Potencia frigorífica sensible [kcal/h]	Potencia calorífica [kcal/h]
FCS-30	750	2.891	1.982	2.818
FCS-50	875	4.453	2.831	3.146
FCS-80	1.375	5.103	3.648	5.431
FCS-90	1.600	8.077	5.218	6.000

Tabla 15. Modelos de fan-coils de la serie FCS de la marca Termoven

A continuación, se recoge en la Tabla 16 la distribución de los fan-coils seleccionados para cada planta, mostrando un resumen de los modelos seleccionados y la cantidad de cada uno de ellos. En el Anexo IV “Cálculo de tuberías” se recoge en la Tabla 32 un detalle de los tipos de fan-coils y la cantidad seleccionados para cada una de las salas del edificio, junto con el caudal de impulsión necesario y las cargas térmicas a vencer.

Planta	Modelo Fan-coil	Unidades
0	FCS-30	6
	FCS-50	1
	FCS-80	8
	FCS-90	2
1	FCS-30	9
	FCS-50	1
	FCS-80	5
	FCS-90	5
2	FCS-30	4
	FCS-50	2
	FCS-80	7
	FCS-90	5
3	FCS-30	8
	FCS-50	2
	FCS-80	10
	FCS-90	1
4	FCS-30	7
	FCS-50	4
	FCS-80	7
	FCS-90	1

5	FCS-30	6
	FCS-50	0
	FCS-80	13
	FCS-90	1
6	FCS-30	2
	FCS-50	6
	FCS-80	4
	FCS-90	3

Tabla 16. Cantidad y modelo de fan-coil seleccionados para cada planta del edificio

5.1.2.2. Climatizador de aire primario

Los climatizadores de aire primario o unidades de tratamiento del aire (UTA) son los equipos encargados de tomar aire del exterior del edificio, filtrarlo asegurando que se cumplen las condiciones de calidad establecidas por el RITE, y distribuirlos hacia los locales para renovar el aire interior. A la hora de seleccionar los equipos específicos para instalar, al igual que con los fan-coils, se consideran tres aspectos principales del sistema:

1. El caudal de ventilación requerido en cada zona de las plantas del edificio, establecido por las exigencias de calidad recogidas en el RITE. Este caudal se corresponde con el caudal de impulsión necesario para la UTA, ya que la ventilación se lleva a cabo mediante el uso del aire exterior.
2. La carga térmica a la que hacer frente en verano proveniente del aire exterior (tanto latente como sensible). Este valor definirá la potencia frigorífica que deberá presentar el climatizador.
3. La carga térmica a la que hacer frente en invierno proveniente del aire exterior. Este valor definirá la potencia calorífica que deberá presentar el climatizador.

En la Tabla 17 se resumen las potencias caloríficas y frigoríficas necesarias para cada planta, junto con el caudal de ventilación total de las mismas.

Planta	Potencia Verano [kW]	Potencia Invierno [kW]	Caudal ventilación [m ³ /h]
0	17,81	27,54	3.555
1	13,08	20,22	2.610
2	13,75	21,26	2.745
3	12,85	19,87	2.565
4	12,17	18,82	2.430
5	13,98	21,61	2.790
6	11,05	17,08	2.205
TOTAL	94,69	146,39	18.900

Tabla 17. Resumen de condiciones necesarias de la UTA

Tras analizar los requerimientos establecidos por los parámetros detallados anteriormente, se decide utilizar un climatizador del proveedor TROX de la serie TKM-50, que se instalará en los casetones de la planta séptima. Sus características específicas y técnicas vienen incluidas en el Anexo VII "Catálogos de equipos".

5.2. Equipos de generación

El sistema de climatización a instalar se basa en la distribución de agua caliente y fría a través de todas las estancias del edificio para transmitir dicha energía al aire exterior, procedente de la UTA y filtrado asegurando las condiciones de calidad requeridas. Este aire será impulsado por las unidades interiores (fan-coils) una vez alcanza las condiciones apropiadas, asegurando así el bienestar de los ocupantes de las salas. Los encargados de asegurar el calentamiento o enfriamiento del agua para su correcto funcionamiento serán las calderas y enfriadoras, situados en los casetones.

A la hora de seleccionar los equipos de generación se consideran las cargas térmicas a hacer frente; por un lado, las cargas en verano para la enfriadora y, por otro lado, las cargas en invierno para la caldera. En la Tabla 18 se recoge un resumen de las potencias frigoríficas y caloríficas necesarias para cada una de las plantas del edificio a climatizar según las cargas térmicas calculadas en apartados anteriores.

Planta	Potencia Frigorífica [kW]	Potencia Calorífica [kW]
0	72,33	42,81
1	79,83	49,75
2	78,44	44,44
3	79,69	49,13
4	74,46	46,63
5	79,32	49,45
6	60,46	40,39
TOTAL	524,53	322,59

Tabla 18. Potencias frigorífica y calorífica necesarias para cada planta

Atendiendo a los valores de potencias requeridas obtenidos, se seleccionan como equipos de generación una caldera de modelo SMART 400 de la marca Ibérica (400kW) y una enfriadora de modelo 30RBP-610R de la marca Carrier (616kW). El conjunto completo de sus características técnicas se recoge en el Anexo VII “Catálogos de equipos”. Es importante señalar el hecho de la selección de una caldera de biomasa, ya que de esta manera se incluyen las energías renovables en el sistema de climatización como conjunto, mejorando el impacto de este en el medio ambiente y la sociedad que lo rodea y favoreciendo el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Esto se detalla en profundidad en el Anexo I “Alineación con los ODS”.

5.3.Red Hidráulica

La red hidráulica cumple la función de distribuir el fluido calefactor y refrigerante (agua) a través de todas las salas del edificio para asegurar una correcta climatización de estas. Las tuberías recogen el agua procedente de los equipos de generación (caldera y enfriadora) y la transportan hacia las unidades interiores (fan-coils) de cada estancia de las plantas.

La distribución del agua caliente y fría a través de todas las plantas del edificio se lleva a cabo mediante el uso de distintos circuitos. En primer lugar, se establecen circuitos primarios encargados de transportar el agua de los equipos de generación a la sala de

bombas. Se instalarán dos circuitos primarios, uno de agua caliente uniendo la caldera con esta sala y otro de agua fría uniendo la enfriadora con el mismo. Cada uno de estos circuitos está formado por dos tuberías, una de impulsión y otra de retorno, con las bombas necesarias correspondientes para asegurar el vencimiento de la pérdida de carga ocasionada por la fricción con las tuberías, accesorios de red, válvulas, etc. Estos datos se calcularán con más detalle en los siguientes apartados.

Por otro lado, se establecen circuitos secundarios encargados de transportar el agua desde la sala de bombas hasta los elementos terminales de cada planta y hacia el climatizador de aire. Se diferencia el primer circuito secundario, encargado de transportar el agua desde las bombas hasta la UTA instalada en la cubierta del edificio. Se instalan dos circuitos que sigan este recorrido, uno para el agua fría y otro para la caliente, con dos tubos siempre (impulsión y retorno). Se completa el sistema con el segundo circuito secundario, encargado de transportar el agua hacia los fan-coils de cada planta del edificio. También se cuenta con dos circuitos de este recorrido, para el agua fría y caliente, ambos con dos tuberías cada uno para diferenciar la impulsión y el retorno del agua.

Los esquemas de los distintos circuitos diseñados se muestran en el documento “Planos”, con un detalle de su recorrido y los elementos adicionales seleccionados.

5.3.1. Caudal de agua

Una vez definidos los distintos circuitos de agua y sus recorridos, es esencial calcular los caudales de este fluido que transportarán las distintas tuberías a instalar para poder dimensionarlas correctamente. Para ello, se emplea la siguiente fórmula, considerando el gradiente de temperaturas al que se enfrentarán las baterías de los equipos de generación:

$$Q = \frac{P}{\Delta T} \text{ [l/h]}$$

- P: Potencia requerida de los fan-coils [kcal/h]

- ΔT : gradiente de temperatura determinado por el salto térmico de las baterías de los equipos de generación. En el caso de la enfriadora este parámetro toma el valor de 5°C (salida a 7°C y entrada a 12°C) y en el de la caldera de 10°C (salida a 60°C y entrada a 50°C), debido a sus configuraciones y a las temperaturas exteriores establecidas.

Esta ecuación se utiliza para el cálculo de todos los caudales individuales necesarios para suministrar a todos los elementos terminales establecidos en el sistema de climatización. Los resultados obtenidos se recogen en la Tabla 33 y Tabla 34 en el Anexo IV “Cálculo de tuberías”.

Una vez obtenidos los caudales individuales que deben llegar a los fan-coils, se comienza a calcular aguas arriba los caudales totales necesarios, sumando las ramas de la red hidráulica y considerando los nudos existentes en la misma. De esta manera, se calculan todos los caudales necesarios en todos los tramos de tuberías de la red, así como los que deberán salir y entrar de los equipos de generación.

5.3.2. Tuberías

Para completar el dimensionamiento de las tuberías necesarias, el siguiente paso es determinar los diámetros de cada una de ellas. A partir de las tablas de tuberías de acero DIN 2240 basadas en el diagrama de Moody, adjuntas en el Anexo VI “Tablas y gráficos de cálculo”, se seleccionan los diámetros apropiados para cada tramo de tubería.

Se fijan como valores máximos una pérdida de carga lineal de 30 mm.c.a/ml y una velocidad de 2 m/s. Respetando estas condiciones, se determinan los máximos diámetros posibles de las tuberías para cada tramo, recogidos en el Anexo IV “Cálculo de tuberías” y representados en el documento “Planos”.

5.3.3. Bombas

El siguiente paso para completar el diseño de la red hidráulica del sistema de climatización es determinar las bombas necesarias para impulsar el agua a través de él. Una vez establecidos los diámetros de las tuberías y los caudales necesarios en cada fan-coil, se procede a determinar las características técnicas de las bombas necesarias por cada uno de los elementos de generación.

Las bombas deben ser capaces de hacer frente a las pérdidas de carga en las tuberías, por lo que para su dimensionamiento se calcula la situación más desfavorable, que sería transportar agua al punto más lejano del circuito. En este proyecto, el punto más alejado de cada circuito vendrá determinado por la posición del fan-coil más distante, de la planta baja. El procedimiento que se sigue para obtener los datos de las bombas se explica a continuación.

En primer lugar, se calculan todas las pérdidas de carga en el circuito de impulsión, incluyendo las propias de las tuberías, las ocasionadas por cambios en el recorrido como codos y tes, y las debidas a elementos adicionales del circuito para el control de caudal, como válvulas, filtros, etc. Una vez se obtienen todas las pérdidas de carga, se suman y se multiplican por dos, para contabilizar así el circuito de retorno que presentará las mismas pérdidas que el de impulsión.

Al resultado obtenido se le añade la pérdida de carga ocasionada por la valvulería de los elementos, es decir, las de las baterías de los fan-coils y climatizadores y las de la propia bomba. Por último, se aplica un coeficiente de seguridad del 10% al valor final calculado, obteniendo así la altura efectiva de la bomba. Los esquemas del detalle de la valvulería utilizada en los equipos se adjuntan en el Anexo VI “Tablas y gráficos de cálculo”.

A continuación, se muestran como ejemplo de este procedimiento los cálculos correspondientes a los circuitos de agua fría y caliente comunicados con los fan-coils.

Fecha:

Instalac:

Circuito:

Frío 2.2 (Fan-coils): Punto desfavorable P1 nudo 6

Bomba:

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (m)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.	BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)																									
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd		uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd				uds	perd																							
Bombas-P6	82105,60	125	26	1,74	3,5					1	7,5																	286,00	286,00																									
P6-P5	71978,20	125	20	1,52	3,5					1	7,5																	220,00	506,00																									
P5-P4	58936,40	125	14	1,27	3,5					1	7,5																	154,00	660,00																									
P4-P3	47668,40	100	26	1,53	3,5					1	6																	247,00	907,00																									
P3-P2	35588,20	100	15	1,14	3,5					1	6																	142,50	1.049,50																									
P2-P1	22648,00	80	24	1,23	3,5					1	4,5																	192,00	1.241,50																									
P1-P0	10571,00	65	13	0,81	7,18	1	1,8			2	3,6																	210,34	1.451,84																									
P0-1	6585,06	50	19	0,82	8,85	1	1,5			1	3																	253,65	1.705,49																									
1-2	4384,00	50	9	0,55	6					1	3																	81,00	1.786,49																									
2-3	3947,20	40	24	0,8	5					1	2,4																	177,60	1.964,09																									
3-4	3749,20	40	22	0,76	1,4					1	2,4																	83,60	2.047,69																									
4-5	3551,20	40	20	0,72	5,8					1	2,4																	164,00	2.211,69																									
5-6	1775,60	32	12	0,49	5,8					1	1,8																	91,20	2.302,89																									
6-FC	887,80	25	13	0,42	2,25																							29,25	2.332,14																									
Impulsión-retorno																												2.332,14	4.664,28																									
Válvula Fan-coil		25	13	0,42											1	0,27			1	1,8						1	6,82	8,89	115,57	4.779,85																								
Válvula bomba		125	26	1,74													4	3,6	1	15,4				1	8,3	1	30,5	68,6	1.783,60	6.563,45																								
Subtotal																																																						6.563,45

bateria (mm.c.a.)	2.000,00
valv control	2.000,00
total	10.563,45
% segur.	10,00%
ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	11,62

Tabla 19. Cálculo de las pérdidas de carga del circuito que lleva agua fría a los fan-coils

Fecha:

Instalac:

Caliente 2.2 (Fan-coils): Punto desfavorable P1

Circuito:

nudo 6

Bomba:

TRAMO	Q (l/h)	DN	Perd. mm.c.a. / ml	V (m/s)	L (ml)	codos 90°		codos 45°		tes		reduc.		Tot acces.	BOLA		MARIP		FILTRO		ASIENTO		RET		REG		Tot válv.	Perd. en el tramo (mm.c.a.)	Perd. acumulada (mm.c.a.)																									
						uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd		uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd	uds	perd				uds	perd																							
Bombas-P6	29111,49	100	10	0,95	3,5					1	6																	95,00	95,00																									
P6-P5	25267,67	100	8	0,85	3,5					1	6																	76,00	171,00																									
P5-P4	20633,17	80	19	1,12	3,5					1	4,5																	152,00	323,00																									
P4-P3	16624,10	80	13	0,93	3,5					1	4,5																	104,00	427,00																									
P3-P2	12400,04	65	16	0,93	3,5					1	3,6																	113,60	540,60																									
P2-P1	8113,10	50	28	1,04	3,5					1	3																	182,00	722,60																									
P1-P0	3835,20	40	22	0,79	7,18	1	1,2			2	2,4																	289,96	1.012,56																									
P0-1	2585,14	40	10	0,52	8,85	1	1,2			1	2,4																	124,50	1.137,06																									
1-2	1848,42	32	12	0,52	6					1	1,8																	93,60	1.230,66																									
2-3	1723,44	32	11	0,49	5					1	1,8																	74,80	1.305,46																									
3-4	1620,68	32	9	0,44	1,4					1	1,8																	28,80	1.334,26																									
4-5	1517,92	32	8	0,42	5,8					1	1,8																	60,80	1.395,06																									
5-6	758,96	25	9	0,37	5,8					1	1,5																	65,70	1.460,76																									
6-FC	379,48	20	8	0,29	2,25																							18,00	1.478,76																									
Impulsión-retorno																													1.478,76	2.957,52																								
Válvula Fan-coil		20	8	0,29											1	0,21			1	1,7					1	5,81	7,72	61,76	3.019,28																									
Válvula bomba		100	10	0,95													4	3,6	1	15			1	6,6	1	25,4	61,4	614,00	3.633,28																									
Subtotal																																																						3.538,28

bateria (mm.c.a.)	2.000,00
valv control	2.000,00
total	7.538,28
% segur.	10,00%

ALTURA EFECTIVA DE LA BOMBA (M.C.A.)	8,29
--------------------------------------	------

Tabla 20. Cálculo de las pérdidas de carga del circuito que lleva agua caliente a los fan-coils

Tras calcular las alturas efectivas de las bombas de los circuitos anteriormente descritos, se seleccionan los equipos específicos para cumplir los requisitos técnicos, dentro de los modelos disponibles de la marca Grundfos. En la Tabla 21 se recoge un resumen de dichos requisitos y el modelo seleccionado. El catálogo completo de los equipos se encuentra en el Anexo VII “Catálogos de equipos”.

Circuito	Caudal [l/h]	Altura efectiva [m.c.a]	Modelo
1 Enfriadora	96.082,18	8,02	TPE 150-130/4
1 Caldera	41.663,27	3,63	TPE2 100-120
2.1 Frío	13.976,58	13,31	TPE 40-140
2.1 Caliente	12.551,78	12,58	TPE2 32-180
2.2 Frío	82.105,60	11,62	TPE 125-130/4
2.2 Caliente	17.951,54	8,29	TPE2 50-120

Tabla 21. Modelos de bombas escogidos para cada circuito, junto a su caudal y altura efectiva

5.3.4. Vasos de expansión

Los vasos de expansión son instrumentos de seguridad que permiten controlar el aumento de volumen del fluido debido a su temperatura, manteniendo constantes los niveles de presión para evitar que se produzcan daños en el circuito. En este proyecto, el fluido a controlar es el agua caliente y el primer paso será conocer su volumen de expansión según la fórmula recomendada por el RITE:

$$V_{expansión} = V \cdot C_e \cdot C_p \quad [l]$$

- V: volumen total del fluido en el circuito

$$V_{caliente} = 28.687,44 \text{ L}$$

$$V_{fría} = 58.665,85 \text{ L}$$

- C_e : coeficiente de dilatación del fluido. Se calcula utilizando la temperatura máxima del agua en la fórmula siguiente:

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

$$t_{caliente} = 60^{\circ} C \rightarrow C_{e,caliente} = 0,0151$$

$$t_{fría} = 50^{\circ} C \rightarrow C_{e,fría} = 0,003272$$

- C_p : coeficiente de presiones, calculado a partir de la presión inicial y final en el vaso [bar]

$$C_p = \frac{P_{max}}{P_{max} - P_{min}}$$

$$P_{max} = 0,9 \cdot P_{tarado} + P_{atm} = 0,9 \cdot 6 + 1 = 6,4 \text{ bar}$$

$$P_{min} = P_{manométrica} + P_{atm} = 1,4 \text{ bar}$$

$$C_p = 1,28$$

Tras obtener todos los componentes de la ecuación, los valores finales de volumen de expansión para el agua fría y caliente son:

$$V_{exp,caliente} = 28687,44 \cdot 0,0151 \cdot 1,28 = 554,5 \text{ L}$$

$$V_{exp,fría} = 58665,85 \cdot 0,003272 \cdot 1,28 = 245,7 \text{ L}$$

5.4. Red de conductos

El último paso necesario para terminar el diseño del sistema de climatización es determinar la red de conductos, cuya finalidad es transportar el aire a través de todo el edificio hacia los correspondientes equipos. Se diferencian dos circuitos según el equipo que impulsa el aire: circuito de ventilación y circuito de extracción.

Los circuitos de ventilación son aquellos que suministran el aire exterior captado por la UTA a las diferentes estancias del edificio. El aire se dirige desde la unidad de tratamiento de aire hacia las estancias, en concreto a cada fan-coil de las salas, para que pueda ser distribuido homogéneamente. Estos conductos van desde la cubierta, donde se sitúa la

UTA, bajando por las distintas plantas y distribuyendo el aire a su paso. Al ser los fan-coils de tipo cassette no es necesaria la instalación de un circuito adicional que impulse el aire a la sala a través de difusores, ya que será el propio fan-coil el que cumpla este objetivo.

Los circuitos de extracción son aquellos que transportan parte del aire interior de las salas mediante las rejillas y lo conducen de vuelta a la unidad de tratamiento del aire en la cubierta. Se establece como criterio que se extraiga el 90% del aire que se introduce como ventilación externa, para asegurar la sobrepresión en ellas y despreciar así el efecto de las infiltraciones.

A continuación, se justifica la selección y dimensionamiento de los elementos necesarios para completar estos circuitos de aire.

5.4.1. Rejillas

Las rejillas de extracción son los elementos adicionales que permiten transportar el caudal necesario de extracción del aire interior de las salas del edificio hacia el climatizador. A la hora de dimensionar estos elementos, se debe tener en cuenta dicho caudal de extracción, establecido en apartados anteriores para asegurar la sobrepresión de las salas del edificio.

Se seleccionan las rejillas de extracción de la marca Anwo, en concreto la serie 103 debido a su tamaño y caudal máximo. Al igual que el resto de los equipos y elementos utilizados en el sistema de climatización, las especificaciones técnicas completas de las rejillas de extracción se encuentran en el Anexo VII “Catálogos de equipos”. En la Tabla 22 se recogen los caudales de extracción por planta y la cantidad de rejillas necesarias, junto con el modelo exacto seleccionado para cada estancia. En el Anexo V “Cálculo de conductos” se recogen en detalle los datos de las rejillas seleccionadas para cada estancia de cada planta.

Planta	Caudal extracción [m ³ /h]	Rejillas
0	3.078,0	25
1	2.349,0	23
2	2.227,5	24
3	2.308,5	22
4	2.187,0	21
5	2.268,0	26
6	1.741,5	18

Tabla 22. Número de rejillas por planta del edificio

5.4.2. Conductos

Partiendo de los caudales de aire previamente calculados, se debe ir calculando aguas arriba el flujo de aire en cada tramo de los conductos, sumando aquellos caudales que se bifurquen en nudos. En estos puntos de la red donde se produzcan variaciones de caudal, se calcularán las pérdidas de carga para el dimensionamiento de los ventiladores, de manera que se asegure que estos puedan hacer frente a dichas pérdidas y movilicen el aire dentro de la red de conductos sin problema.

Los conductos por donde se transportará el aire serán de sección rectangular, con el objetivo de optimizar el espacio en los falsos techos, que será donde se instalarán. Debido a esto, se utilizará el diagrama de transformación de los conductos rectangulares y circulares adjunto en el Anexo VI “Tablas y gráficos de cálculo” para realizar la conversión necesaria. Se aplica el criterio de que la relación de las medidas de sus lados (de la sección rectangular) sea menor o igual a 3, y se intenta respetar las medidas originales, manteniendo tanto el alto o el ancho del conducto al cambiar el tramo.

Se obtendrá el diámetro equivalente de cada tramo mediante el uso del diagrama de cálculo de pérdidas de carga de aire en conductos circulares, para después pasarlo a las medidas rectangulares necesarias. A la hora de seleccionar los conductos apropiados, se establecen como requisitos que la pérdida de carga unitaria se encuentre entre 0,08 y 0,1 mm.c.a y que la velocidad no supere los 10 m/s.

La distribución de la red de conductos junto con el dimensionamiento de todos sus tramos se incluye en el documento “Planos”, debido al gran número de conductos que dimensionar. En la Tabla 23 se incluye un resumen de los caudales de ventilación y retorno necesarios para cada planta, dato que se tendrá en cuenta para la selección de medidas de los conductos.

Planta	Caudal ventilación [m ³ /h]	Caudal extracción [m ³ /h]
0	3.555	3.199,5
1	2.610	2.349
2	2.745	2.470,5
3	2.565	2.308,5
4	2.430	2.187
5	2.790	2.511
6	2.205	1.984,5
TOTAL	18.900	17.010

Tabla 23. Resumen de caudales de impulsión y retorno del climatizador, correspondientes con los caudales de ventilación y extracción de las estancias del edificio

5.4.3. Ventiladores

El último componente del sistema de climatización por dimensionar son los ventiladores, encargados de asegurar la correcta distribución del aire por todos los conductos del edificio. Estos cumplen una función similar a las bombas en la red hidráulica, teniendo que hacer frente a las pérdidas de carga a través del circuito para lograr su objetivo. Se instalarán dos ventiladores, uno para los conductos de ventilación de las salas y otro para los conductos de extracción de aire de estas.

Al igual que en el dimensionamiento de las bombas, para obtener los datos requeridos por los ventiladores se procede a calcular las pérdidas de carga en el punto más desfavorable de cada circuito, asegurando así la distribución del aire a todos los puntos de la red. Para ello, se hará uso de una hoja de cálculo de Excel similar a la utilizada para

calcular las pérdidas de carga de la red hidráulica. El punto considerado más desfavorable será, normalmente, aquel más alejado del ventilador.

Las pérdidas de carga que se incorporan para el cálculo del dimensionamiento de los ventiladores son aquellas ocasionadas por la longitud y sección de los propios conductos, así como aquellas debidas a los accesorios incorporados a la red como codos o derivaciones. También se estudian las pérdidas de carga por las compuertas de cortafuego, las de los reguladores de caudal y las de difusión, debido a rejillas y fan-coils. Se establece 3,2 mm.c.a de pérdida de carga para los fan-coils, y se desprecian las ocasionadas por las rejillas de extracción debido a las bajas velocidades en estas. Al igual que en el cálculo de las pérdidas de carga para las tuberías, se aplica un coeficiente de seguridad del 10%.

Tras establecer los pasos por seguir para dimensionar los ventiladores, se calculan las pérdidas de carga para el circuito de ventilación y de extracción, considerando el punto más desfavorable en la planta baja. En la Tabla 24 se muestran los resultados obtenidos para el dimensionamiento de los ventiladores.

Circuito	Q [m ³ /h]	mm.c.a requeridos	mm.c.a instalados
Ventilación	18.900	27,68	28
Extracción	17.010	17,43	18

Tabla 24. Pérdidas de carga a vencer por los ventiladores en ambos circuitos de aire

Los ventiladores del climatizador de aire primario serán capaces de hacer frente a las pérdidas de carga calculadas anteriormente, por lo que no será necesario instalar elementos adicionales para cumplir esta función. Los cálculos llevados a cabo en las hojas de Excel se adjuntan a continuación, en la Tabla 25 y en la Tabla 26.

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces.	L. Total	mm.c.a/m	Total
6-FC	326,25	190	200x150	2,25	Reducción	4,13	1	6,38	0,09	0,5742
					Codo	1,47	1	1,47	0,09	0,1323
5-6	652,5	240	250x200	5,8	Reducción	6,16	1	11,96	0,09	1,0764
4-5	1305	310	300x250	5,8	Reducción	8,61	1	14,41	0,09	1,2969
					Codo	2,64	1	2,64	0,09	0,2376
3-4	1395	320	350x250	1,4	Reducción	8,61	1	10,01	0,09	0,9009
					Codo	2,64	1	2,64	0,09	0,2376
2-3	1485	330	350x250	5	Reducción	8,61	1	13,61	0,09	1,2249
1-2	1653,75	340	400x250	6	Reducción	8,61	1	14,61	0,08	1,1688
0-1	2475	400	400x300	8,85	Reducción	11,46	1	20,31	0,09	1,8279
					Codo	3,54	2	7,08	0,09	0,6372
P1-P0	3555	450	500x350	3,5	Reducción	7,34	1	10,84	0,09	0,9756
P2-P1	6165	560	600x450	3,5	Reducción	9,98	1	13,48	0,09	1,2132
P3-P2	8910	640	700x500	3,5	Reducción	11,46	1	14,96	0,09	1,3464
P4-P3	11475	700	800x500	3,5	Reducción	13,04	1	16,54	0,09	1,4886
P5-P4	13905	750	900x500	3,5	Reducción	13,04	1	16,54	0,09	1,4886
P6-P5	16695	800	900x600	3,5	Reducción	14,72	1	18,22	0,09	1,6398
P7-P6	18900	850	1000x600	3,5	Reducción	16,5	1	20	0,09	1,8
Cortafuegos							1			0,7
Regulador de caudal							1			2
Subtotal										21,9669
Pérdida en difusión										3,2
Coef. Seg. %										10%
TOTAL										27,68

Tabla 25. Pérdida de carga en conductos de aire (ventilación)

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces.	L. Total	mm.c.a/m	Total
C-B	708,75	250	250x200	26,3	Codo	1,19	1	27,49	0,09	2,4741
					Reducción	3,26	1	3,26	0,09	0,2934
B-A	1488,3	330	350x250	8,5	Codo	1,76	1	10,26	0,09	0,9234
					Reducción	5,09	1	5,09	0,09	0,4581
A-P0	2227,5	380	400x300	7,8	Codo	2,05	1	9,85	0,09	0,8865
					Reducción	6,16	1	6,16	0,09	0,5544
P0-P1	3199,5	440	500x350	3,5	Reducción	7,34	1	10,84	0,09	0,9756
P1-P2	5548,5	540	600x400	3,5	Reducción	8,61	1	12,11	0,09	1,0899
P2-P3	8019	620	800x400	3,5	Reducción	9,98	1	13,48	0,09	1,2132
P3-P4	10327,5	670	800x500	3,5	Reducción	11,46	1	14,96	0,09	1,3464
P4-P5	12514,5	740	800x550	3,5	Reducción	13,04	1	16,54	0,09	1,4886
P5-P6	15025,5	770	800x600	3,5	Reducción	14,72	1	18,22	0,09	1,6398
P6-P7	17010	820	900x600	3,5	Reducción	16,5	1	20	0,09	1,8
Cortafuegos							1			0,7
Subtotal										15,8434
Pérdida en difusión										
Coef. Seg. %										10%
TOTAL										17,43

Tabla 26. Pérdida de carga en conductos de aire (extracción)

5.5.Elementos auxiliares

Para completar el sistema de climatización diseñado, se incluyen ciertos elementos auxiliares para asegurar el correcto funcionamiento y mejorar la seguridad general. A continuación, se incluyen algunos de estos elementos para instalar:

- Compuertas cortafuegos, diseñadas para evitar que, en caso de incendio, las llamas y humos se propaguen a través de los conductos. Se instala una compuerta por cada entrada de los conductos de ventilación y extracción en cada planta, sumando un total de 14 unidades. Se selecciona el modelo FKA-EU de la marca Trox debido a su versatilidad y fácil adaptación a las distintas dimensiones de los conductos.
- Válvulas de diversas naturalezas para complementar el funcionamiento de la red hidráulica junto con las bombas seleccionadas. En concreto, se instalarán válvulas de los siguientes tipos:
 - De corte, para regular el flujo del agua correspondiente en ciertos puntos críticos de la red. Estas serán de tipo bola si el diámetro es menor o igual a 2", o de tipo mariposa si el diámetro es mayor.
 - De regulación micrométrica, para controlar de manera más precisa el caudal de agua necesario en el climatizador, fan-coils y bombas.
 - De control de 3 vías, para asegurar la recirculación del agua y el intercambio de energía entre esta y el aire, mejorando así la eficiencia del sistema. Se colocarán en el climatizador de aire y en los fan-coils.
- Filtros para proteger a todos los elementos del sistema de partículas o compuestos que puedan entrar en la red del exterior, y puedan suponer un daño a los equipos, tuberías y conductos.

6. BIBLIOGRAFÍA

¿Qué papel juega el coeficiente de conductividad térmica en los incendios? (2021, 20 abril).

Cottés Group. <https://www.cottesgroup.com/blog/coeficiente-de-conductividad-termica>

AquaSnap® enfriadora condensada por aire 30RB / 30RBP. (s. f.). Carrier.

<https://www.carrier.com/commercial/es/es/soluciones/enfriadoras/enfriadoras-aire-agua/30rb---30rbp/>

Calor sensible, calor latente y la carta psicrométrica. (2020, 19 mayo). Luftechnik.

<https://www.luftechnik.com/aire-acondicionado/calor-sensible-calor-latente-y-la-carta-psicrometrica/>

Elementos de distribución de aire. (s. f.). Anwo.

https://www.anwo.cl/files/prd_producto/11517/Original+Ficha+Difusor+de+Aire+2020.pdf

EMERSON. Climate Technologies. (2013). Manual Técnico de Refrigeración y Aire Acondicionado. -: EMERSON.

Generador de Precios. (s.f.). CYPE Ingenieros S.A.

http://www.generadordeprecios.info/obra_nueva/Instalaciones.html#gsc.tab=0

Guía Técnica de Condiciones climáticas exteriores de Proyecto. (2010, junio). IDAE.

https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/documentos_12_guia_tecnica_condiciones_climaticas_exteriores_de_proyecto_e4e5b769.pdf

Guía Técnica de Instalaciones de climatización por agua. (2012, junio). IDAE.

https://www.idae.es/sites/default/files/publications/documents/documentos_18_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_por_agua_ed78f988.pdf

Objetivos y metas de desarrollo sostenible. (2022, 24 mayo). Desarrollo Sostenible.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

Qué es un fan coil y cómo funciona este equipo. (2018, 13 abril). Airzone.

<https://www.airzone.es/blog/climatizacion/que-es-un-fan-coil-y-como-funciona/>

Sánchez, C. (2015, 5 octubre). *¿Qué es un sistema de climatización aire-agua?* Nergiza.

<https://nergiza.com/que-es-un-sistema-de-climatizacion-aire-agua/>

SMART 400kW. (s. f.). SMART Heating Technology. <https://www.smartheating.cz/es/smart-400-kw/>

Tipos de sistemas de climatización y ejemplos. (2017, 22 agosto). Pedro Cerdán.

<https://pedrocerdan.com/tipos-de-sistemas-de-climatizacion-y-ejemplos/>

TKM 50 HE. (s. f.). TROX España, S.A. <https://www.trox.es/unidades-de-tratamiento-de-aire/tkm-50-he-de14c3d1354c7ff2>

ANEXO I: Alineación con los ODS

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son un conjunto de 17 objetivos específicos que fueron redactados el 25 de septiembre de 2015 por líderes mundiales, con el propósito de encauzar el desarrollo humano hacia el cumplimiento de dichas metas. Los temas principales recogidos en estos objetivos son la erradicación de la pobreza, la protección del planeta y la igualdad social en todos los países. Se planteó el cumplimiento de estos objetivos en los próximos 15 años.



Figura 1. Imagen de los 17 objetivos de desarrollo sostenible (Naciones Unidas).

Este proyecto en concreto contribuye en el desarrollo de los asuntos recogidos por los objetivos de desarrollo sostenible 7, 9 y 11.

- **Objetivo 7: Energía asequible y no contaminante**

En este objetivo se establecen metas para garantizar el acceso a energías asequibles, seguras, sostenibles y modernas para toda la población mundial. Con el desarrollo de este proyecto, se ejemplifica la posibilidad de diseñar un sistema de climatización para un edificio de grandes dimensiones incorporando energías renovables en su funcionamiento, con la caldera de biomasa seleccionada como ejemplo, que disminuya la dependencia energética a los combustibles fósiles y la

contaminación atmosférica. Al estar desarrollado el proyecto con una orientación didáctica, no se han incluido todas las posibilidades de inclusión de energías renovables, pero si su objetivo final fuera la implementación del sistema en un edificio real, se podría estudiar el uso de placas fotovoltaicas como medios de obtención de energía, por ejemplo. Este proyecto asienta las bases de un diseño de climatización respetuoso con los ocupantes del edificio y con el medio que lo rodea, debido a la elección de los equipos y materiales necesarios balanceando su precio y rendimiento energético.

- **Objetivo 9: *Industria, innovación e infraestructuras***

En este objetivo se plantea la construcción de infraestructuras resilientes, de manera que se promueva la industrialización sostenible y la innovación en este sector. En este proyecto, se busca maximizar la eficiencia energética en el diseño e instalación del sistema de climatización, justificando las decisiones al respecto de estos asuntos con este fin. Con el uso eficiente de los recursos naturales y la energía necesaria, se promueve la innovación en el desarrollo de futuras instalaciones similares a aquella objeto de este proyecto.

- **Objetivo 11: *Ciudades y comunidades sostenibles***

Debido a la creciente urbanización de nuestro planeta, este objetivo se centra en el propósito de conseguir aumentar las ciudades inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. El impacto de estos grandes núcleos de viviendas en el medio ambiente es muy significativo, llegando a representar aproximadamente el 70% de las emisiones de CO₂ a nivel mundial y más del 60% del uso de recursos naturales. Por este motivo es tan esencial el enfoque que aporta este objetivo en las ciudades actuales y futuras, para mejorar la calidad de vida de sus habitantes junto con la conservación del medio ambiente. Este proyecto representa un paso adelante en la dirección de este objetivo, aportando una solución para climatizar un edificio que busca el compromiso entre la maximización de la eficiencia energética y los costes totales considerados.

ANEXO II: Cálculo de cargas térmicas totales

En este anexo se detallan los valores obtenidos de todas las estancias de cada planta a climatizar con respecto al cálculo de las cargas térmicas, tanto en verano como en invierno. Junto al listado de resultados totales se incluye un ejemplo de la hoja de cálculo de Excel utilizada para obtener los valores correspondientes de las cargas térmicas.

Cargas de verano

CÁLCULO DE EXIGENCIAS FRIGORÍFICAS											
Proyecto: Climatización de un edificio de oficinas								10 de January de 2023			
Planta: Tercera				Zona: 3.01							
DIMENSIONES: 16,50 X 8,12 = 133,98 m ²					HORA SOLAR: 16		TOLEDO				
CONCEPTO	SUPERFICIE	GAN. SOLAR	O DIF. TEMP.	FACTOR	Kcal/h	MES: JULIO					
GANANCIA SOLAR-CRISTAL					TOTALES	CONDICIONES	BS	BH	%HR	TR	Gr/Kgr
NORTE	Cristal	24,36	m ² x 38	x 0,48	444	Exteriores	34,0	21,8	35		11,4
NE	Cristal	m ² x 38	x 0,48			Interiores	25,0	18,0	50		10,0
ESTE	Cristal	m ² x 38	x 0,48			DIFERENCIA	9,0				1,4
SE	Cristal	m ² x 38	x 0,48			CALOR LATENTE					
SUR	Cristal	24,36	m ² x 42	x 0,48	491	Infiltración	m ³ /h x 1,4	x 0,72			
SO	Cristal	m ² x 382	x 0,48			Personas	13	Personas	x 55		715
OESTE	Cristal	49,50	m ² x 527	x 0,48	12.522	Aplicaciones					
NO	Cristal	m ² x 337	x 0,48			SUBTOTAL					
Claraboya	m ² x 405	x 0,48				COEFICIENTE DE SEGURIDAD	10	%			72
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS					TOTALES	CALOR LATENTE DEL LOCAL					
NORTE	Pared	m ² x 4,3	x 0,65			Aire Ext.	585,00	m ³ /h x 1,4	x 0,15	BF x 0,72	90
NE	Pared	m ² x 5,5	x 0,65			CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL					
ESTE	Pared	m ² x 5,5	x 0,65			CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL					
SE	Pared	m ² x 8,8	x 0,65			CALOR AIRE EXTERIOR					
SUR	Pared	m ² x 13,2	x 0,65			Sensible	585,00	m ³ /h x 9,0	x (1- 0,15 BF) x 0,3		1.343
SO	Pared	m ² x 16,6	x 0,65			Latente	585,00	m ³ /h x 1,4	x (1- 0,15 BF) x 0,72		508
OESTE	Pared	m ² x 13,2	x 0,65			SUBTOTAL					
NO	Pared	m ² x 5,5	x 0,65			GRAN CALOR TOTAL					
Tejado-Sol	m ² x 18,2	x 0,46				26.260					
Tejado-Sombra	m ² x 3,2	x 0,46				A. D. P.					
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS					TOTALES	FACTO R					
Total Cristal	98,22	m ² x 9,0	x 2,60		2.298	23.533	Efec. Sens. Local = 0,96				
Tabiques LNC	m ² x 4,5	x 1,20				24.409	Efec. Total Local				
Techo LNC	m ² x 4,5	x 2,02				ADP Indicado= °C					
Suelo	m ² x 4,5	x 1,10				ADP Seleccionado= 12 °C					
Suelo exterior	m ² x 9,0	x 1,10				CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO					
Puertas	4,00	m ² x 9,0	x 2,00		72	▲T=(1-0,15 BF)x(°C) Loc 25,0 - 12 ADP)= 11,05					
Infiltración	m ³ /h x 9,0	x 0,30				CAUDAL DE AIRE M ³ /H	23.533	Sensible Local = 7.099			
CALOR INTERNO					TOTALES	0,3 X	11,05	▲T			
Personas	13	Personas	x 57		741	Observaciones:					
Alumbrado	2.680	Wattios x 0,86	x 1,25		2.881	Nº DE O. T. :					
Aplicaciones, etc.		2.010	x 0,86		1.729	CALCULADO POR:					
Potencia		x									
Ganancias Adicionales		x									
SUBTOTAL					21.178						
COEFICIENTE DE SEGURIDAD					10 %	2.118					
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL					23.296						
Aire Exterior	585,00	m ³ /h x 9,0	x 0,15	BF x 0,3	237						
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL					23.533						

Tabla 27. Hoja de cálculo empleada para el cálculo de cargas térmicas en verano

Planta	Zona	Descripción	Superficie [m ²]	Calor total efectivo del local [kcal/h]	Gran calor total [kcal/h]
0	0.01	Sala de reuniones	125,57m ²	10.409	12.260
	0.02	Sala de reuniones	105,90m ²	9.521	11.087
	0.03	Zona común	145,27m ²	8.736	10.871
	0.04	Recepción	74,18m ²	4.453	5.449
	0.05	Zona común	6,25m ²	495	638
	0.06	Sala de presentaciones	291,06m ²	17.756	21.885
1	1.01	Oficina	25,25m ²	7.247	7.674
	1.02	Oficina	61,77m ²	4.444	5.298
	1.03	Oficina	78,67m ²	5.710	6.849
	1.04	Oficina	132,51m ²	11.593	13.444
	1.05	Oficina	19,95m ²	1.653	1.938
	1.06	Oficina	41,36m ²	3.298	3.867
	1.07	Zona común	38,33m ²	6.502	7.071
	1.08	Oficina	46,67m ²	9.050	9.762
	1.09	Oficina	21,07m ²	1.681	1.965
	1.1	Oficina	23,40m ²	1.994	2.279
	1.11	Oficina	20,77m ²	1.659	1.943
	1.12	Oficina	20,83m ²	1.735	2.019
	1.13	Sala de reuniones	48,67m ²	3.819	4.531
2	2.01	Oficina	69,77m ²	12.984	13.981
	2.02	Oficina	61,77m ²	4.548	5.402
	2.03	Oficina	20,28m ²	1.823	2.108
	2.04	Oficina	20,87m ²	1.694	1.978
	2.05	Oficina	25,99m ²	2.992	3.419
	2.06	Oficina	20,08m ²	1.708	1.993
	2.07	Oficina	46,67m ²	9.078	9.790
	2.08	Oficina	20,08m ²	1.618	1.903
	2.09	Oficina	40,97m ²	3.492	4.061
	2.1	Oficina	42,83m ²	3.663	4.232
	2.11	Oficina	90,87m ²	8.346	9.627
	2.12	Oficina	90,87m ²	7.673	8.954
3	3.01	Oficina	133,98m ²	24.409	26.260
	3.02	Oficina	40,47m ²	3.276	3.846
	3.03	Sala de reuniones	63,27m ²	4.793	5.647
	3.04	Oficina	132,00m ²	11.520	13.371
	3.05	Zona común	18,46m ²	1.227	1.512
	3.06	Oficina	37,63m ²	3.102	3.672
	3.07	Oficina	25,20m ²	1.739	2.166
	3.08	Oficina	41,18m ²	3.304	3.873
	3.09	Oficina	21,40m ²	1.699	1.984
	3.1	Oficina	23,20m ²	1.984	2.269
	3.11	Oficina	20,30m ²	1.635	1.920
	3.12	Oficina	20,50m ²	1.713	1.998

4	4.01	Oficina	70,80m ²	13.187	14.184
	4.02	Oficina	41,22m ²	3.213	3.782
	4.03	Zona común	22,67m ²	1.396	1.680
	4.04	Oficina	30,42m ²	2.477	2.904
	4.05	Oficina	79,65m ²	5.765	6.904
	4.06	Zona común	15,60m ²	1.119	1.404
	4.07	Sala de reuniones	46,48m ²	9.141	9.853
	4.08	Oficina	20,22m ²	1.626	1.911
	4.09	Oficina	20,22m ²	1.694	1.979
	4.1	Oficina	20,62m ²	1.819	2.104
	4.11	Oficina	132,50m ²	11.546	13.397
	4.12	Sala de reuniones	41,25m ²	3.357	3.926
5	5.01	Oficina	89,35m ²	15.064	16.345
	5.02	Oficina	59,39m ²	4.440	5.294
	5.03	Zona común	43,00m ²	3.667	4.236
	5.04	Oficina	37,27m ²	3.128	3.698
	5.05	Oficina	54,07m ²	5.585	6.297
	5.06	Zona común	47,26m ²	5.520	6.232
	5.07	Sala de reuniones	36,56m ²	7.294	7.863
	5.08	Oficina	32,44m ²	2.747	3.174
	5.09	Oficina	23,40m ²	1.994	2.279
	5.1	Oficina	20,76m ²	1.659	1.943
	5.11	Oficina	25,85m ²	2.937	3.364
	5.12	Zona común	23,71m ²	1.482	1.767
	5.13	Sala de reuniones	37,27m ²	2.980	3.550
	5.14	Oficina	28,27m ²	1.735	2.163
6	6.01	Sala de reuniones	78,97m ²	15.938	17.077
	6.02	Zona común	51,54m ²	3.956	4.668
	6.03	Oficina	62,83m ²	4.769	5.623
	6.04	Sala de reuniones	132,00m ²	11.520	13.371
	6.05	Oficina	23,40m ²	1.994	2.279
	6.06	Oficina	20,76m ²	1.659	1.943
	6.07	Oficina	41,53m ²	3.284	3.853
	6.08	Sala de reuniones	31,24m ²	2.748	3.175

Tabla 28. Cargas térmicas de verano obtenidas para cada estancia de las plantas a climatizar del edificio

Cargas de invierno

CIUDAD	TOLEDO
Temp. Exterior	-1,20 °C
Temp. Interior	21,00 °C
Temp. TERRENO	6,90 °C

MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Superficie (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T ^{int} - T ^{ext} (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
3.01									
CRISTAL	N	8,1	3,00	24,4	2,60	22,2	1,35	1,15	2.182,91 Kcal/h
CRISTAL	NE		3,00		2,60	22,2	1,35	1,15	
CRISTAL	E		3,00		2,60	22,2	1,25	1,10	
CRISTAL	SE		3,00		2,60	22,2	1,15	1,10	
CRISTAL	S	8,1	3,00	24,4	2,60	22,2	1,00	1,10	
CRISTAL	SO		3,00		2,60	22,2	1,10	1,10	
CRISTAL	O	16,5	3,00	49,5	2,60	22,2	1,20	1,15	
CRISTAL	NO		3,00		2,60	22,2	1,25	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	N		3,00		0,65	22,2	1,20	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NE		3,00		0,65	22,2	1,20	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	E		3,00		0,65	22,2	1,15	1,10	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SE		3,00		0,65	22,2	1,10	1,10	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	S		3,00		0,65	22,2	1,00	1,10	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	SO		3,00		0,65	22,2	1,05	1,10	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	O		3,00		0,65	22,2	1,10	1,15	
MURO EXT. (SIN CRISTAL)	NO		3,00		0,65	22,2	1,15	1,15	
CUBIERTA	H		3,00		0,46	22,2	1,00	1,15	3.942,85 Kcal/h
SUELO					1,10	14,1	1,00	1,15	
LNC					1,20	11,1	1,00	1,00	
CARGA DE VENTILACIÓN	Q (m³/h)								
AIRE EXTERIOR	585,00 m ³ /h								3.896,10 Kcal/h
TOTAL									11.568,53 Kcal/h

Tabla 29. Hoja de cálculo empleada para el cálculo de cargas térmicas en invierno

Planta	Zona	Descripción	Superficie [m ²]	Aire exterior [kcal/h]	Carga total invierno [kcal/h]	Q invierno [kW]
0	0.01	Sala de reuniones	125,57m ²	3.896,10	6.880,52	8,00
	0.02	Sala de reuniones	105,90m ²	3.296,70	5.620,04	6,54
	0.03	Zona común	145,27m ²	4.495,50	4.999,13	5,81
	0.04	Recepción	74,18m ²	2.097,90	3.617,79	4,21
	0.05	Zona común	6,25m ²	299,70	513,83	0,60
	0.06	Sala de presentaciones	291,06m ²	8.691,30	15.179,16	17,65
1	1.01	Oficina	25,25m ²	899,10	3.452,10	4,01
	1.02	Oficina	61,77m ²	1.798,20	3.706,90	4,31
	1.03	Oficina	78,67m ²	2.397,60	4.787,51	5,57
	1.04	Oficina	132,51m ²	3.896,10	11.535,87	13,42
	1.05	Oficina	19,95m ²	599,40	1.540,31	1,79
	1.06	Oficina	41,36m ²	1.198,80	2.545,47	2,96
	1.07	Zona común	38,33m ²	1.198,80	2.341,03	2,72
	1.08	Oficina	46,67m ²	1.498,50	4.416,87	5,14
	1.09	Oficina	21,07m ²	599,40	1.288,92	1,50
	1.10	Oficina	23,40m ²	599,40	1.361,30	1,58
	1.11	Oficina	20,77m ²	599,40	1.275,59	1,48
	1.12	Oficina	20,83m ²	599,40	1.281,30	1,49
	1.13	Sala de reuniones	48,67m ²	1.498,50	3.245,90	3,77

2	2.01	Oficina	69,77m ²	2.097,90	6.332,88	7,37
	2.02	Oficina	61,77m ²	1.798,20	3.706,90	4,31
	2.03	Oficina	20,28m ²	599,40	1.526,87	1,78
	2.04	Oficina	20,87m ²	599,40	1.553,75	1,81
	2.05	Oficina	25,99m ²	899,10	3.487,33	4,06
	2.06	Oficina	20,08m ²	599,40	1.256,54	1,46
	2.07	Oficina	46,67m ²	1.498,50	4.416,87	5,14
	2.08	Oficina	20,08m ²	599,40	1.256,54	1,46
	2.09	Oficina	40,97m ²	1.198,80	2.539,75	2,95
	2.10	Oficina	42,83m ²	1.198,80	2.600,70	3,02
	2.11	Oficina	90,87m ²	2.697,30	4.766,08	5,54
	2.12	Oficina	90,87m ²	2.697,30	4.763,96	5,54
3	3.01	Oficina	133,98m ²	3.896,10	11.568,53	13,45
	3.02	Oficina	40,47m ²	1.198,80	3.107,50	3,61
	3.03	Sala de reuniones	63,27m ²	1.798,20	3.720,34	4,33
	3.04	Oficina	132,00m ²	3.896,10	11.499,12	13,37
	3.05	Zona común	18,46m ²	599,40	599,40	0,70
	3.06	Oficina	37,63m ²	1.198,80	3.107,50	3,61
	3.07	Oficina	25,20m ²	899,10	899,10	1,05
	3.08	Oficina	41,18m ²	1.198,80	2.551,18	2,97
	3.09	Oficina	21,40m ²	599,40	1.294,64	1,51
	3.10	Oficina	23,20m ²	599,40	1.361,30	1,58
	3.11	Oficina	20,30m ²	599,40	1.266,07	1,47
	3.12	Oficina	20,50m ²	599,40	1.266,07	1,47
4	4.01	Oficina	70,80m ²	2.097,90	6.363,35	7,40
	4.02	Oficina	41,22m ²	1.198,80	3.139,76	3,65
	4.03	Zona común	22,67m ²	599,40	599,40	0,70
	4.04	Oficina	30,42m ²	899,10	2.297,02	2,67
	4.05	Oficina	79,65m ²	2.397,60	4.817,08	5,60
	4.06	Zona común	15,60m ²	599,40	599,40	0,70
	4.07	Sala de reuniones	46,48m ²	1.498,50	4.410,67	5,13
	4.08	Oficina	20,22m ²	599,40	1.262,26	1,47
	4.09	Oficina	20,22m ²	599,40	1.262,26	1,47
	4.10	Oficina	20,62m ²	599,40	1.275,59	1,48
	4.11	Oficina	132,50m ²	389.601,00	11.512,90	13,39
	4.12	Sala de reuniones	41,25m ²	1.198,80	2.551,18	2,97
5	5.01	Oficina	89,35m ²	2.697,30	8.616,26	10,02
	5.02	Oficina	59,39m ²	1.798,20	3.739,16	4,35
	5.03	Zona común	43,00m ²	1.198,80	2.598,80	3,02
	5.04	Oficina	37,27m ²	1.198,80	3.107,50	3,61
	5.05	Oficina	54,07m ²	1.498,50	5.767,04	6,71
	5.06	Zona común	47,26m ²	1.498,50	2.246,45	2,61
	5.07	Sala de reuniones	36,56m ²	1.198,80	3.814,66	4,44
	5.08	Oficina	32,44m ²	899,10	2.251,48	2,62
	5.09	Oficina	23,40m ²	599,40	1.361,30	1,58

ANEXO II: CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS TOTALES

	5.10	Oficina	20,76m ²	599,40	1.275,59	1,48
	5.11	Oficina	25,85m ²	899,10	3.133,86	3,64
	5.12	Zona común	23,71m ²	599,40	599,40	0,70
	5.13	Sala de reuniones	37,27m ²	1.198,80	3.107,50	3,61
	5.14	Oficina	28,27m ²	899,10	899,10	1,05
6	6.01	Sala de reuniones	78,97m ²	2.397,60	8.352,42	9,71
	6.02	Zona común	51,54m ²	1.498,50	2.986,12	3,47
	6.03	Oficina	62,83m ²	1.798,20	3.706,90	4,31
	6.04	Sala de reuniones	132,00m ²	3.896,10	11.499,12	13,37
	6.05	Oficina	23,40m ²	599,40	1.361,30	1,58
	6.06	Oficina	20,76m ²	599,40	1.275,59	1,48
	6.07	Oficina	41,53m ²	1.198,10	2.551,18	2,97
	6.08	Sala de reuniones	31,24m ²	899,10	2.998,67	3,49

Tabla 30. Cargas térmicas de invierno obtenidas para cada estancia de las plantas a climatizar del edificio

ANEXO III: Cálculo de caudales de aire

Para dimensionar correctamente los elementos necesarios en el circuito de aire y seleccionar los equipos correspondientes, es necesario calcular los caudales de aire que la correcta climatización del edificio requerirá. Se obtienen cuatro tipos de caudales: el caudal de ventilación, el caudal de impulsión, el caudal de retorno y el caudal de expulsión.

A continuación, se recogen en la Tabla 31 todos los valores de estos caudales para cada zona de las plantas a climatizar del edificio objeto del proyecto.

Planta	Zona	Caudal ventilación [m ³ /h]	Caudal impulsión [m ³ /h]	Caudal retorno [m ³ /h]	Caudal extracción [m ³ /h]
0	0.01	585	3398,22	2813,22	526,50
	0.02	495	3129,77	2634,77	445,50
	0.03	675	2753,65	2078,65	607,50
	0.04	315	1424,60	1109,60	283,50
	0.05	45	152,23	107,23	40,50
	0.06	1305	5633,16	4328,16	1174,50
1	1.01	135	2511,23	2376,23	121,50
	1.02	270	1439,93	1169,93	243,00
	1.03	360	1843,49	1483,49	324,00
	1.04	585	3820,32	3235,32	526,50
	1.05	90	541,53	451,53	81,00
	1.06	180	1079,50	899,50	162,00
	1.07	180	2221,75	2041,75	162,00
	1.08	225	3105,88	2880,88	202,50
	1.09	90	551,16	461,16	81,00
	1.1	90	662,75	572,75	81,00
	1.11	90	543,32	453,32	81,00
	1.12	90	570,41	480,41	81,00
	1.13	225	1241,35	1016,35	202,50
2	2.01	315	4460,61	4145,61	283,50
	2.02	270	1477,01	1207,01	243,00
	2.03	90	601,78	511,78	81,00
	2.04	90	555,79	465,79	81,00
	2.05	135	994,30	859,30	121,50
	2.06	90	560,78	470,78	81,00
	2.07	225	3115,86	2890,86	202,50

	2.08	90	528,70	438,70	81,00
	2.09	180	1148,66	968,66	162,00
	2.1	180	1209,63	1029,63	162,00
	2.11	405	2758,65	2353,65	364,50
	2.12	405	2518,72	2113,72	364,50
3	3.01	585	8389,66	7804,66	526,50
	3.02	180	1072,01	892,01	162,00
	3.03	270	1564,35	1294,35	243,00
	3.04	585	3794,65	3209,65	526,50
	3.05	90	389,30	299,30	81,00
	3.06	180	1009,63	829,63	162,00
	3.07	135	547,95	412,95	121,50
	3.08	180	1081,64	901,64	162,00
	3.09	90	557,93	467,93	81,00
	3.1	90	659,54	569,54	81,00
	3.11	90	534,76	444,76	81,00
	3.12	90	562,57	472,57	81,00
4	4.01	315	4532,98	4217,98	283,50
	4.02	180	1049,20	869,20	162,00
	4.03	90	449,55	359,55	81,00
	4.04	135	810,70	675,70	121,50
	4.05	360	1863,10	1503,10	324,00
	4.06	90	350,80	260,80	81,00
	4.07	225	3138,32	2913,32	202,50
	4.08	90	531,55	441,55	81,00
	4.09	90	555,79	465,79	81,00
	4.1	90	600,36	510,36	81,00
	4.11	585	3803,57	3218,57	526,50
	4.12	180	1100,53	920,53	162,00
5	5.01	405	5153,65	4748,65	364,50
	5.02	270	1438,86	1168,86	243,00
	5.03	180	1211,05	1031,05	162,00
	5.04	180	1019,25	839,25	162,00
	5.05	225	1870,94	1645,94	202,50
	5.06	225	1847,77	1622,77	202,50
	5.07	180	2504,10	2324,10	162,00
	5.08	135	906,95	771,95	121,50
	5.09	90	662,75	572,75	81,00
	5.1	90	543,32	453,32	81,00
	5.11	135	974,69	839,69	121,50
	5.12	90	480,21	390,21	81,00
	5.13	180	966,49	786,49	162,00
	5.14	135	546,52	411,52	121,50
6	6.01	360	5489,48	5129,48	324,00
	6.02	225	1289,84	1064,84	202,50

6.03	270	1556,15	1286,15	243,00
6.04	585	3794,65	3209,65	526,50
6.05	90	662,75	572,75	81,00
6.06	90	543,32	453,32	81,00
6.07	180	1074,51	894,51	162,00
6.08	135	907,31	772,31	121,50

Tabla 31. Detalle de los caudales del sistema de climatización de todas las zonas de las plantas del edificio

ANEXO IV: Cálculo de tuberías

A continuación, se recogen los detalles en referencia al dimensionamiento de los elementos necesarios para el cálculo de las tuberías.

En la Tabla 32 se muestra el número de cada tipo de fan-coil seleccionado para cada zona del edificio, junto con el caudal de impulsión necesario y las cargas térmicas a vencer en verano y en invierno.

Zona	Caudal impulsión [m ³ /h]	Calor efectivo VERANO [kcal/h]	Carga total INVIERNO [kcal/h]	Modelo Fan-coil	Unidades
0.01	3.398,22	10.409	6.880,52	FCS-80	3
0.02	3.129,77	9.521	5.620,04	FCS-80	3
0.03	2.753,65	8.736	4.999,13	FCS-30	4
0.04	1.424,60	4.453	3.617,79	FCS-30	1
				FCS-50	1
0.05	152,23	495	513,83	FCS-30	1
0.06	5.633,16	17.756	15.179,16	FCS-80	2
				FCS-90	2
1.01	2.511,23	7.247	3.452,10	FCS-90	1
				FCS-80	1
1.02	1.439,93	4.444	3.706,90	FCS-30	2
1.03	1.843,49	5.710	4.787,51	FCS-80	1
				FCS-30	1
1.04	3.820,32	11.593	11.535,87	FCS-30	1
				FCS-90	2
1.05	541,53	1.653	1.540,31	FCS-30	1
1.06	1.079,50	3.298	2.545,47	FCS-80	1
1.07	2.221,75	6.502	2.341,03	FCS-50	1
				FCS-80	1
1.08	3.105,88	9.050	4.416,87	FCS-90	2
1.09	551,16	1.681	1.288,92	FCS-30	1
1.10	662,75	1.994	1.361,30	FCS-30	1
1.11	543,32	1.659	1.275,59	FCS-30	1
1.12	570,41	1.735	1.281,30	FCS-30	1
1.13	1.241,35	3.819	3.245,90	FCS-80	1
2.01	4.460,61	12.984	6.332,88	FCS-90	2
				FCS-80	1
2.02	1.477,01	4.548	3.706,90	FCS-50	2
2.03	601,78	1.823	1.526,87	FCS-30	1

2.04	555,79	1.694	1.553,75	FCS-30	1
2.05	994,30	2.992	3.487,33	FCS-80	1
2.06	560,78	1.708	1.256,54	FCS-30	1
2.07	3.115,86	9.078	4.416,87	FCS-90	2
2.08	528,70	1.618	1.256,54	FCS-30	1
2.09	1.148,66	3.492	2.539,75	FCS-80	1
2.10	1.209,63	3.663	2.600,70	FCS-80	1
2.11	2.758,65	8.346	4.766,08	FCS-90	1
				FCS-80	1
2.12	2.518,72	7.673	4.763,96	FCS-80	2
3.01	8.389,66	24.409	11.568,53	FCS-80	5
				FCS-90	1
3.02	1.072,01	3.276	3.107,50	FCS-80	1
3.03	1.564,35	4.793	3.720,34	FCS-50	2
3.04	3.794,65	11.520	11.499,12	FCS-80	2
				FCS-30	2
3.05	389,30	1.227	599,40	FCS-30	1
3.06	1.009,63	3.102	3.107,50	FCS-80	1
3.07	547,95	1.739	899,10	FCS-30	1
3.08	1.081,64	3.304	2.551,18	FCS-80	1
3.09	557,93	1.699	1.294,64	FCS-30	1
3.10	659,54	1.984	1.361,30	FCS-30	1
3.11	534,76	1.635	1.266,07	FCS-30	1
3.12	562,57	1.713	1.266,07	FCS-30	1
4.01	4.532,98	13.187	6.363,35	FCS-80	3
				FCS-30	1
4.02	1.049,20	3.213	3.139,76	FCS-80	1
4.03	449,55	1.396	599,40	FCS-30	1
4.04	810,70	2.477	2.297,02	FCS-50	1
4.05	1.863,10	5.765	4.817,08	FCS-30	1
				FCS-80	1
4.06	350,80	1.119	599,40	FCS-30	1
4.07	3.138,32	9.141	4.410,67	FCS-90	1
4.08	531,55	1.626	1.262,26	FCS-30	1
4.09	555,79	1.694	1.262,26	FCS-30	1
4.10	600,36	1.819	1.275,59	FCS-30	1
4.11	3.803,57	11.546	11.512,90	FCS-50	3
				FCS-80	1
4.12	1.100,53	3.357	2.551,18	FCS-80	1
5.01	5.153,65	15.064	8.616,26	FCS-80	4
5.02	1.438,86	4.440	3.739,16	FCS-90	1
5.03	1.211,05	3.667	2.598,80	FCS-80	1
5.04	1.019,25	3.128	3.107,50	FCS-80	1
5.05	1.870,94	5.585	5.767,04	FCS-80	1
				FCS-30	1
5.06	1.847,77	5.520	2.246,45	FCS-80	1

5.07	2.504,10	7.294	3.814,66	FCS-30	1
5.08	906,95	2.747	2.251,48	FCS-80	1
5.09	662,75	1.994	1.361,30	FCS-30	1
5.10	543,32	1.659	1.275,59	FCS-30	1
5.11	974,69	2.937	3.133,86	FCS-80	1
5.12	480,21	1.482	599,40	FCS-30	1
5.13	966,49	2.980	3.107,50	FCS-80	1
5.14	546,52	1.735	899,10	FCS-30	1
6.01	5.489,48	15.938	8.352,42	FCS-90	3
6.02	1.289,84	3.956	2.986,12	FCS-80	1
6.03	1.556,15	4.769	3.706,90	FCS-50	2
6.04	3.794,65	11.520	11.499,12	FCS-50	3
6.05	662,75	1.994	1.361,30	FCS-30	1
6.06	543,32	1.659	1.275,59	FCS-30	1
6.07	1.074,51	3.284	2.551,18	FCS-80	1
6.08	907,31	2.748	2.998,67	FCS-80	1

Tabla 32. Cantidad de cada tipo de fan-coil seleccionado para cada zona del edificio, junto a sus respectivos caudales y cargas térmicas a hacer frente

Tras seleccionar los equipos que formarán parte del sistema de climatización, es necesario calcular los caudales de agua que requerirán cada uno de estos elementos para cumplir su función y poder dimensionar así las tuberías necesarias para conectarlos todos a la red hidráulica. Según el caudal obtenido para cada uno de los equipos, se obtiene un diámetro para las tuberías de agua fría y las de agua caliente observando las tablas de tuberías DIN 2440, mostradas en el Anexo VI “Tablas y gráficos de cálculo”.

A continuación, se recoge en la Tabla 33 los caudales de agua fría y caliente necesarios para cada uno de los elementos del sistema, junto con los diámetros de las tuberías asociadas a estos. A pesar de que los valores de las potencias son los de la estancia al completo, se calculan los caudales de cada uno de los equipos por separado, de manera que estos valores se refieren a la unidad de fan-coil en cada estancia. En las salas donde se encontraban dos modelos distintos de fan-coils, se estudia el reparto de potencias entre ellos, dependiendo de la capacidad máxima de cada uno de ellos. Debido a esto existen algunas salas donde se diferencia un tipo de tubería distinto para cada modelo de fan-coil empleado.

Zona	P verano [kcal/h]	P invierno [kcal/h]	Nº fan-coils	Q agua fría [l/h]	Q agua caliente [l/h]	Ø Agua fría [mm]	Ø Agua caliente [mm]
0.01	10.409	6.880,52	3	693,93	229,35	20	20
0.02	9.521	5.620,04	3	634,73	187,33	20	15
0.03	8.736	4.999,13	4	436,80	124,98	20	10
0.04	4.453	3.617,79	2	445,30	180,89	20	15
0.05	495	513,83	1	99,00	51,38	10	10
0.06	17.756	15.179,16	4	887,80	379,48	25	20
1.01	7.247	3.452,10	2	724,70	172,61	25	15
1.02	4.444	3.706,90	2	444,40	185,35	20	15
1.03	5.710	4.787,51	2	571,00	239,38	25	15
1.04	11.593	11.535,87	1(FCS-30) 2(FCS-90)	578,20 870,20	281,80 435,89	25 25	15 20
1.05	1.653	1.540,31	1	330,60	154,03	20	15
1.06	3.298	2.545,47	1	659,60	254,55	25	15
1.07	6.502	2.341,03	2	650,20	117,05	25	15
1.08	9.050	4.416,87	2	905,00	220,84	25	20
1.09	1.681	1.288,92	1	336,20	128,89	20	15
1.10	1.994	1.361,30	1	398,80	136,13	20	15
1.11	1.659	1.275,59	1	331,80	127,56	20	15
1.12	1.735	1.281,30	1	347,00	128,13	20	15
1.13	3.819	3.245,90	1	763,80	324,59	25	20
2.01	12.984	6.332,88	3	865,60	211,10	25	15
2.02	4.548	3.706,90	2	454,80	185,35	25	15
2.03	1.823	1.526,87	1	364,60	152,69	20	15
2.04	1.694	1.553,75	1	338,80	155,38	20	15
2.05	2.992	3.487,33	1	598,40	348,73	25	20
2.06	1.708	1.256,54	1	341,60	125,65	25	15
2.07	9.078	4.416,87	2	907,80	220,84	25	20
2.08	1.618	1.256,54	1	323,60	125,65	20	15
2.09	3.492	2.539,75	1	698,40	253,98	25	20
2.10	3.663	2.600,70	1	732,60	260,07	25	20
2.11	8.346	4.766,08	2	834,60	238,30	32	20
2.12	7.673	4.763,96	2	767,30	238,20	25	20
3.01	24.409	11.568,53	6	813,63	192,81	32	15
3.02	3.276	3.107,50	1	655,20	310,75	25	20
3.03	4.793	3.720,34	2	479,30	186,02	20	15
3.04	11.520	11.499,12	2(FCS-30) 2(FCS-80)	576,00 576,00	281,80 293,15	25 25	20 20
3.05	1.227	599,40	1	245,40	59,94	20	10
3.06	3.102	3.107,50	1	620,40	310,75	25	20
3.07	1.739	899,10	1	347,80	89,91	20	10
3.08	3.304	2.551,18	1	660,80	255,12	25	20
3.09	1.699	1.294,64	1	339,80	129,46	20	15
3.10	1.984	1.361,30	1	396,80	136,13	20	15

3.11	1.635	1.266,07	1	327,00	126,61	20	15
3.12	1.713	1.266,07	1	342,60	126,61	20	15
4.01	13.187	6.363,35	1(FCS-30)	578,20	159,08	25	15
			3(FCS-80)	686,40	159,08	25	15
4.02	3.213	3.139,76	1	642,60	313,98	25	20
4.03	1.396	599,40	1	279,20	59,94	20	10
4.04	2.477	2.297,02	1	495,40	229,70	20	20
4.05	5.765	4.817,08	2	576,50	240,85	25	20
4.06	1.119	599,40	1	223,80	59,94	20	10
4.07	9.141	4.410,67	1	1828,20	441,07	40	20
4.08	1.626	1.262,26	1	325,20	126,23	20	15
4.09	1.694	1.262,26	1	338,80	126,23	20	15
4.10	1.819	1.275,59	1	363,80	127,56	20	15
4.11	11.546	11.512,90	4	577,30	287,82	25	20
4.12	3.357	2.551,18	1	671,40	255,12	25	20
5.01	15.064	8.616,26	4	753,20	215,41	25	20
5.02	4.440	3.739,16	1	888,00	373,92	25	20
5.03	3.667	2.598,80	1	733,40	259,88	25	20
5.04	3.128	3.107,50	1	625,60	310,75	25	20
5.05	5.585	5.767,04	1(FCS-30)	558,50	281,80	25	20
			1(FCS-80)	558,50	294,91	25	20
5.06	5.520	2.246,45	2	552,00	112,32	25	15
5.07	7.294	3.814,66	2	729,40	190,73	25	15
5.08	2.747	2.251,48	1	549,40	225,15	25	20
5.09	1.994	1.361,30	1	398,80	136,13	20	15
5.10	1.659	1.275,59	1	331,80	127,56	20	15
5.11	2.937	3.133,86	1	587,40	313,39	20	20
5.12	1.482	599,40	1	296,40	59,94	20	10
5.13	2.980	3.107,50	1	596,00	310,75	20	20
5.14	1.735	899,10	1	347,00	89,91	20	10
6.01	15.938	8.352,42	4	796,90	208,81	25	20
6.02	3.956	2.986,12	1	791,20	298,61	25	20
6.03	4.769	3.706,90	2	476,90	185,35	20	15
6.04	11.520	11.499,12	4	576,00	287,48	25	20
6.05	1.994	1.361,30	1	398,80	136,13	20	15
6.06	1.659	1.275,59	1	331,80	127,56	20	15
6.07	3.284	2.551,18	1	656,80	255,12	25	20
6.08	2.748	2.998,67	1	549,60	299,87	20	20

Tabla 33. Caudales de agua requeridos por los fan-coils y sus diámetros de tuberías establecidos

Equipo	P verano [kcal/h]	P invierno [kcal/h]	Q agua fría [l/h]	Q agua caliente [l/h]	Ø Agua fría [mm]	Ø Agua caliente [mm]
TKM-50	66.388,76	119.241,95	13.277,75	11.924,20	65	65

Tabla 34. Caudal de agua requerido por el climatizador y sus diámetros de tuberías establecidos

ANEXO V: Cálculo de conductos

A continuación, se recogen los detalles en referencia al dimensionamiento de los elementos necesarios para el cálculo de los conductos.

En la Tabla 35 se muestra el número de rejillas seleccionado para cada zona del edificio, junto con el caudal de extracción necesario para la sala al completo y el caudal resultante en cada una de las rejillas a instalar.

Planta	Zona	Caudal extracción [m ³ /h]	Rejillas	Caudal/rejilla [m ³ /h]	Modelo de rejilla
0	0.01	526,5	4	131,625	103.06.06
	0.02	445,5	3	148,5	103.06.06
	0.03	607,5	4	151,875	103.06.06
	0.04	283,5	2	141,75	103.06.06
	0.05	40,5	1	40,5	103.04.04
	0.06	1174,5	8	146,8125	103.06.06
1	1.01	121,5	1	121,5	103.06.06
	1.02	243,0	2	121,5	103.06.06
	1.03	324,0	3	108	103.06.06
	1.04	526,5	4	131,625	103.06.06
	1.05	81,0	1	81	103.04.06
	1.06	162,0	2	81	103.04.06
	1.07	162,0	2	81	103.04.06
	1.08	202,5	2	101,25	103.06.06
	1.09	81,0	1	81	103.04.06
	1.10	81,0	1	81	103.04.06
	1.11	81,0	1	81	103.04.06
	1.12	81,0	1	81	103.04.06
	1.13	202,5	2	101,25	103.06.06
2	2.01	283,5	2	141,75	103.06.06
	2.02	243,0	2	121,5	103.06.06
	2.03	81,0	1	81	103.04.06
	2.04	81,0	1	81	103.04.06
	2.05	121,5	1	121,5	103.06.06
	2.06	81,0	1	81	103.04.06
	2.07	202,5	2	101,25	103.06.06
	2.08	81,0	1	81	103.04.06
	2.09	162,0	2	81	103.04.06
	2.10	162,0	2	81	103.04.06

	2.11	364,5	3	121,5	103.06.06
	2.12	364,5	3	121,5	103.06.06
3	3.01	526,5	4	131,625	103.06.06
	3.02	162,0	2	81	103.04.06
	3.03	243,0	2	121,5	103.06.06
	3.04	526,5	4	131,625	103.06.06
	3.05	81,0	1	81	103.04.06
	3.06	162,0	2	81	103.04.06
	3.07	121,5	1	121,5	103.06.06
	3.08	162,0	2	81	103.04.06
	3.09	81,0	1	81	103.04.06
	3.10	81,0	1	81	103.04.06
	3.11	81,0	1	81	103.04.06
	3.12	81,0	1	81	103.04.06
4	4.01	283,5	2	141,75	103.06.06
	4.02	162,0	2	81	103.04.06
	4.03	81,0	1	81	103.04.06
	4.04	121,5	1	121,5	103.06.06
	4.05	324,0	3	108	103.06.06
	4.06	81,0	1	81	103.04.06
	4.07	202,5	2	101,25	103.06.06
	4.08	81,0	1	81	103.04.06
	4.09	81,0	1	81	103.04.06
	4.10	81,0	1	81	103.04.06
	4.11	526,5	4	131,625	103.06.06
	4.12	162,0	2	81	103.04.06
5	5.01	364,5	3	121,5	103.06.06
	5.02	243,0	2	121,5	103.06.06
	5.03	162,0	2	81	103.04.06
	5.04	162,0	2	81	103.04.06
	5.05	202,5	2	101,25	103.06.06
	5.06	202,5	2	101,25	103.06.06
	5.07	162,0	2	81	103.04.06
	5.08	121,5	1	121,5	103.06.06
	5.09	81,0	1	81	103.04.06
	5.10	81,0	1	81	103.04.06
	5.11	121,5	1	121,5	103.06.06
	5.12	81,0	1	81	103.04.06
	5.13	162,0	2	81	103.04.06
	5.14	121,5	1	121,5	103.06.06
6	6.01	324,0	3	108	103.06.06
	6.02	202,5	2	101,25	103.06.06
	6.03	243,0	2	121,5	103.06.06
	6.04	526,5	4	131,625	103.06.06
	6.05	81,0	1	81	103.04.06

	6.06	81,0	1	81	103.04.06
	6.07	162,0	2	81	103.04.06
	6.08	121,5	1	121,5	103.06.06

Tabla 35. Número de rejillas y modelo seleccionado por cada estancia, junto con el caudal de extracción requerido

ANEXO VI: Tablas y gráficos de cálculo

A continuación, se recogen los diagramas, tablas y gráficos que se han utilizado para diversos cálculos a lo largo del desarrollo del proyecto.

Diagrama psicrométrico:

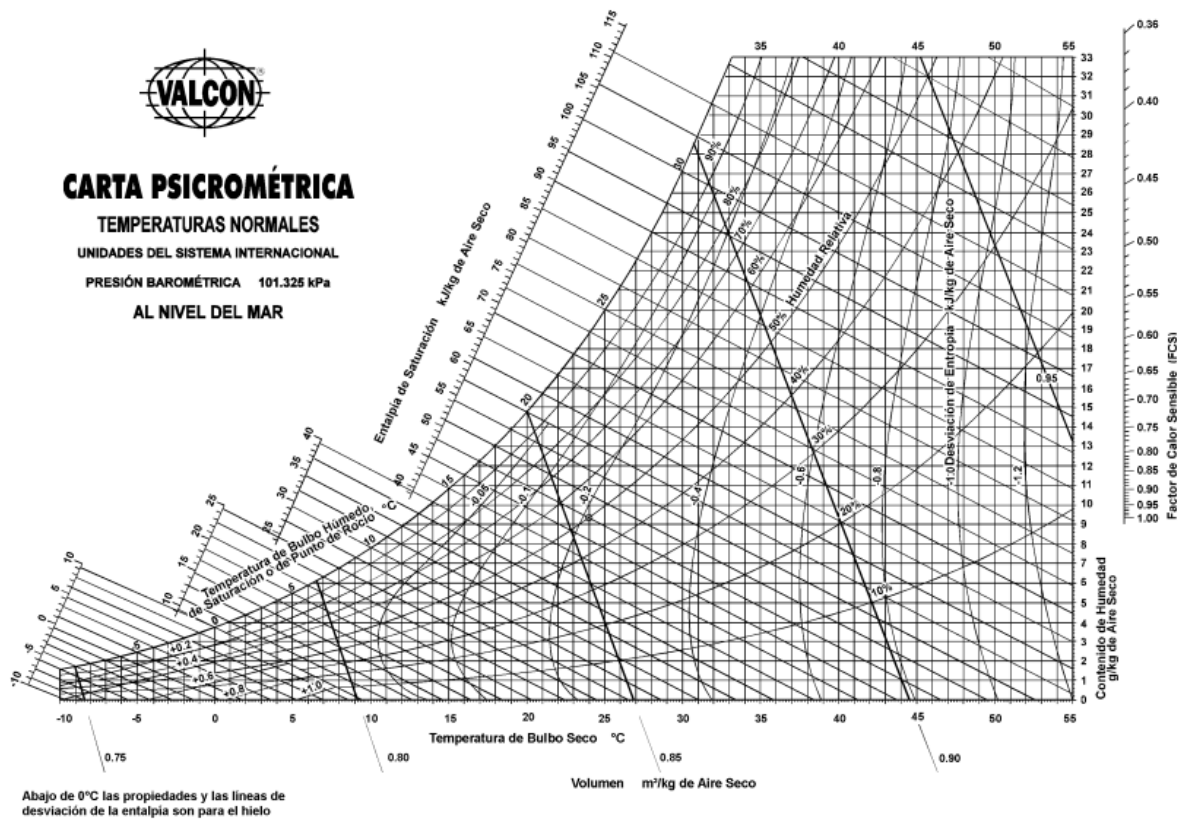


Figura 13.11 - Carta psicrométrica a temperaturas normales y presión barométrica de 101.325 kPa (al nivel del mar). Las unidades están en el sistema internacional (SI).

Tabla de aportaciones solares a través de vidrio sencillo:

TABLA 15. APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO SENCILLO (Cont.)
kcal/h × (m² de abertura)

40°

40°

0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR														0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época	
21 Junio	N	87	54	32	35	38	38	38	38	38	35	32	34	36	22 Diciembre	N	14
	NE	120	365	305	198	85	38	38	38	38	35	32	37	14		SE	
	E	341	434	439	365	257	114	38	38	38	35	32	27	16		E	
	SE	138	238	295	331	268	192	92	38	38	35	32	27	14		N	
	S	75	27	32	31	34	119	145	199	241	281	311	327	14		NO	
SO	74	27	32	35	38	38	32	192	268	281	295	238	138	SO			
O	16	27	32	35	38	38	38	114	257	389	439	438	341	O			
NO	16	27	32	35	38	38	38	38	31	198	303	380	320	NO			
Horizontal	84	322	363	485	569	659	642	639	569	485	363	322	84	Horizontal			
22 Julio y 21 Mayo	N	85	28	32	35	38	38	38	38	35	32	34	36	21 Enero y 21 Noviembre	N	14	
	NE	127	344	284	174	70	38	38	38	38	35	32	27		13	SE	
	E	358	432	444	390	262	114	38	38	38	35	32	27		13	E	
	SE	144	248	322	339	298	222	112	40	38	35	32	27		13	NE	
	S	13	27	32	35	38	38	38	38	31	198	303	380		320	N	
SO	13	27	32	35	38	38	38	38	31	198	303	380	320	NO			
O	13	27	32	35	38	38	38	114	265	390	444	438	320	O			
NO	13	27	32	35	38	38	38	38	31	179	289	344	367	NO			
Horizontal	65	198	241	463	550	618	633	610	550	463	341	198	65	Horizontal			
24 Agosto y 20 Abril	N	19	21	28	35	38	38	38	38	38	35	32	29	21	30 Febrero y 23 Octubre	N	19
	NE	184	276	272	124	43	38	38	38	38	35	32	21	8		SE	
	E	227	338	439	392	272	122	38	38	38	35	32	21	8		E	
	SE	130	284	374	394	377	290	179	67	38	35	32	21	8		NE	
	S	8	21	29	35	38	38	38	38	31	198	303	380	320		N	
SO	8	21	29	35	38	38	38	38	31	198	303	380	320	NO			
O	8	21	29	35	38	38	38	122	272	394	439	394	320	O			
NO	8	21	29	35	38	38	38	43	124	272	339	344	367	NO			
Horizontal	24	127	271	406	501	556	580	556	561	406	271	127	24	Horizontal			
22 Septiembre y 23 Marzo	N	0	73	24	32	35	35	35	35	35	32	28	13	0	22 Marzo y 22 Septiembre	N	0
	NE	0	106	187	70	35	35	35	35	35	32	28	13	0		SE	
	E	0	214	484	377	258	152	38	35	35	32	28	13	0		E	
	SE	0	217	398	428	423	340	244	111	38	32	28	13	0		NE	
	S	0	13	114	219	296	330	329	339	398	219	119	13	0		N	
SO	0	13	114	219	296	330	329	339	398	219	119	13	0	NO			
O	0	13	114	219	296	330	329	339	398	219	119	13	0	O			
NO	0	13	114	219	296	330	329	339	398	219	119	13	0	NO			
Horizontal	0	57	181	335	474	672	896	1077	1214	1077	896	672	57	Horizontal			
23 Octubre y 20 Febrero	N	0	5	16	27	28	32	32	32	29	27	18	5	0	20 Abril y 24 Agosto	N	0
	NE	0	24	84	32	29	32	32	32	29	27	18	5	0		SE	
	E	0	220	317	238	208	165	32	32	29	27	18	5	0		E	
	SE	0	219	338	336	462	390	350	170	64	27	16	5	0		NE	
	S	0	87	168	262	371	417	429	417	371	262	168	87	0		N	
SO	0	87	168	262	371	417	429	417	371	262	168	87	0	NO			
O	0	5	16	27	28	32	32	32	29	27	18	5	0	O			
NO	0	5	16	27	28	32	32	32	29	27	18	5	0	NO			
Horizontal	8	21	78	173	275	333	349	333	275	173	78	21	8	Horizontal			
21 Noviembre y 21 Enero	N	0	0	8	19	24	27	27	27	24	19	8	0	0	21 Mayo y 23 Julio	N	0
	NE	0	0	32	14	34	27	27	27	24	19	8	0	0		SE	
	E	0	0	249	270	205	89	19	27	24	19	8	0	0		E	
	SE	0	0	285	349	422	395	314	189	72	19	8	0	0		NE	
	S	0	0	150	262	377	428	428	377	262	150	8	0	0		N	
SO	0	0	150	262	377	428	428	377	262	150	8	0	0	NO			
O	0	0	8	19	24	27	27	27	24	19	8	0	0	O			
NO	0	0	8	19	24	27	27	27	24	19	8	0	0	NO			
Horizontal	0	0	82	116	180	249	279	249	180	116	82	0	0	Horizontal			
22 Diciembre	N	0	0	5	16	24	27	27	27	24	16	5	0	0	21 Junio	N	0
	NE	0	0	19	16	24	27	27	27	24	16	5	0	0		SE	
	E	0	0	195	223	184	84	37	27	24	16	5	0	0		E	
	SE	0	0	238	363	461	365	311	198	81	19	5	0	0		NE	
	S	0	0	138	268	363	428	447	428	363	268	138	0	0		N	
SO	0	0	138	268	363	428	447	428	363	268	138	0	0	NO			
O	0	0	5	16	24	27	27	27	24	16	5	0	0	O			
NO	0	0	5	16	24	27	27	27	24	16	5	0	0	NO			
Horizontal	0	0	21	64	149	208	235	208	149	64	21	0	0	Horizontal			

Condiciones: Marco metálico o aluminio
= 1,0, 85 ó 1,17

Defecto de limpieza: 15 % máx.

Altitud: + 0,7 % por 300 m

Punto de rocío superior a 19,5 °C = 14 % por 10 °C

Punto de rocío superior a 19,5 °C + 14 % por 10 °C

Labios sur Dic. o Enero + 7 %

Valores subrayados-máximos mensuales Valores encuadrados-máximos anuales

Diámetro de tuberías de agua fría:

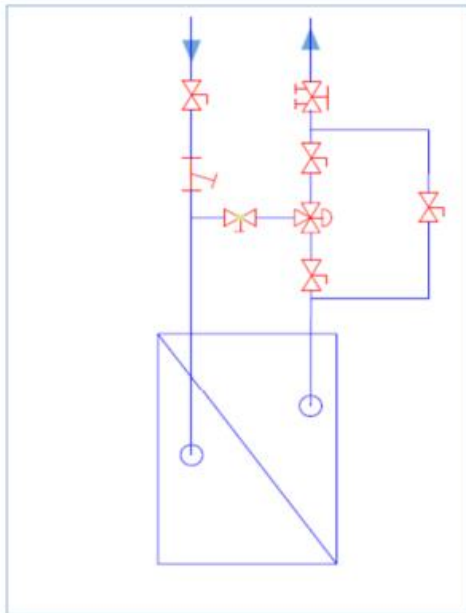
Ø nominal	pulgadas	DIN 2440											
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
Ø interior	mm	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Perdida de carga en mm.c.a. / ml		12,5	16	21,6	27,2	35,9	41,8	53	68,8	80,8	105,3	130	155,4
		CAUDAL EN LH											
		VELOCIDAD EN M/S											
3	49	130	210	394	848	1.273	2.441	4.915	7.472	15.299	26.967	43.037	
	0,11	0,18	0,16	0,19	0,23	0,26	0,31	0,37	0,40	0,49	0,56	0,63	
4	65	136	248	466	992	1.491	2.818	5.675	8.780	17.666	31.139	49.695	
	0,15	0,19	0,19	0,22	0,27	0,30	0,35	0,42	0,48	0,56	0,65	0,73	
5	81	136	280	527	1.124	1.690	3.200	6.453	9.997	20.142	34.814	56.810	
	0,18	0,19	0,21	0,25	0,31	0,34	0,40	0,48	0,54	0,64	0,73	0,83	
6	97	136	310	584	1.231	1.851	3.505	7.069	10.951	22.065	38.957	62.232	
	0,22	0,19	0,23	0,28	0,34	0,37	0,44	0,53	0,59	0,70	0,82	0,91	
7	101	149	339	631	1.348	2.029	3.847	7.771	11.828	23.833	42.079	67.218	
	0,24	0,21	0,26	0,30	0,37	0,41	0,48	0,58	0,64	0,76	0,88	0,98	
8	101	159	362	683	1.441	2.169	4.112	8.307	12.645	26.003	44.984	71.859	
	0,24	0,22	0,27	0,33	0,40	0,44	0,52	0,62	0,69	0,83	0,94	1,05	
9	101	170	388	724	1.550	2.335	4.362	8.811	13.667	27.581	47.713	76.218	
	0,24	0,24	0,29	0,35	0,43	0,47	0,55	0,66	0,74	0,88	1,00	1,12	
10	101	181	409	773	1.634	2.462	4.674	9.288	14.407	29.073	50.294	80.341	
	0,21	0,25	0,31	0,37	0,45	0,50	0,59	0,69	0,78	0,93	1,05	1,18	
11	101	190	434	811	1.714	2.582	4.902	9.741	15.110	30.492	52.749	86.245	
	0,22	0,26	0,33	0,39	0,47	0,52	0,62	0,73	0,82	0,97	1,10	1,26	
12	101	201	453	847	1.790	2.696	5.120	10.361	15.782	31.848	56.332	90.080	
	0,23	0,28	0,34	0,41	0,49	0,55	0,64	0,77	0,85	1,02	1,18	1,32	
13	106	209	472	882	1.890	2.850	5.329	10.784	16.426	33.148	58.633	93.758	
	0,24	0,29	0,36	0,42	0,52	0,58	0,67	0,81	0,89	1,06	1,23	1,37	
14	110	219	496	927	1.961	2.958	5.530	11.191	17.046	34.399	60.846	97.298	
	0,25	0,30	0,38	0,44	0,54	0,60	0,70	0,84	0,92	1,10	1,27	1,42	
15	115	227	513	960	2.030	3.061	5.724	11.584	17.644	35.607	62.982	100.713	
	0,26	0,31	0,39	0,46	0,56	0,62	0,72	0,87	0,96	1,14	1,32	1,47	
16	119	234	530	991	2.097	3.162	6.013	11.964	18.223	36.774	65.047	104.016	
	0,27	0,32	0,40	0,47	0,58	0,64	0,76	0,89	0,99	1,17	1,36	1,52	
17	123	241	546	1.022	2.161	3.259	6.198	12.332	18.784	37.906	67.049	107.217	
	0,28	0,33	0,41	0,49	0,59	0,66	0,78	0,92	1,02	1,21	1,40	1,57	
18	127	251	569	1.051	2.224	3.354	6.377	12.690	19.329	39.005	68.993	110.325	
	0,29	0,35	0,43	0,50	0,61	0,68	0,80	0,95	1,05	1,24	1,44	1,62	
19	131	258	584	1.095	2.319	3.446	6.552	13.037	20.251	40.936	70.883	113.348	
	0,30	0,36	0,44	0,52	0,64	0,70	0,82	0,97	1,10	1,31	1,48	1,66	
20	134	264	599	1.123	2.380	3.535	6.722	13.376	20.778	41.999	72.725	116.293	
	0,30	0,37	0,45	0,54	0,65	0,72	0,85	1,00	1,13	1,34	1,52	1,70	
21	139	271	614	1.151	2.438	3.680	6.888	13.706	21.291	43.037	74.521	119.165	
	0,31	0,37	0,47	0,55	0,67	0,74	0,87	1,02	1,15	1,37	1,56	1,75	
22	142	280	629	1.178	2.496	3.767	7.051	14.029	21.792	44.049	76.274	121.969	
	0,32	0,39	0,48	0,56	0,68	0,76	0,89	1,05	1,18	1,41	1,60	1,79	
23	145	287	643	1.204	2.552	3.852	7.209	14.344	22.281	45.039	77.989	124.710	
	0,33	0,40	0,49	0,58	0,70	0,78	0,91	1,07	1,21	1,44	1,63	1,83	
24	149	293	665	1.230	2.607	3.934	7.364	14.932	22.761	46.008	79.666	127.393	
	0,34	0,40	0,50	0,59	0,72	0,80	0,93	1,12	1,23	1,47	1,67	1,87	
25	153	299	679	1.255	2.661	4.016	7.516	15.240	23.230	46.957	81.309	130.019	
	0,35	0,41	0,51	0,60	0,73	0,81	0,95	1,14	1,26	1,50	1,70	1,90	
26	156	305	692	1.280	2.713	4.095	7.665	15.541	23.690	47.887	82.919	132.594	
	0,35	0,42	0,52	0,61	0,74	0,83	0,97	1,16	1,28	1,53	1,74	1,94	
27	159	311	705	1.323	2.765	4.173	7.811	15.838	24.141	48.799	84.499	135.120	
	0,36	0,43	0,53	0,63	0,76	0,84	0,98	1,18	1,31	1,56	1,77	1,98	
28	162	320	718	1.347	2.816	4.250	7.954	16.128	24.584	49.694	86.049	137.600	
	0,37	0,44	0,54	0,64	0,77	0,86	1,00	1,21	1,33	1,59	1,80	2,02	
29	165	325	731	1.371	2.865	4.325	8.095	16.414	25.019	50.574	87.572	140.035	
	0,37	0,45	0,55	0,66	0,79	0,88	1,02	1,23	1,36	1,61	1,83	2,05	
30	168	331	743	1.394	2.914	4.399	8.379	16.694	25.447	51.438	89.069	142.429	
	0,38	0,46	0,56	0,67	0,80	0,89	1,05	1,25	1,38	1,64	1,86	2,09	





Diámetro de tuberías de agua caliente:

Ø nominal	pulgadas	DIN 2440											
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
	mm	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Ø interior	mm	12.5	16	21.6	27.2	35.9	41.8	53	68.8	80.8	105.3	130	155.4
Perdida de carga en mm.c.a. / m	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	1.795	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	3.368	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	0.73	0.88	1.04	1.15	1.37	1.56	1.73	
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	1.78	
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	135.869	
	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	

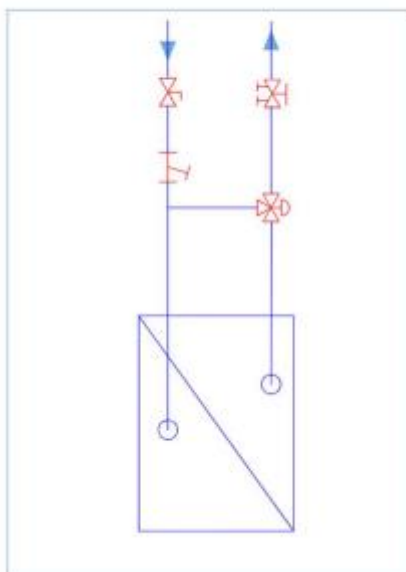
Valvulería de conexión de elementos:





CONEXIÓN BATERIA CLIMATIZADORES



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

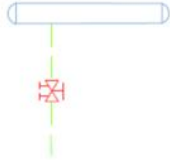
DETALLE CONEXION TUBERIA A BATERIAS



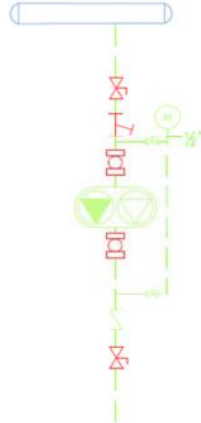
-  VÁLVULA DE CORTE
-  FILTRO
-  VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA
-  VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

DETALLE VALVULERÍA EN BOMBAS

RETORNO DE BOMBA



IMPULSIÓN



- ⇒ VÁLVULA DE CORTE TIPO MARIPOSA PARA $\phi > 2"$
- ⊗ VÁLVULA DE CORTE TIPO BOLA PARA $\phi \leq 2"$
- ┌─┴─┬─┐ FILTRO
- ⊠ VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA
- ⊗ VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS
- ⊠ MANGUITO ANTIVIBRATORIO

Cálculo de pérdida de carga de accesorios y válvulas de tuberías:

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

Diagrama para el cálculo de pérdidas de carga en conductos circulares de aire:

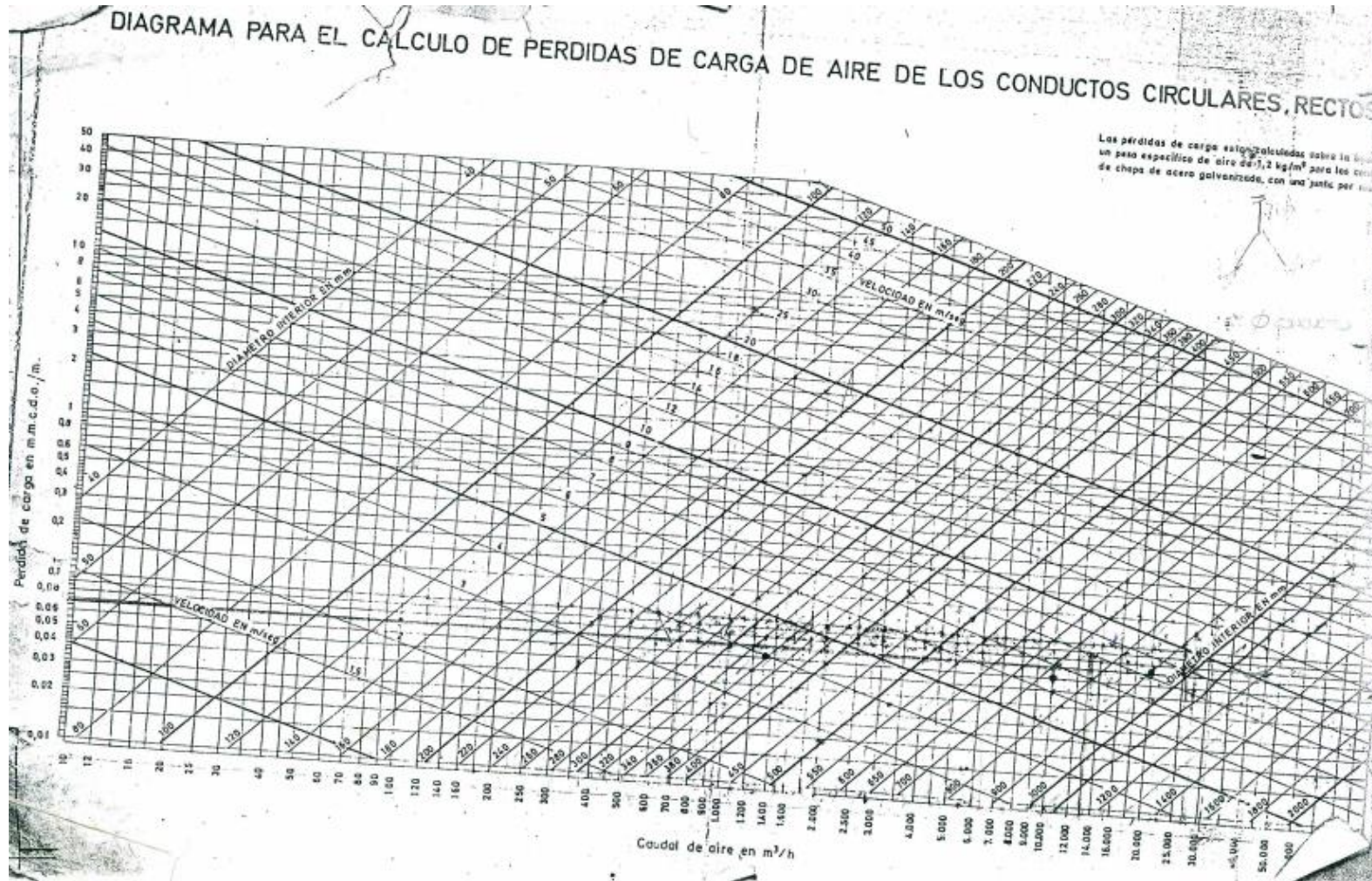
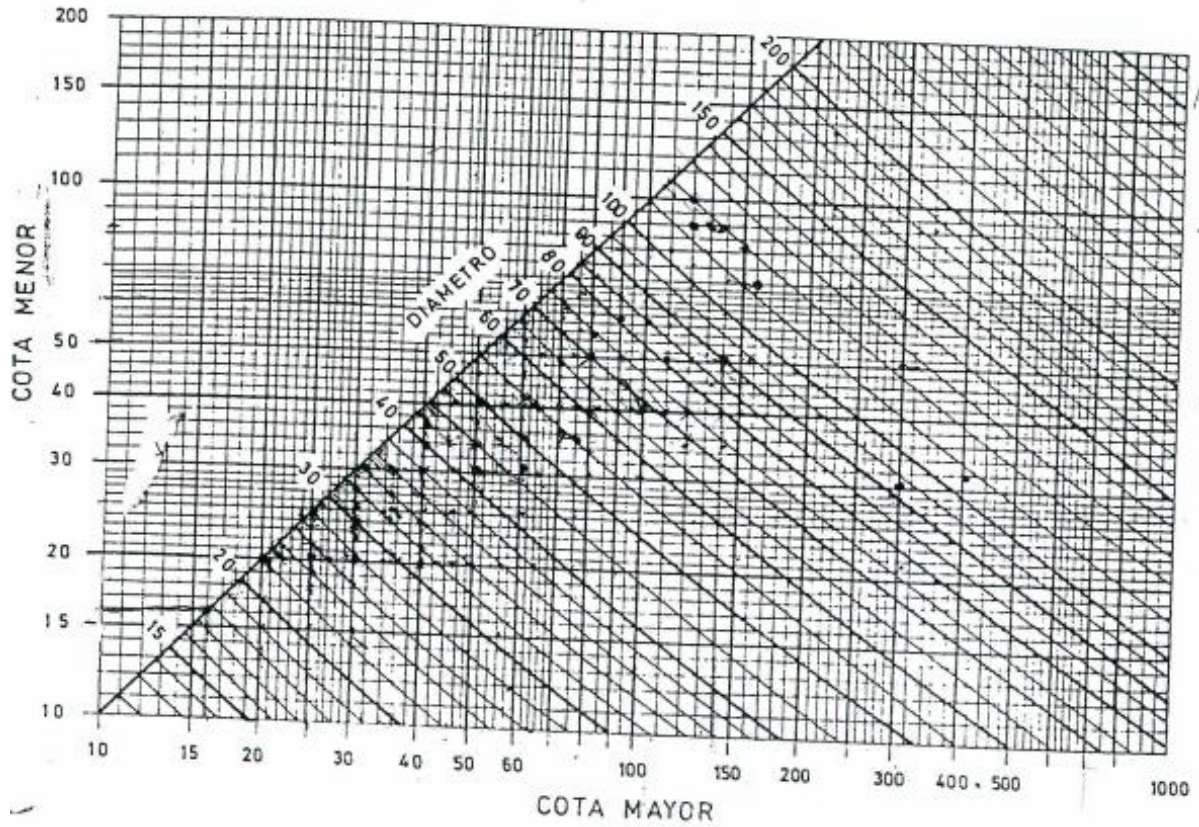


Diagrama de transformación de conductos circulares a rectangulares con igual pérdida de carga:



Cálculo de pérdida de carga de accesorios de conductos:

LONGITUD EQUIVALENTE EN ML DE ACCESORIOS PARA REDES DE CONDUCTOS

v (m/s)	n=	
	0,326	0,53
	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

ANEXO VII: Catálogos de equipos

En este apartado se recogen los catálogos técnicos con las especificaciones detalladas de los equipos seleccionados para formar parte del sistema de climatización del edificio objeto del proyecto. El orden según el que se muestran los catálogos es el siguiente:

1. Fan-coils
2. Unidad de tratamiento del aire
3. Caldera
4. Enfriadora
5. Rejillas
6. Bombas

SERIE
FCS

IDENTIFICACIÓN
SELECCIÓN RÁPIDA





Selección Rápida

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

Datos nominales de funcionamiento

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

Dimensiones interiores (mm)

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




TABLA DE SELECCIÓN NUMÉRICA
FAN-COILS

SERIE
FCS

Modelo		FCS-20	FCS-30	FCS-40	FCS-50	FCS-80	FCS-90
CAUDAL DE AIRE (m ³ /h)	Vel. máxima	750	750	750	875	1.375	1.600
	Vel. media	600	600	600	750	1.100	1.375
	Vel. mínima	425	425	425	650	775	1.185

Modelo 2T (Instalación a 2 tubos)

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

Modelo 4T (Instalación a 4 tubos)

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

Datos Nominales de Funcionamiento

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

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

Niveles Sonoros

Niveles de presión Sonora dB(A) <small>(Medida según normas UNE 74.034.02 equivalentes a ISO 3744:1981)</small>	Vel. máxima	45	46	46	51	49	55
	Vel. media	38	39	39	47	44	53
	Vel. mínima	29	30	30	44	35	50

Consumos Eléctricos

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

TKM 50 HE

Elevada eficiencia
en el tratamiento del aire



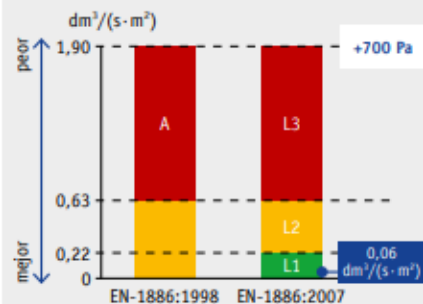
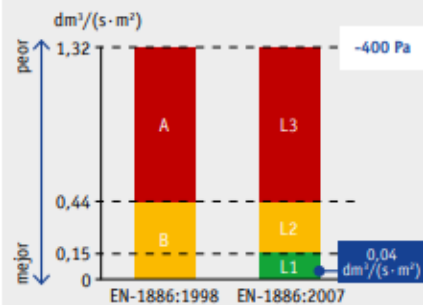
TROX[®] TECHNIK
The art of handling air

Estanqueidad de la envolvente

Según la norma EN-1886, el ensayo de estanqueidad debe realizarse a continuación del ensayo de resistencia mecánica. Se comienza sometiendo al equipo a una depresión de 400 Pa y midiendo el caudal de fuga de aire a través de la envolvente, para posteriormente repetir el proceso, sometiendo al equipo a una sobrepresión de 700 Pa.

La serie TKM 50 HE obtiene unos caudales de fuga de $0,04 \text{ dm}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ en la prueba de -400 Pa y de $0,06 \text{ dm}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ en la prueba de +700 Pa, que se corresponden con la máxima clasificación posible L1.

Estanqueidad de la envolvente			
Pa	Límite $\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$	EN-1886:1998	EN-1886:2007
-400	0,15	B	L1
	0,44	B	L2
	1,32	A	L3
	>1,32	3A	
+700	0,22	B	L1
	0,63	B	L2
	1,90	A	L3
	5,70	3A	



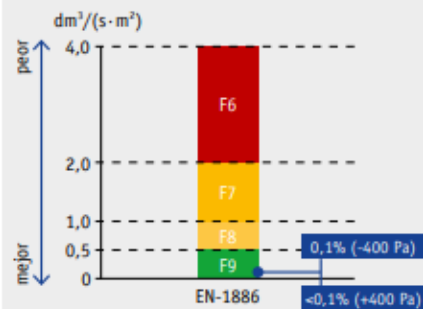
Caudal de fuga de aire por derivación a través de la pared de filtración

Tal y como se indica en la norma EN-1886, el caudal de fuga de aire por derivación a través de la pared de filtración, reduce la eficacia del filtro, especialmente si se trata de un filtro de alta eficacia, porque el aire que se deriva no se filtra.

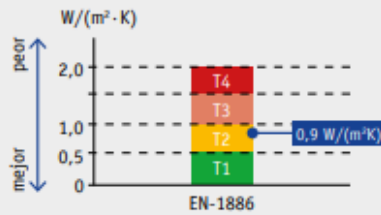
Durante el ensayo, se somete al equipo a una sobrepresión y a una depresión de 400 Pa, y se mide el porcentaje de caudal de aire, respecto al nominal, que no pasa por las células de filtro.

La serie TKM 50 HE obtiene unos caudales de fuga inferiores a 0,1% en la prueba de +400 Pa y de 0,1% en la de -400 Pa, que se corresponde con la máxima clasificación posible F9.

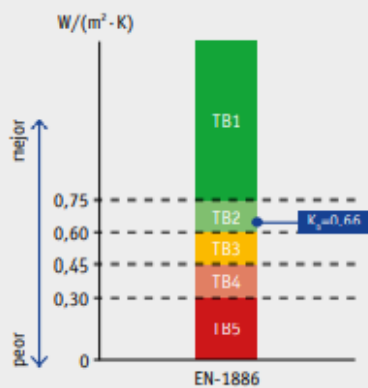
Caudal de fuga por derivación a través de filtro		
Límite	EN-1886:1998	EN-1886:2007
0,5 %	F9	F9
1,0 %	F8	F8
2,0 %	F7	F7
4,0 %	F6	F6



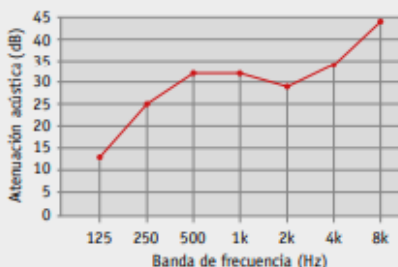
Transmisión térmica		
Limite	EN-1886:1998	EN-1886:2007
$U \leq 0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	T1	T1
$U \leq 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	T2	T2
$U \leq 1,4 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	T3	T3
$U \leq 2,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	T4	T4



Puente térmico		
Limite	EN-1886:1998	EN-1886:2007
$K_b > 0,75$	TB1	TB1
$K_b > 0,60$	TB2	TB2
$K_b > 0,45$	TB3	TB3
$K_b > 0,30$	TB4	TB4



Banda de frecuencia (Hz)						
125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000
Aislamiento acústico de la carcasa (dB)						
17	23	31	32	27	35	46



Transmisión térmica

Siguiendo la norma EN-1886, la transmisión térmica U ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$), debe ser obtenida cuando la diferencia de temperatura en condiciones estables entre el interior del equipo y el exterior es de 20 K. La superficie utilizada para calcular el valor de U debe ser la correspondiente a la superficie externa de la envolvente (sin el marco base ni sobretecho superior, por ejemplo el tejadillo que se instala en los equipos con ejecución de intemperie).

La serie TKM 50 HE obtiene un coeficiente de transmisión térmica $U = 0,9$ ($\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$), lo que la clasifica como clase T2.

Puente térmico

Según la EN-1886, en las condiciones de ensayo, cuando la diferencia de temperatura media entre las temperaturas en el interior y exterior está estabilizada a 20 K, se debe obtener el punto de la superficie exterior de la envolvente con mayor temperatura. La relación entre la diferencia de temperatura entre el interior y la máxima temperatura superficial, y la diferencia media de la temperatura entre el aire en el interior del equipo y el exterior, determina el factor del puente térmico.

$$k_b = \Delta_{t_{\text{min}}} / \Delta t_{\text{aire}}$$

Donde:

$\Delta_{t_{\text{min}}}$: es la menor diferencia de temperatura

$$\Delta_{t_{\text{min}}} = t_i - t_{s_{\text{máx}}}$$

Δt_{aire} : diferencia de temperatura entre el aire interior y exterior,

$$\Delta t_{\text{aire}} = t_i - t_a$$

t_i : temperatura media del aire en el interior del equipo

t_a : temperatura media del aire en el exterior del equipo

$t_{s_{\text{máx}}}$: máxima temperatura en la superficie externa del equipo

La serie TKM 50 HE obtiene un factor de puente térmico.

$k_b = 0,62$ que la clasifica dentro de la clase TB2.

Aislamiento acústico de la envolvente

Gracias al tipo de aislamiento empleado en los paneles, y a la estupenda estanqueidad de la envolvente, la serie TKM 50 HE obtiene los valores de atenuación acústica de su envolvente, que se reflejan en el gráfico anexo.

■ Mercado CE

Los equipos de la serie TKM 50 HE han sido diseñados y fabricados conforme a los requerimientos esenciales de las directivas de la Comunidad Europea que les aplican:

- Directiva 2006/42/CE, relativa a las máquinas
- Directiva 2014/35/CE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión
- Directiva 2014/30/CE, relativa a la compatibilidad electromagnética
- Directiva 2009/125/CE, relativa a requisitos de diseño ecológico de los aparatos que utilizan energía

Siendo las normas armonizadas utilizadas para su diseño:

- EN ISO 12.100.1
- EN ISO 12.100.2

■ Seguridad mecánica

Los equipos de la serie TKM 50 HE cumplen con las directivas de la Comunidad Europea sobre seguridad de máquinas, incorporando:

- Dispositivo de seguridad en puertas situadas en zonas de presión positiva (sobrepresión)
- Sistema de conexión de la envolvente a tierra con el fin de evitar riesgos de accidentes
- Cubrecorreas en aquellos equipos que incorporan ventiladores de transmisión por correas-poleas
- Carteles indicativos de peligro en aquellas zonas en las que existen elementos móviles o con temperaturas elevadas
- Rejilla de protección en los oídos de los ventiladores con transmisiones
- Manetas con llave en accesos a ventiladores y baterías eléctricas
- Manetas con llave en las secciones con riesgo de alta temperatura

■ Medio ambiente

Los TKM 50 HE satisfacen los estándares definidos por la norma EN-1886 y se adecuan al RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios), en términos de ventilación, enfriamiento gratuito, recuperación del aire extraído y eficiencia de motores y ventiladores.

Esta serie es la más indicada para el cumplimiento de la Directiva Europea de eficiencia energética (2010/31/UE), que certifica la eficiencia energética de los edificios.



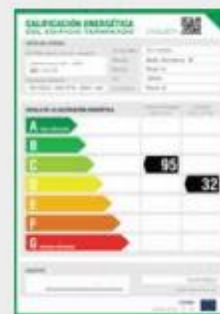
El cumplimiento de las exigencias de estas directivas nos permite realizar el marcado CE de nuestros equipos, entregando, su correspondiente Declaración de Conformidad CE en todos ellos.

Además, todos los componentes que se incorporen en nuestros equipos y que estén afectados por estas directivas, vendrán con el correspondiente marcado CE de su fabricante.



Puertas y registros

Manetas de apertura rápida con/sin llave para acceso a interiores que ofrecen una mayor seguridad de los equipos en cumplimiento con marcado CE.



Ejemplo de etiqueta de calificación energética de edificios para el territorio español, donde se muestra claramente la escala con la calificación alcanzada.



SMART HEATING TECHNOLOGY
Iberica

Respeto a la naturaleza
Ahorro para los clientes
Confort para los usuarios

Calderas Automáticas de Biomasa
SMART 150–500 kW

- Calderas completamente automáticas con características excelentes
- Solución flexible técnica
- Calderas poli combustible
- Económica y ecológica
- 9 potencias disponibles
- Eficiencia 96 %
- Ajuste de potencia de salida 30–100 %
- Sonda lambda
- Opción de quemador refractario cerámico
- Plato vibrador
- Bajos requisitos de mantenimiento
- Regulación de los circuitos de calefacción
- Instalación en cascada
- Control por teléfono móvil
- Control por Internet
- Contenedor móvil
- Accesorios especiales de la caldera

CALDERAS AUTOMÁTICAS DE BIOMASA
SMART 250-350 kW



DIMENSIONES Y PESOS DE LA
TECNOLOGÍA 250-350 kW



- Respeto a la naturaleza
- Ahorro para los clientes
- Confort para los usuarios

CALDERAS AUTOMÁTICAS BIOMASA SMART 250-350 kW	SMART 250				SMART 300				SMART 350				
	Pellet		Astilla		Pellet		Astilla		Pellet		Astilla		
	Índice	Mínimo	Índice	Mínimo	Índice	Mínimo	Índice	Mínimo	Índice	Mínimo	Índice	Mínimo	
Valores de medida													
Capacidad de calor	kW	250	250	250	250	300	300	300	300	350	350	350	350
Temperatura del producto de combustión	°C	100,4	66,9	98,6	63,1	92,5	64,2	99,6	63,1	93,8	63,1	99,3	62,9
Consumo de combustible	kg/h	56,90	14,20	62,70	15,60	67,15	16,42	75,50	18,70	78,90	18,50	86,90	20,80
Temperatura del agua entrante	°C	57,9	62,4	59,4	59,1	56,7	60,0	59,0	57,4	58,4	60,6	59,3	57,7
Temperatura del agua saliente	°C	75,7	78,9	76,1	76,4	73,3	75,8	74,7	75,0	75,5	76,1	75,0	74,5
Temperatura del agua de enfriamiento	°C	9,6	11,0	9,6	11,0	9,6	11	9,6	11,0	9,5	10,7	9,6	11,0
Flujo del agua de enfriamiento	m³/h	12,400	3,300	13,600	3,130	15,234	3,873	16,850	3,720	17,272	4,492	19,438	4,428
Tiro detrás de la caldera	Pa	128,0	28,0	128,0	28,0	130,0	25,0	130,0	25,0	151,0	25,0	150,0	25,0
Temperatura del ambiente	°C	24,3	23,1	25,7	23,3	24,4	21,5	26,4	23,6	26,0	23,0	27,0	24,0
Humedad del aire	%	43,7	44,0	44,1	43,9	42,9	43,7	46,9	47,2	37,0	38,0	41,0	41,0
Presión barométrica	kPa	99,21	99,30	99,10	99,30	99,20	99,30	99,10	99,30	99,20	99,30	99,07	99,22
Análisis del gas de combustión													
Oxígeno O ₂	%	7,45	11,77	7,43	11,59	7,12	11,32	7,11	11,68	7,59	10,37	7,17	11,20
Dióxido de carbono CO ₂	%	11,56	8,51	12,10	8,53	11,66	9,13	12,35	8,44	11,46	9,61	12,15	8,88
Monóxido de carbono CO	ppm	55	162	75	169	59	155	63	180	82	133	101	173
Hidrocarburo alto OGC	ppm	3	5	4	6	2	6	4	7	6	5	3	6
Dióxido de nitrógeno NO _x	ppm	80	52	86	50	80	55	87	48	74	61	93	56
Pulvo	mg/m³	33	26	34	41	35	31	25	41	30	30	45	54
O ₂ = 10%													
Monóxido de carbono CO	mg/m³	55	243	77	246	58	220	63	265	87	182	101	246
Hidrocarburo alto OGC	mg/m³	1	3	2	4	1	4	2	4	3	3	2	4
Dióxido de nitrógeno NO _x	mg/m³	134	128	143	121	130	129	142	116	124	129	153	128
Pulvo	mg/m³	26	31	28	48	27	35	20	48	24	32	25	48
Auxiliary combustion values (solid fuels)													
Gases del flujo de masa	kg/s	0,167	0,055	0,160	0,055	0,196	0,060	0,191	0,066	0,236	0,064	0,224	0,070
Valor de oxígeno estequiométrico	m³/kg	0,958	0,957	0,832	0,831	0,958	0,957	0,832	0,830	0,958	0,957	0,832	0,830
Valor de aire estequiométrico	m³/kg	4,560	4,557	3,963	3,953	4,560	4,558	3,963	3,950	4,560	4,558	3,962	3,951
Volumen estequiométrico de los productos secos de combustión	m³/kg	4,449	4,446	3,883	3,874	4,449	4,446	3,883	3,871	4,449	4,447	3,882	3,872
Aire múltiple estequiométrico		1,54	2,25	1,54	2,25	1,50	2,14	1,50	2,23	1,56	1,99	1,51	2,19
Volumen de los productos de combustión secos	m³/kg	7,315	10,021	6,217	8,779	7,254	9,245	6,088	8,857	7,388	8,843	6,191	8,481
Volumen de H ₂ O en el aire de combustión	m³/kg	0,095	0,133	0,091	0,172	0,091	0,111	0,099	0,124	0,087	0,096	0,089	0,174
Volumen de H ₂ O en los productos de combustión	m³/kg	0,949	0,988	0,937	0,959	0,946	0,966	0,945	0,971	0,942	0,953	0,935	0,953
Volumen máximo CO ₂	%	19,01	19,00	19,37	19,40	19,01	19,01	19,37	19,36	19,01	19,01	19,40	19,40
Resumen calor													
Pérdida de calor de los productos de combustión chimenea)	%	5,2	4,0	4,7	3,5	4,6	3,6	4,7	3,5	4,7	3,3	4,7	3,3
Pérdida de gas	%	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1
Pérdida de energía mecánica	%	0,0	0,1	0,3	0,5	0,0	0,1	0,3	0,6	0,0	0,1	0,3	0,6
Pérdida de calor al ambiente	%	0,7	1,6	0,7	1,6	0,7	1,8	0,6	1,4	0,6	1,4	0,5	1,2
Pérdida total	%	6,0	5,8	5,7	5,7	5,4	5,6	5,5	5,5	5,3	4,9	5,4	5,1
Eficiencia – método indirecto	%	94,0	94,2	94,3	94,3	94,6	94,4	94,5	94,5	94,7	95,1	94,6	95,0
Entrada de calor	kW	261,5	65,3	268,1	66,8	308,8	75,5	322,7	80,0	363,0	85,2	371,4	89,0
Capacidad de calor	kW	248,8	62,2	255,4	63,7	293,6	71,8	307,1	76,4	345,8	81,4	354,5	85,2
Incertidumbre de determinada	% +/-	10,4	2,6	10,7	2,7	12,3	3,0	12,9	3,2	14,5	3,4	14,9	3,6
Efficiency - direct method	%	95,0	95,0	95,3	95,4	95,1	95,0	95,2	95,5	95,3	95,5	95,4	95,7
Capacity / rated output	%	99,5	24,9	102,0	25,5	97,9	23,9	102,4	25,5	98,8	23,3	101,6	24,7

▪ Medido ▪ Interpolación en cumplimiento con EN303.5 5.3.1

COMPLETAMENTE AUTOMÁTICA, CALDERAS ECOLÓGICAS CON
EXCELENTES CARACTERÍSTICAS!



CALDERAS AUTOMÁTICAS DE BIOMASA
SMART 400-500 kW

VALORES DE OPERACIÓN CERTIFICADOS
400-500 kW



CSN EN 303.5/2013
ISO 9001:2009

- Respeto a la naturaleza
- Ahorro para los clientes
- Confort para los usuarios

CALDERAS AUTOMÁTICAS BIOMASA SMART 400-500 kW		SMART 400				SMART 450				SMART 500			
		Pellet		Astilla		Pellet		Astilla		Pellet		Astilla	
		Índice	Mínimo	Índice	Mínimo	Índice	Mínimo	Índice	Mínimo	Índice	Mínimo	Índice	Mínimo
Valores de medida													
Capacidad de calor	kW	400	400	400	400	450	450	450	450	500	500	500	500
Temperatura del producto de combustión	°C	95,1	62,0	98,9	62,7	96,3	60,9	98,6	62,4	97,6	59,8	98,2	62,2
Consumo de combustible	kg/h	90,70	20,60	98,30	22,90	102,48	22,74	109,60	25,00	114,26	24,85	121,00	27,12
Temperatura del agua entrante	°C	60,2	61,1	59,7	57,9	61,9	61,7	60,0	58,2	63,6	62,2	60,3	58,4
Temperatura del agua saliente	°C	77,8	76,5	75,4	74,1	80,0	76,8	75,7	73,6	82,2	77,1	76,0	73,1
Temperatura del agua de enfriamiento	°C	9,4	10,4	9,6	11,0	9,3	10,0	9,6	11,0	9,2	9,7	9,6	11,0
Flujo del agua de enfriamiento	m ³ /h	19,311	5,110	22,025	5,135	21,349	5,729	24,613	5,843	23,387	6,347	27,200	6,550
Tiro detrás de la caldera	Pa	173,0	25,0	170,0	26,0	194,0	25,0	190,0	26,0	215,0	25,0	210,0	26,0
Temperatura del ambiente	°C	27,0	24,0	28,0	24,0	29,0	25,7	28,5	24,6	30,2	27,1	29,2	24,9
Humedad del aire	%	32,0	33,0	35,0	35,0	27,0	28,0	29,5	28,6	21,1	22,8	23,7	22,4
Presión barométrica	kPa	99,10	99,30	99,05	99,15	99,20	99,30	99,02	99,07	99,20	99,30	98,99	98,99
Análisis del gas de combustión													
Oxígeno O ₂	%	8,06	9,43	7,24	10,73	8,52	8,48	7,30	10,25	8,99	7,53	7,36	9,77
Dioxido de carbono CO ₂	%	11,26	10,10	11,95	9,31	11,05	10,58	11,74	9,75	10,85	11,06	11,54	10,18
Monóxido de carbono CO	ppm	105	111	139	167	128	89	176	160	151	67	214	153
Hidrocarburo alto OGC	ppm	9	3	2	6	13	2	1	5	16	0	0	4
Dioxido de nitrógeno NOx	ppm	68	67	100	65	62	72	106	73	56	78	112	81
Pelvo	mg/m ³	25	29	66	67	19	28	86	79	14	27	106	92
O₂ = 10%													
Monóxido de carbono CO	mg/m ³	116	144	140	227	144	106	178	207	173	68	216	188
Hidrocarburo alto OGC	mg/m ³	5	2	1	3	6	1	1	3	8	0	0	2
Dioxido de nitrógeno NOx	mg/m ³	118	130	164	139	111	130	174	151	105	130	185	162
Pelvo	mg/m ³	20	29	30	48	17	25	34	48	13	22	39	48
Auxiliary combustion values (solid fuels)													
Gases del flujo de masa	kg/s	0,276	0,068	0,257	0,074	0,316	0,072	0,290	0,077	0,356	0,076	0,323	0,081
Valor de oxígeno estequiométrico	m ³ /kg	0,958	0,957	0,832	0,830	0,958	0,957	0,831	0,830	0,958	0,957	0,831	0,830
Valor de aire estequiométrico	m ³ /kg	4,560	4,559	3,961	3,951	4,560	4,559	3,960	3,952	4,560	4,559	3,959	3,952
Volumen estequiométrico de los productos secos de combustión	m ³ /kg	4,449	4,447	3,882	3,872	4,448	4,448	3,881	3,873	4,448	4,448	3,880	3,873
Aire múltiple estequiométrico		1,62	1,85	1,52	2,08	1,67	1,70	1,52	1,96	1,73	1,55	1,53	1,85
Volumen de los productos de combustión secos	m ³ /kg	7,521	8,442	6,294	8,106	7,655	8,040	6,396	7,730	7,788	7,638	6,499	7,254
Volumen de H ₂ O en el aire de combustión	m ³ /kg	0,082	0,085	0,080	0,134	0,078	0,072	0,070	0,093	0,073	0,059	0,060	0,053
Volumen de H ₂ O en los productos de combustión	m ³ /kg	0,937	0,940	0,926	0,935	0,933	0,927	0,916	0,917	0,928	0,914	0,906	0,899
Volumen máximo CO ₂	%	19,01	19,01	19,37	19,36	19,00	19,01	19,37	19,36	19,01	19,01	19,37	19,36
Resumen calor													
Pérdida de calor de los productos de combustión chimenea)	%	4,8	3,0	4,7	3,2	4,8	2,6	4,6	3,0	4,9	2,3	4,6	2,8
Pérdida de gas	%	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1
Pérdida de energía mecánica	%	0,0	0,1	0,4	0,6	0,0	0,1	0,4	0,5	0,0	0,1	0,4	0,5
Pérdida de calor al ambiente	%	0,5	1,1	0,5	0,9	0,3	0,7	0,3	0,7	0,2	0,3	0,2	0,4
Pérdida total	%	5,3	4,2	5,4	4,6	5,2	3,4	5,3	4,2	5,2	2,7	5,2	3,7
Eficiencia – método indirecto	%	94,8	95,9	94,7	95,4	94,8	96,6	94,7	95,9	94,8	97,3	94,8	96,3
Entrada de calor	kW	417,2	94,9	420,1	98,1	471,3	104,6	468,7	107,1	525,5	114,3	517,4	116,1
Capacidad de calor	kW	398,0	91,0	401,8	94,0	450,2	100,6	449,2	102,7	502,4	110,2	496,5	111,5
Incertidumbre de determinada	% +/-	16,7	3,8	16,9	4,0	18,9	4,2	18,9	4,3	21,1	4,6	20,9	4,7
Eficiencia – método directo	%	95,4	95,9	95,6	95,8	95,5	96,2	95,8	96,0	95,6	96,4	96,0	96,1
Capacidad / valor de salida	%	99,5	22,8	100,9	23,9	100,0	22,4	100,1	23,1	100,5	22,0	99,3	22,3

▪ Medido ▪ Interpolación en cumplimiento con EN303.5 5.3.1

COMPLETAMENTE AUTOMÁTICA, CALDERAS ECOLÓGICAS CON EXCELENTE CARACTERÍSTICAS!





SELECCIÓN DE PRODUCTO

ENFRIADORAS Y BOMBAS DE CALOR
SCROLL DE CONDENSACIÓN POR
AIRE SCROLL CON TECNOLOGÍA
GREENSPEED®



Unidad con opción Bajo nivel sonoro

Bajo impacto medioambiental
Alto rendimiento a plena carga
y con carga parcial
Compacto y fácil de instalar
Carga de refrigerante baja
Fiabilidad superior

30RB/30RBP 170R-950R

Potencia frigorífica nominal de 170-940 kW



30RQ/30RQP 165R-1040R

Potencia calorífica de 170-940 kW
Potencia frigorífica de 160-1040 kW



Las enfriadoras y las bombas de calor AquaSnap® son la mejor solución para aquellas aplicaciones comerciales e industriales en las que tanto instaladores como oficinas técnicas y propietarios exigen la máxima calidad con unos costes de instalación reducidos y unas prestaciones óptimas.

La nueva generación AquaSnap® se articula en dos nuevas versiones:

- La versión AquaSnap® (30RB-30RQ) presenta una arquitectura todo en uno compacta, optimizada para aplicaciones a plena carga en las que se requiera un coste de inversión menor (Capex bajo).
- La versión premium AquaSnap® con tecnología Greenspeed® (30RBP-30RQP) es un producto optimizado para aplicaciones de carga parcial en las que se requiera una alta eficiencia SEER, SEPR, SCOP o IPLV. Esta versión está equipada con ventiladores y bomba de velocidad variable que ofrece el mejor rendimiento con carga parcial y su diseño reduce los costes de mantenimiento durante la vida útil de la enfriadora. Asimismo, los niveles sonoros registrados en condiciones de carga parcial son particularmente bajos. Además de presentar un funcionamiento eficaz y silencioso, la gama AquaSnap® con tecnología Greenspeed® funciona de serie desde -20 °C hasta +48 °C.

* Disponibilidad de modelos y opciones según el país. Consulte a su representante comercial local para obtener más información al respecto.



CARRIER participa en el programa de Certificación Eurovent, categoría LCP/HP.
Comprobación de la vigencia del certificado:
www.eurovent-certification.com

DATOS FÍSICOS, MODELOS DE 450R A 950R

30RBP		450R	480R	550R	610R	670R	720R	770R	800R	870R	950R	
Refrigeración												
Unidad estándar Rendimiento a plena carga*	CA1	Potencia nominal	kW									
		EER	kW/kW									
Eficiencia energética estacional**		SEER_{12/7°C} Comfort low temp.	5,28	5,24	5,29	5,32	5,32	5,20	5,33	5,30	5,31	5,18
		ηs cool_{12/7°C}	208	207	209	210	210	205	210	209	209	204
		SEER_{23/18°C} Comfort medium temp.	6,33	6,23	6,32	6,56	6,51	6,28	6,54	6,47	6,56	6,32
		SEPR _{12/7°C} Process high temp.	6,41	6,32	6,27	6,27	6,33	6,14	6,25	6,18	6,07	5,88
		SEPR _{23/18°C} Process medium temp.	3,55	3,55	3,55	3,91	3,82	3,83	3,79	3,80	3,74	3,74
		Valores integrados con carga parcial	IPLV.IP	Btu/Wh								
Valores integrados con carga parcial	IPLV.SI	kW/kW										
Unidad + opción 15LS Rendimiento a plena carga*	CA2	Potencia nominal	kW									
		EER	kW/kW									
Eficiencia energética estacional**		SEER_{12/7°C} Comfort low temp.	5,37	5,30	5,21	5,24	5,35	5,20	5,43	5,38	5,22	5,07
		ηs cool_{12/7°C}	212	209	205	207	211	205	214	212	206	200
		SEER_{23/18°C} Comfort medium temp.	6,25	6,12	6,25	6,41	6,59	6,33	6,69	6,60	6,34	6,06
		SEPR _{12/7°C} Process high temp.	6,38	6,29	6,24	6,26	6,32	6,11	6,17	6,10	6,03	5,79
		SEPR _{23/18°C} Process medium temp.	3,43	3,44	3,43	3,91	3,82	3,83	3,80	3,80	3,73	3,73
		Valores integrados con carga parcial	IPLV.SI	kW/kW								
Niveles sonoros												
Unidad estándar												
Potencia sonora ⁽¹⁾	dB(A)		94,0	94,0	94,5	97,5	97,5	98,0	98,0	98,5	98,5	99,0
Presión sonora a 10 m ⁽²⁾	dB(A)		61,5	61,5	62,0	65,0	65,0	66,0	65,0	66,0	66,0	66,5
Unidad + opción 15LS⁽³⁾												
Potencia sonora ⁽¹⁾	dB(A)		88,5	88,5	89,0	92,5	92,5	93,0	93,0	93,5	93,5	94,5
Presión sonora a 10 m ⁽²⁾	dB(A)		56,0	56,5	57,0	60,5	60,0	60,5	60,0	61,0	60,5	61,5
Dimensiones - unidad estándar												
Unidad estándar												
Longitud	mm		4798	4798	4798	5992	5992	5992	7186	7186	7186	7186
Anchura	mm		2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253	2253
Altura	mm		2324	2324	2324	2324	2324	2324	2324	2324	2324	2324
Unidad + opción 307⁽³⁾												
Longitud	mm		5992	5992	5992	7186	7186	7186	8380	8380	8380	8380
Peso de funcionamiento⁽⁴⁾												
Unidad estándar	kg		2697	2722	2927	3265	3511	3511	4042	4042	4291	4291
Unidad + opción 15LS ⁽³⁾	kg		2860	2885	3108	3398	3664	3664	4216	4216	4485	4485
Unidad + opción 15LS + opción 116W ⁽³⁾	kg		3094	3119	3379	3708	3974	3974	4605	4605	4874	4874
Unidad + opción 15LS + opción 116W + opción 307 ⁽³⁾	kg		4086	4111	4371	4715	4981	4981	5626	5626	5895	5895

* De acuerdo con la norma EN 14511-3:2018.
 ** De acuerdo con la norma EN 14825:2018, clima medio
 CA1 Condiciones en modo refrigeración: temperatura de entrada/salida del agua del evaporador de 12 °C/7 °C, temperatura del aire exterior de 35 °C, factor de ensuciamiento en el evaporador de 0 m². kW
 CA2 Condiciones en modo refrigeración: temperatura de entrada-salida de agua del evaporador de 23 °C/18 °C, temperatura del aire exterior de 35 °C, factor de ensuciamiento en el evaporador de 0 m². kW
ηs cool_{12/7°C} & SEER_{12/7°C} Los valores en negrita cumplen el Reglamento UE 2016/2281 sobre requisitos de diseño ecológico para aplicaciones de confort
SEER_{23/18°C} Los valores en negrita cumplen el Reglamento UE 2016/2281 sobre requisitos de diseño ecológico para aplicaciones de confort
 SEPR_{12/7°C} Valores calculados de acuerdo con la norma EN 14825:2016
 SEPR_{23/18°C} **Valores calculados de acuerdo con la norma EN 14825:2016**
 IPLV.SI Cálculo según la norma AHRI 551-591.
 (1) En dB ref=10⁻¹² W, ponderación (A). Valor de emisión sonora declarado disociado conforme a la ISO 4871 con una incertidumbre de +/-3 dB(A). Medido de acuerdo con la norma ISO 9614-1 y certificado por Eurovent.
 (2) En dB ref 20 µPa, ponderación (A). Valor de emisión sonora declarado disociado conforme a la ISO 4871 con una incertidumbre de +/-3 dB(A). A título informativo, se ha calculado a partir de la potencia sonora Lw(A).
 (3) Opciones: 15LS = nivel sonoro muy bajo, 116W = módulo hidráulico con bomba doble de alta presión de velocidad variable, 307 = módulo de depósito de inercia
 (4) Los valores son solo orientativos. Consulte la placa de características de la unidad.



Valores certificados
Eurovent

REJILLA DE EXTRACCION O RETORNO DE AIRE



DESCRIPCIÓN

Rejilla doble deflexión para impulsión de aire, construida en aluminio, con aletas orientables individualmente.

Rejilla con la primera fila de aletas paralelas a la dimensión mayor.

COLOR

Blanco.

ACCESORIO

Regulador de caudal de aletas opuestas, en aluminio.

ACABADO

En pintura epóxica secada al horno.

DIMENSIONES

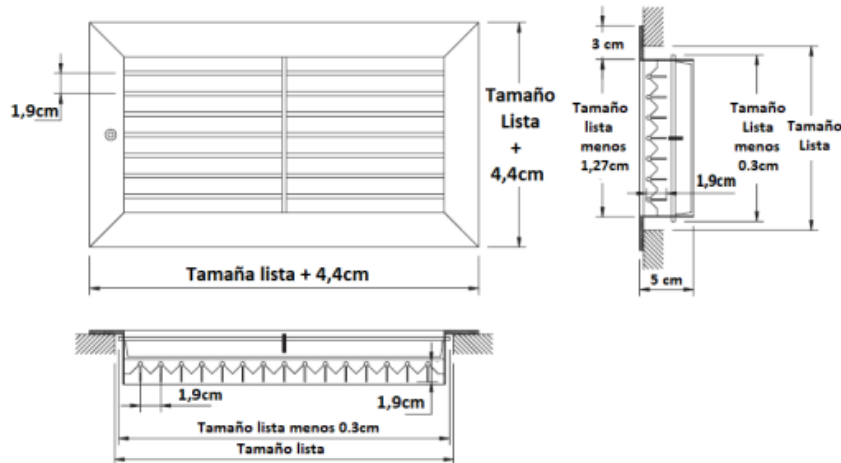


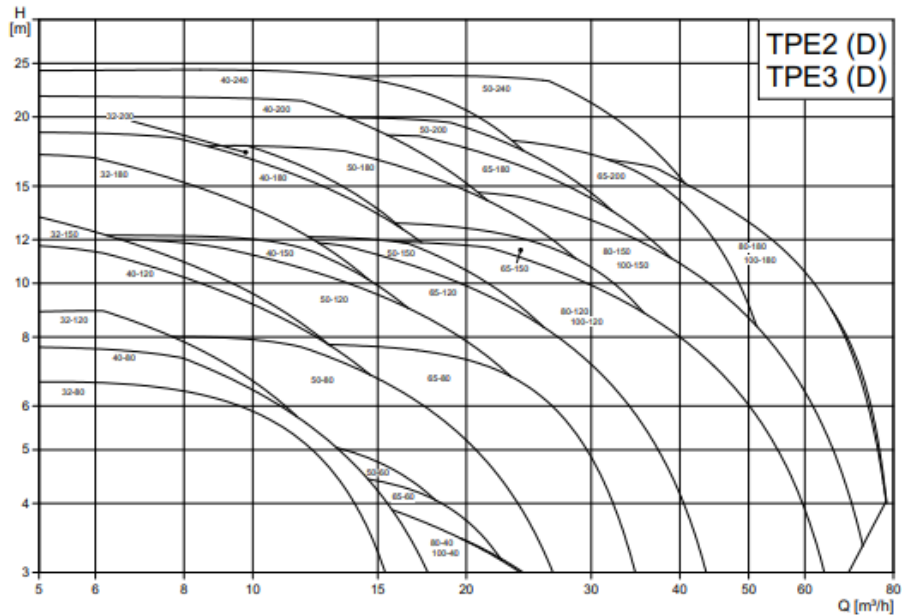
TABLA DE SELECCIÓN

Velocidad Frontal		m/s	2	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9	10	
Codigo	Dimension	Presion	mmca	0	0	1	1	1	1	2	2	2	3	3	4	5	6
103.04.04	100x100mm	m3/h	67	84	101	118	134	151	168	185	202	218	235	269	302	336	
103.04.06	150x100mm	m3/h	72	90	107	125	144	161	179	197	214	233	251	286	323	358	
103.06.04	100x150mm	m3/h	72	90	107	125	144	161	179	197	214	233	251	286	323	358	
103.06.06	150x150mm	m3/h	124	156	187	218	248	281	311	342	374	405	435	498	559	622	
103.08.04	200x100mm	m3/h	111	138	165	192	221	248	275	303	330	359	386	440	496	551	
103.08.06	200x150mm	m3/h	168	211	253	295	337	379	422	464	506	548	590	675	759	843	
103.08.08	200x200mm	m3/h	228	286	343	400	457	513	571	629	685	743	799	915	1,029	1,142	
103.10.06	250x150mm	m3/h	214	269	321	376	428	483	536	590	643	697	750	857	964	1,071	
103.10.08	250x200mm	m3/h	286	359	430	502	573	644	716	787	859	930	1,001	1,146	1,289	1,431	
103.10.10	250x250mm	m3/h	359	449	539	629	717	808	898	988	1,078	1,166	1,256	1,437	1,615	1,795	
103.12.06	300x150mm	m3/h	258	325	389	454	519	583	648	712	777	842	906	1,037	1,166	1,295	
103.12.12	300x300mm	m3/h	527	658	789	921	1,052	1,185	1,316	1,447	1,579	1,710	1,843	2,105	2,368	2,632	
103.14.14	350x350mm	m3/h	728	911	1,093	1,275	1,457	1,639	1,821	2,003	2,185	2,366	2,548	2,914	3,278	3,641	
103.16.08	400x200mm	m3/h	466	581	697	814	930	1,047	1,163	1,278	1,396	1,511	1,629	1,880	2,093	2,326	
103.18.14	450x350mm	m3/h	1,013	1,267	1,520	1,773	2,026	2,280	2,533	2,786	3,040	3,293	3,546	4,053	4,559	5,066	
103.24.10	600x250mm	m3/h	870	1,088	1,306	1,523	1,741	1,958	2,176	2,394	2,611	2,829	3,046	3,482	3,917	4,352	
103.24.12	600x300mm	m3/h	1,040	1,301	1,561	1,821	2,081	2,341	2,601	2,861	3,121	3,381	3,641	4,162	4,682	5,202	
103.16.16	400x400mm	m3/h	955	1,195	1,433	1,673	1,911	2,151	2,389	2,628	2,866	3,106	3,344	3,822	4,299	4,777	

2. Gama de rendimiento

Curvas características, TPE2, TPE3, PN 6, 10, 16

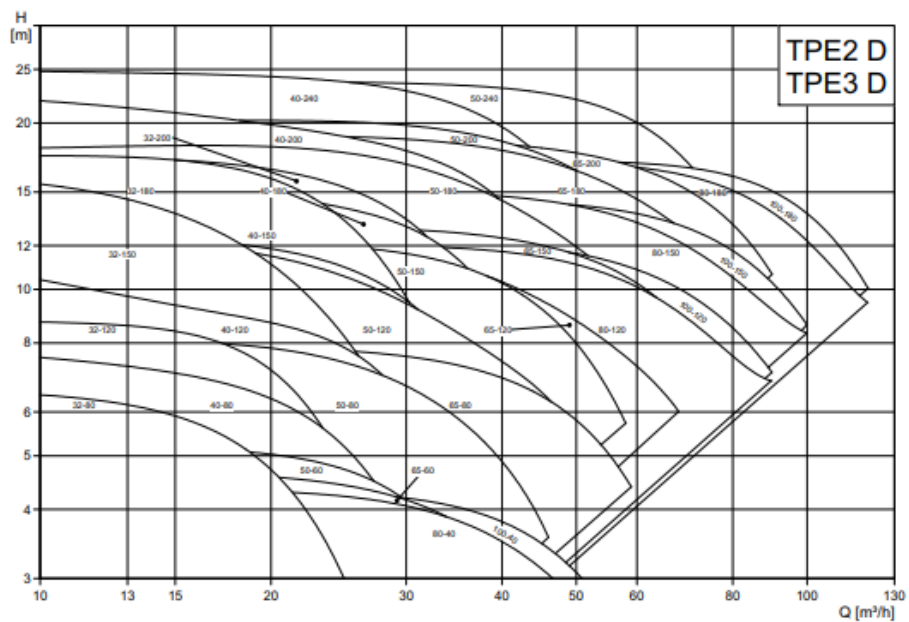
Véase la página 118 para curvas de rendimiento.



TM05 8177 4914

Curvas características, TPE2 D, TPE3 D, funcionamiento de bombas dobles, PN 6, 10, 16

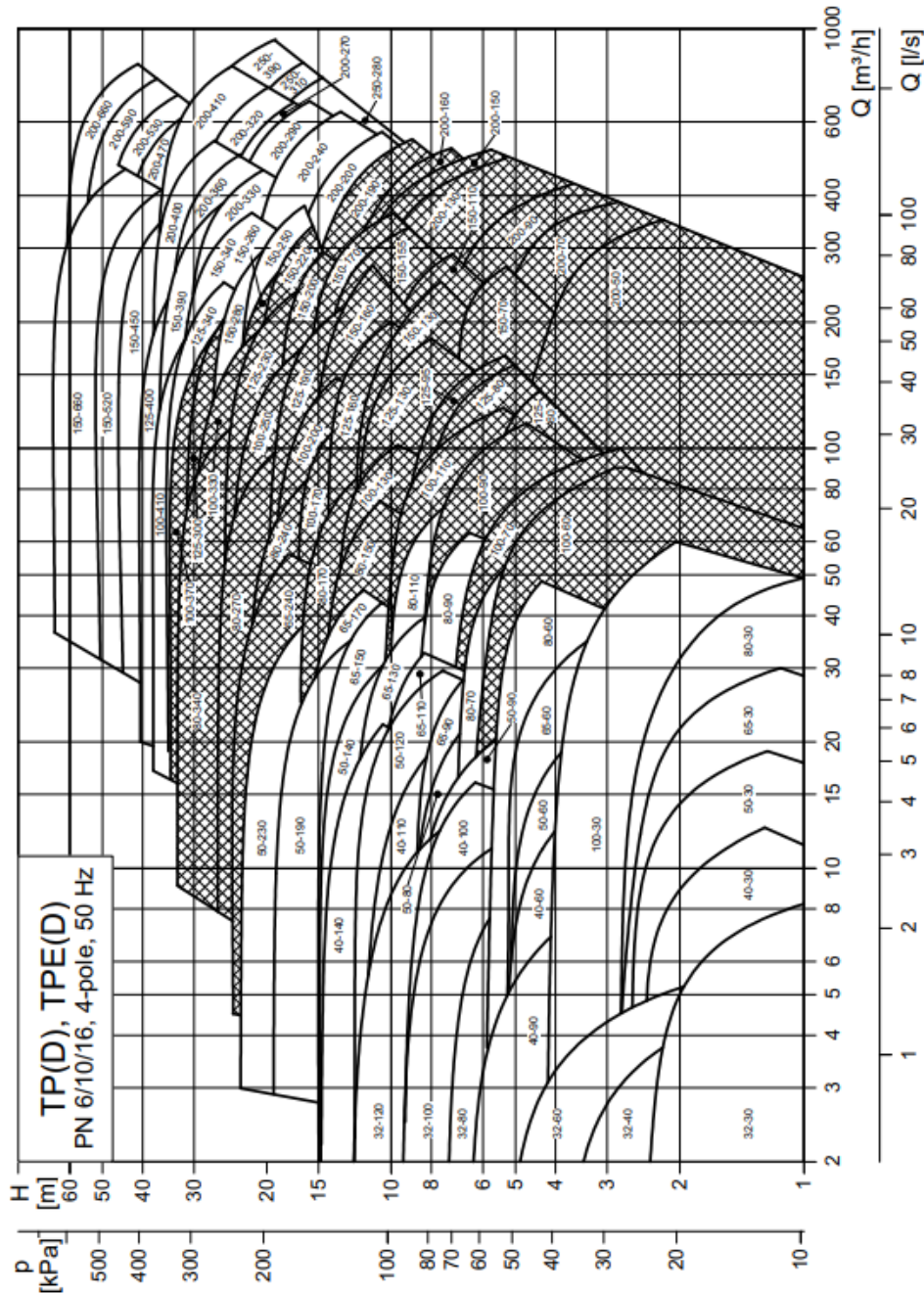
Véase la página 118 para curvas de rendimiento.



TM05 8198 4914

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.

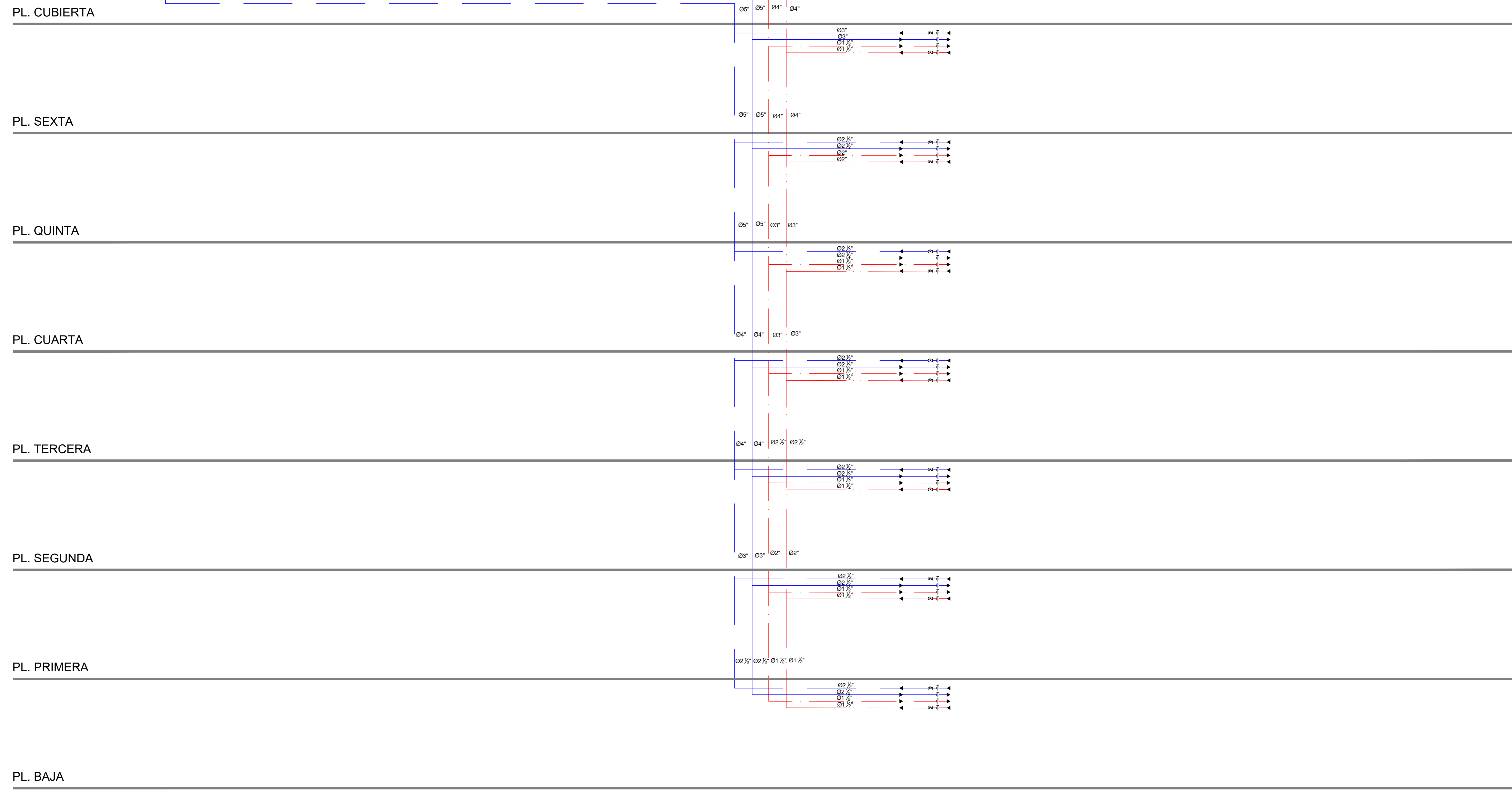
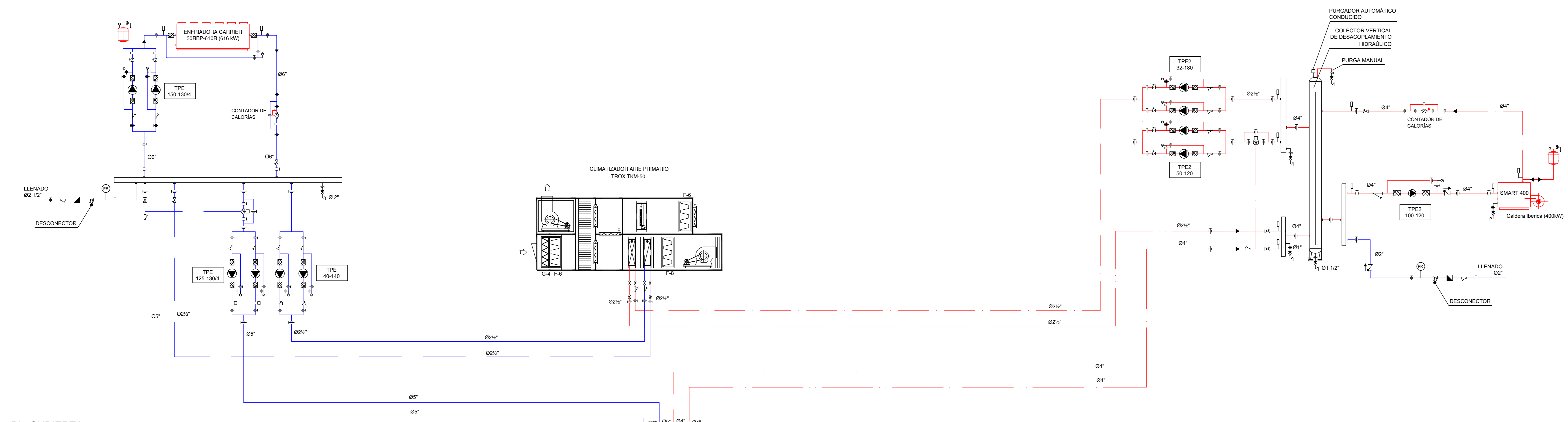
TM02 7551 4614

DOCUMENTO 2: PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

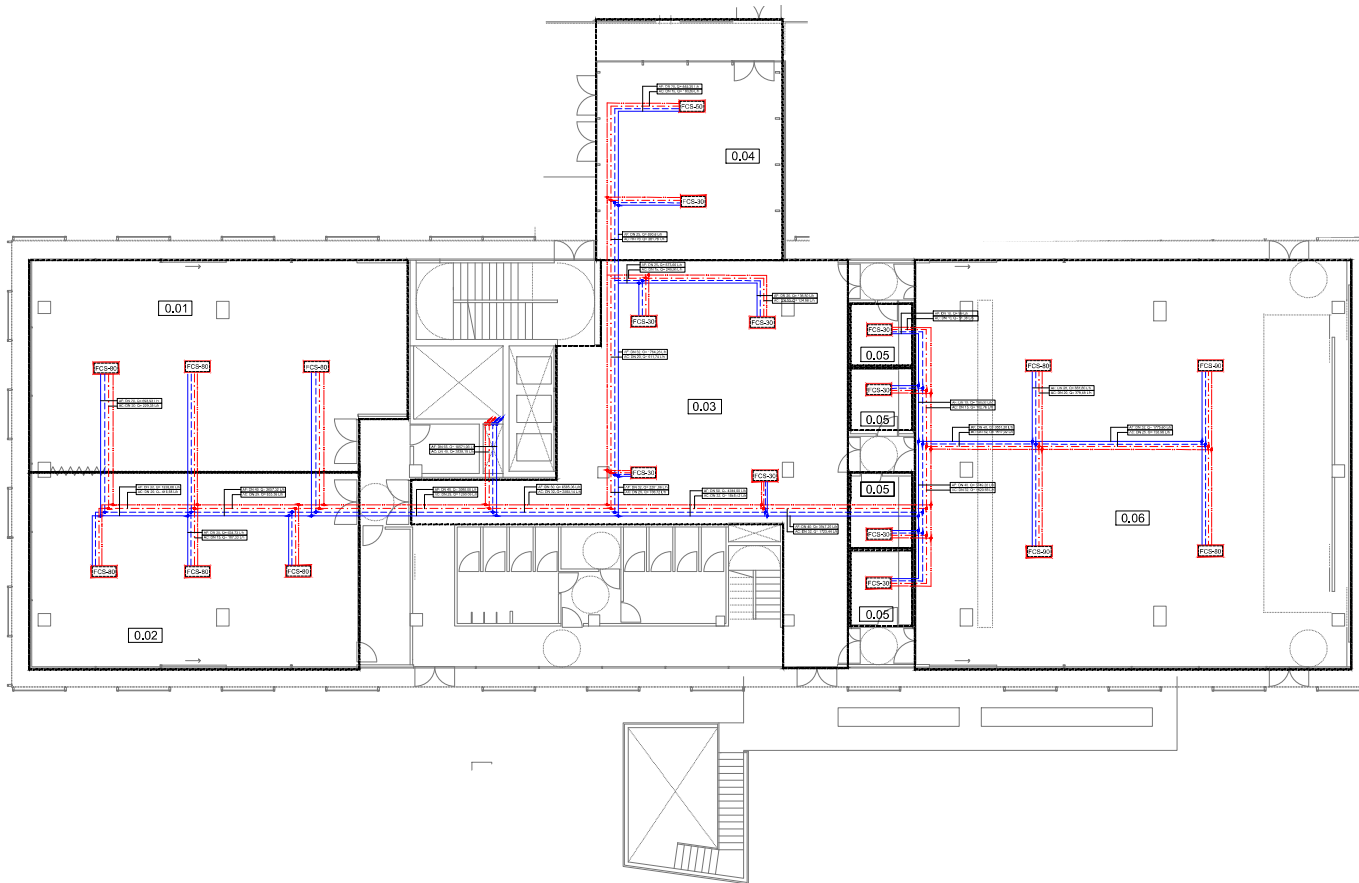
1. Esquema de principios de funcionamiento
2. Planos de la red hidráulica por planta
 - a. Plano tuberías planta baja
 - b. Plano tuberías planta 1 y 2
 - c. Plano tuberías planta 3 y 4
 - d. Plano tuberías planta 5 y 6
3. Planos de la red de conductos por planta
 - a. Plano conductos planta baja
 - b. Plano conductos planta 1 y 2
 - c. Plano conductos planta 3 y 4
 - d. Plano conductos planta 5 y 6

LEYENDA CLIMATIZACIÓN	
	IMPULSIÓN AGUA FRÍA DE FAN-COILS
	RETORNO AGUA FRÍA DE FAN-COILS
	IMPULSIÓN AGUA CALIENTE DE FAN-COILS
	RETORNO AGUA CALIENTE DE FAN-COILS
	FAN-COIL

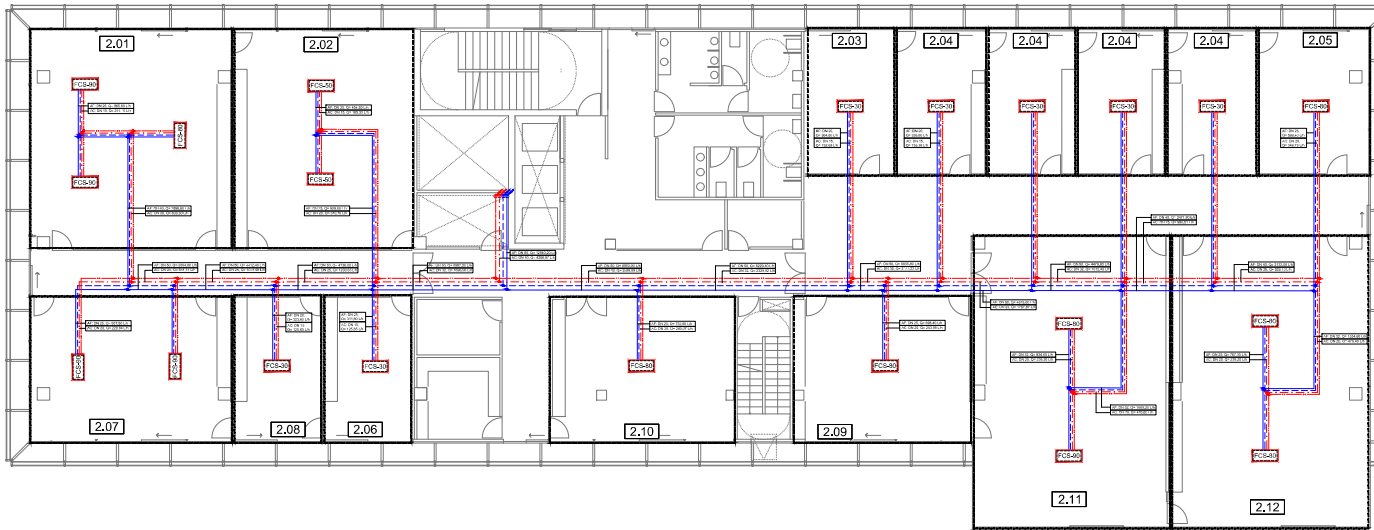


ICAI	CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN TOLEDO	
	PLANO: Esquema Principio Tuberías	
ORGANIZACIÓN: Universidad Pontificia Comillas	ESCALA: S/E	Nº DE LÁMINA: 1
AUTOR: Paula Núñez Salamanca		
FECHA: 20/01/2022		

LEYENDA CLIMATIZACIÓN	
	IMPULSIÓN AGUA FRÍA DE FAN-COILS
	RETORNO AGUA FRÍA DE FAN-COILS
	IMPULSIÓN AGUA CALIENTE DE FAN-COILS
	RETORNO AGUA CALIENTE DE FAN-COILS
	FAN-COIL

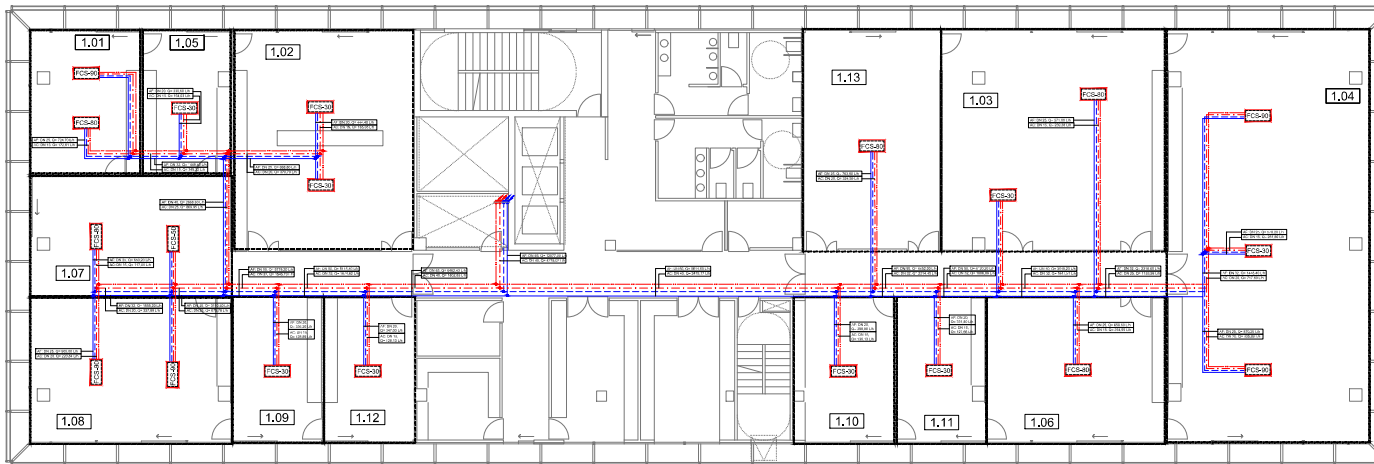


<h1>ICAI</h1>	CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN TOLEDO	
	PLANO: Tuberías Planta Baja	
ORGANIZACIÓN: Universidad Pontificia Comillas	ESCALA: 1/100	Nº DE LÁMINA: 2
AUTOR: Paula Núñez Salamanca		
FECHA: 20/01/2022		



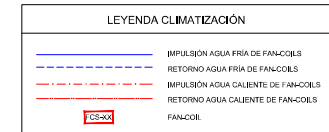
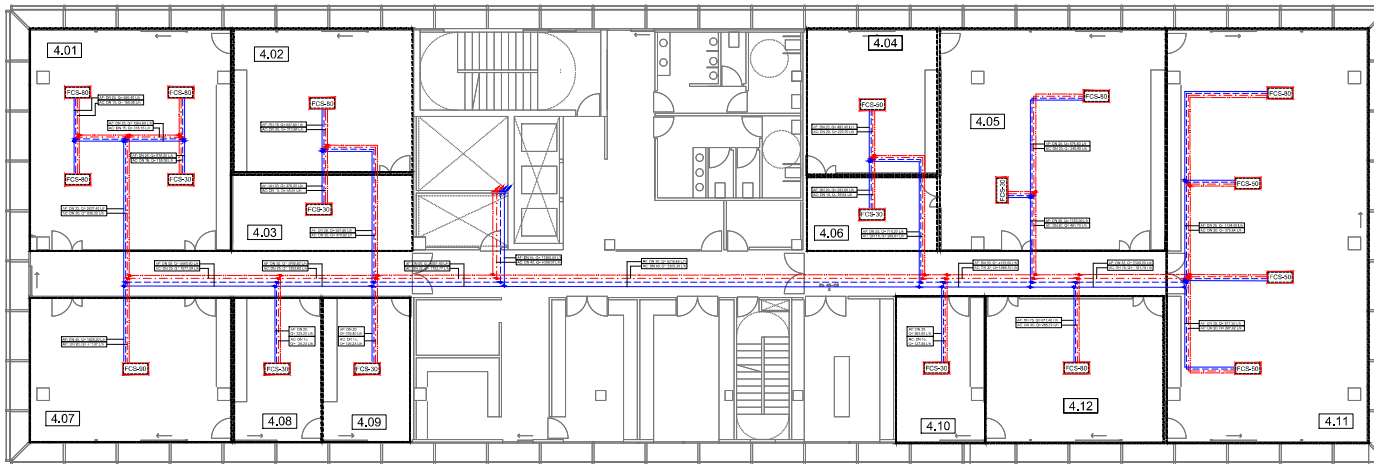
LEYENDA CLIMATIZACIÓN	
	IMPULSION AGUA FRÍA DE FANCOILS
	RETORNO AGUA FRÍA DE FANCOILS
	IMPULSION AGUA CALIENTE DE FANCOILS
	RETORNO AGUA CALIENTE DE FANCOILS
	FANCOIL

PLANTA SEGUNDA

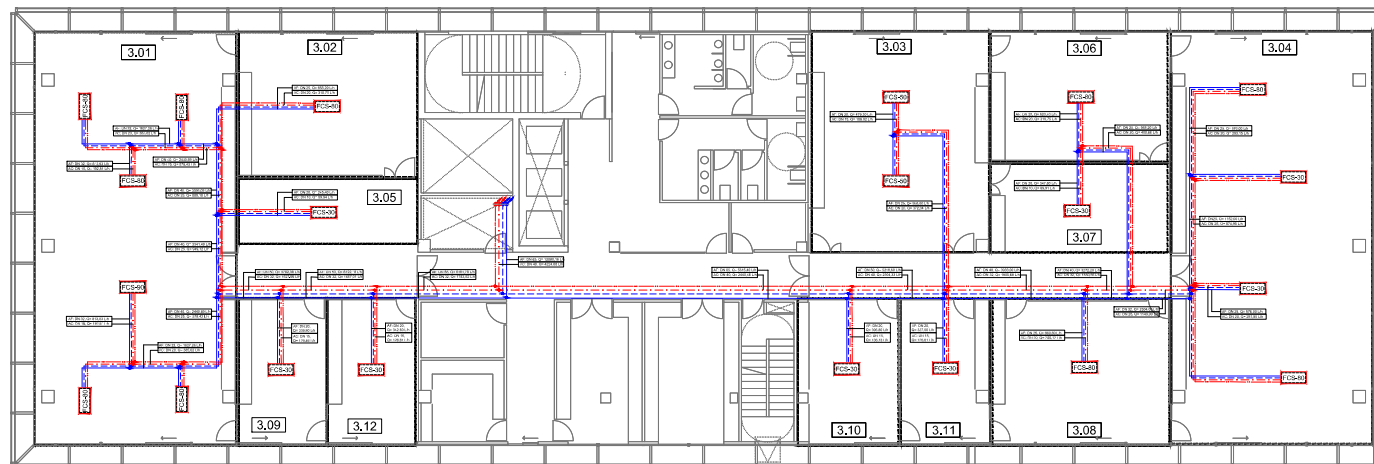


PLANTA PRIMERA

<h1>ICAI</h1>	CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN TOLEDO	
	PLANO: Tuberías Plantas 1 y 2	
ORGANIZACIÓN: Universidad Pontificia Comillas	ESCALA: 1/100	Nº DE LÁMINA: 3
AUTOR: Paula Núñez Salamanca		
FECHA: 20/01/2022		

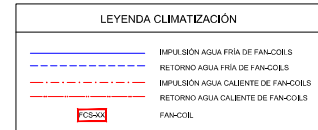
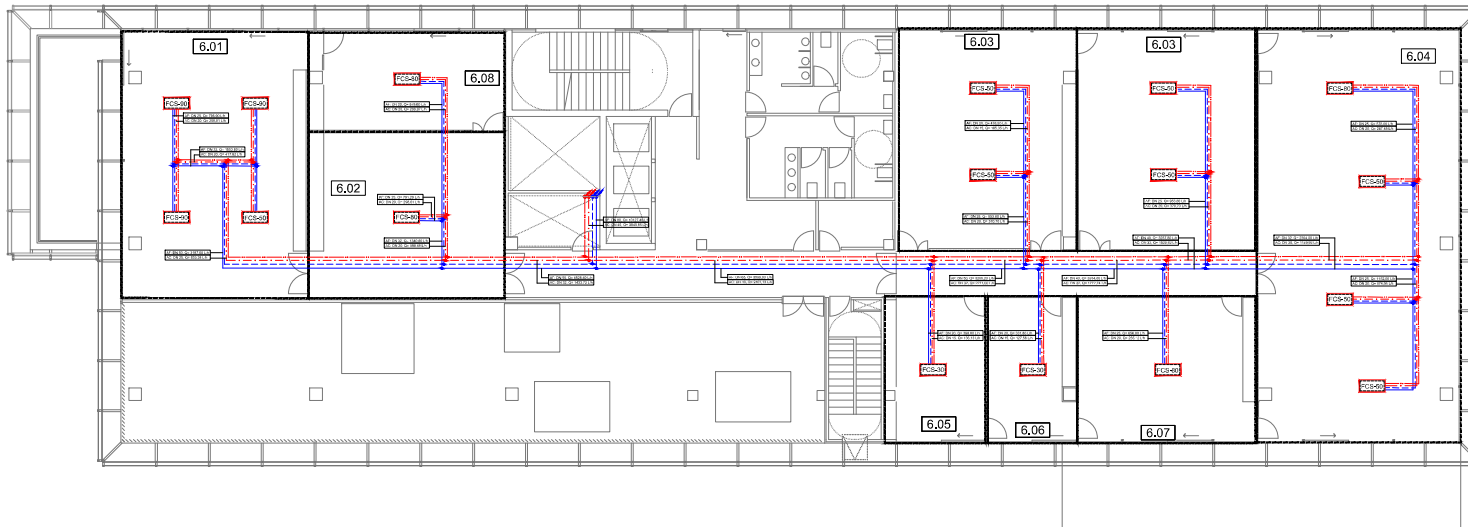


PLANTA CUARTA

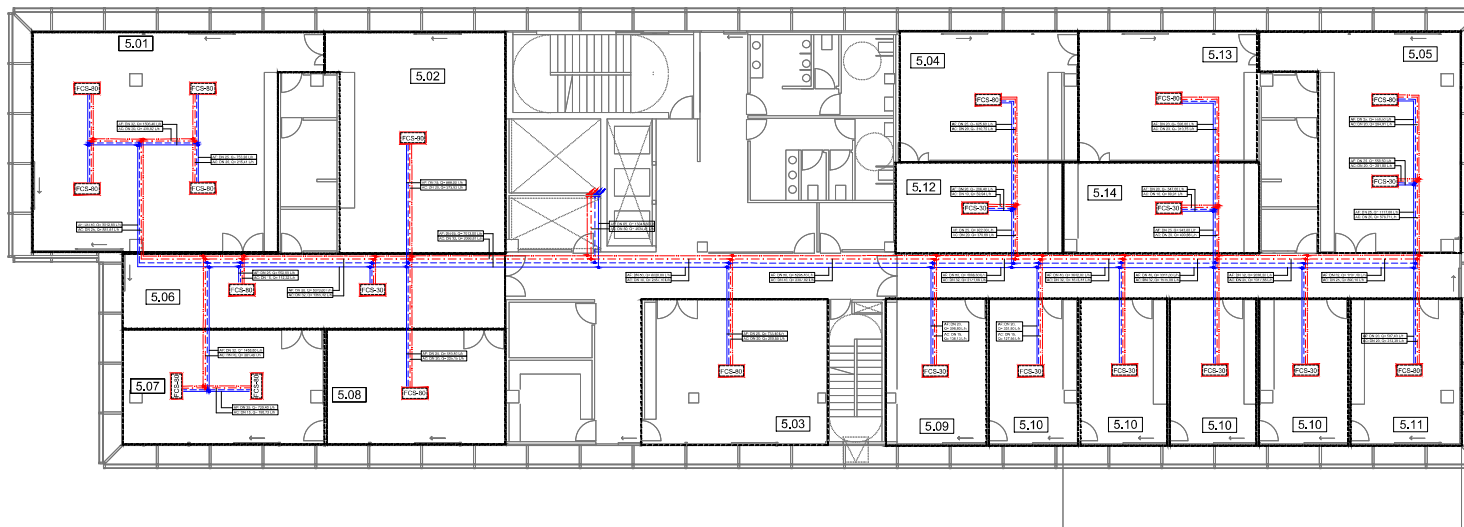


PLANTA TERCERA

<h1>ICAI</h1>	CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN TOLEDO	
	PLANO: Tuberías Plantas 3 y 4	
ORGANIZACIÓN: Universidad Pontificia Comillas	ESCALA: 1/100	Nº DE LÁMINA: 4
AUTOR: Paula Núñez Salamanca		
FECHA: 20/01/2022		



PLANTA SEXTA



PLANTA QUINTA

ICAI

CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN TOLEDO

PLANO: Tuberías Plantas 5 y 6

ORGANIZACIÓN: Universidad Pontificia Comillas

AUTOR: Paula Núñez Salamanca





FECHA: 20/01/2022

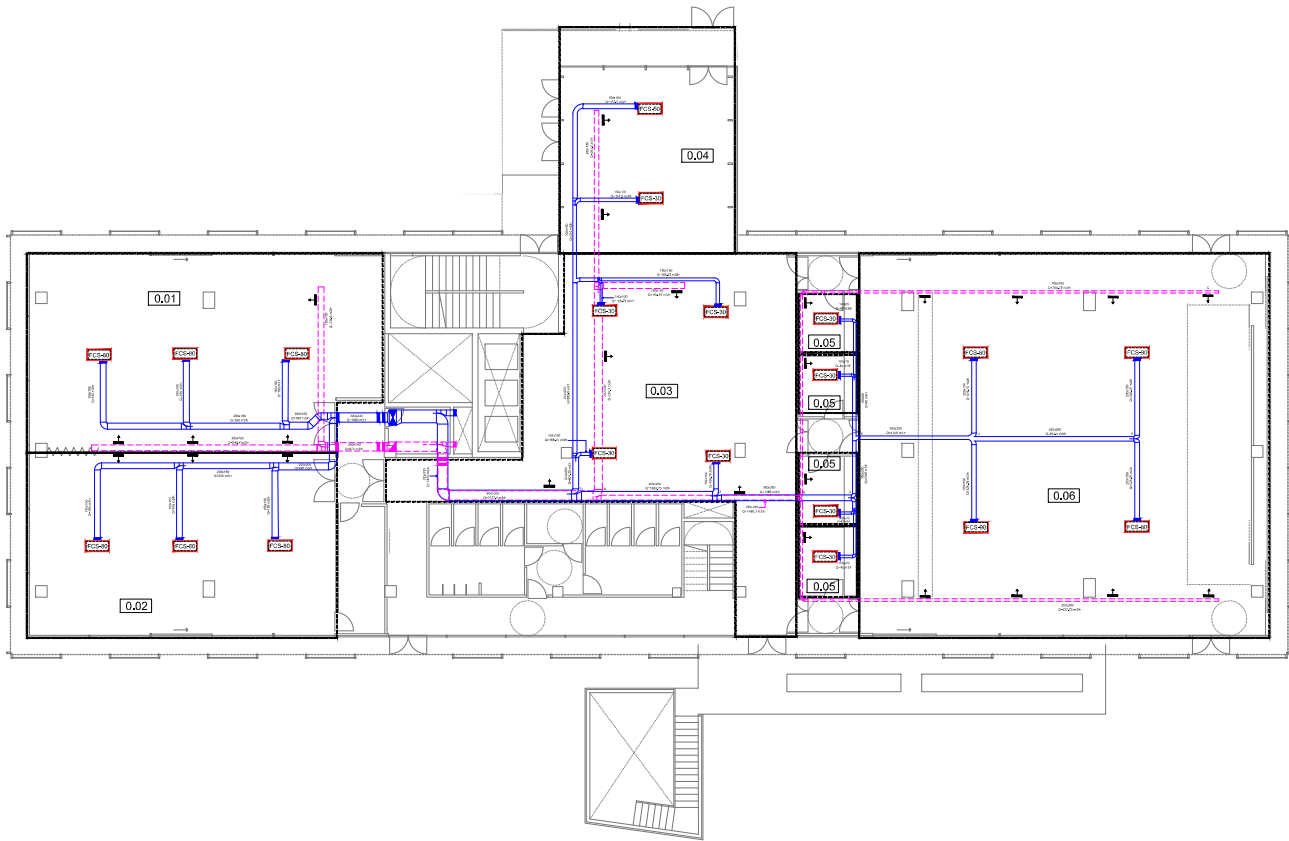
ESCALA:

1/100

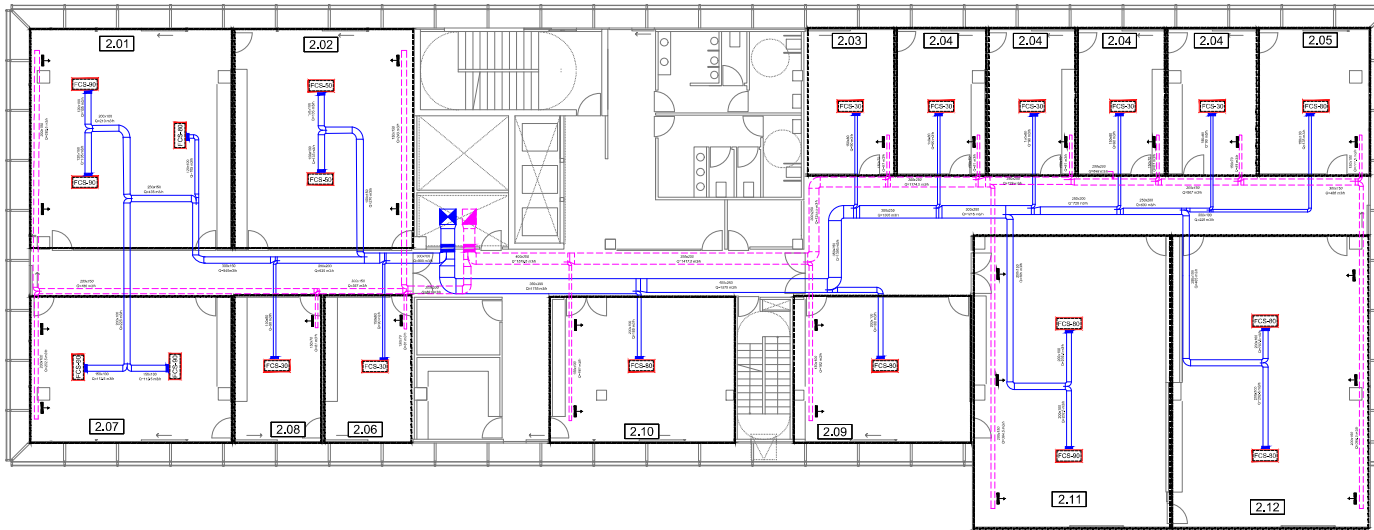
Nº DE LÁMINA:

5

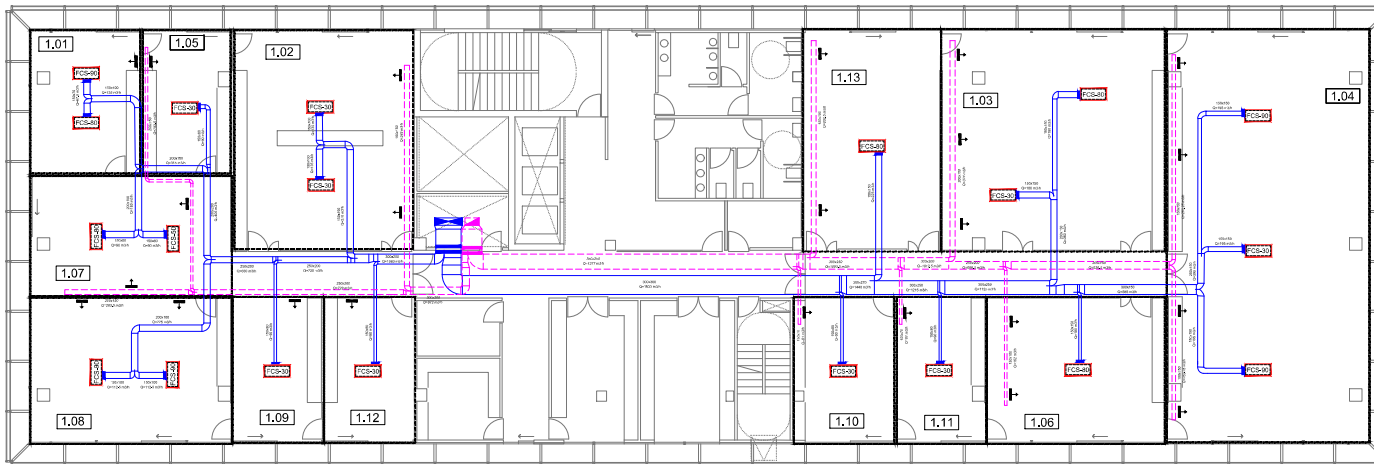
LEYENDA CLIMATIZACIÓN	
	CONDUCTO DE EXTRACCIÓN
	CONDUCTO DE APORTE DE AIRE
	REJILLA DE EXTRACCIÓN
	FAN-COIL



<h1>ICAI</h1>	CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN TOLEDO		
	PLANO: Conductos Planta Baja		
ORGANIZACIÓN: Universidad Pontificia Comillas	ESCALA:	Nº DE LÁMINA:	
AUTOR: Paula Núñez Salamanca	1/100	6	
FECHA: 20/01/2022			



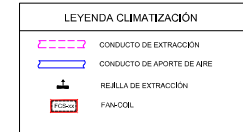
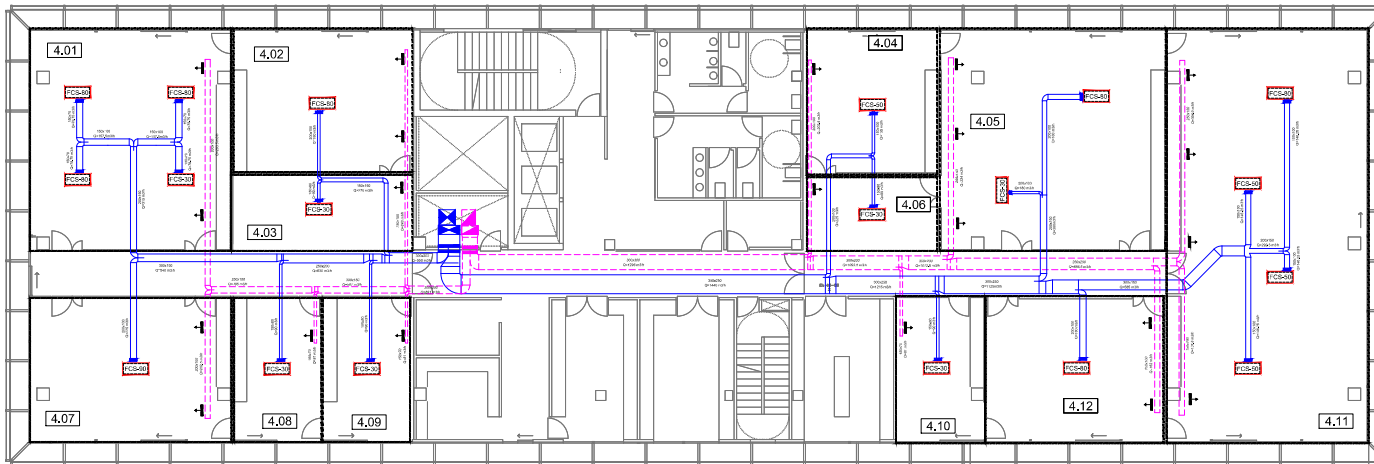
PLANTA SEGUNDA



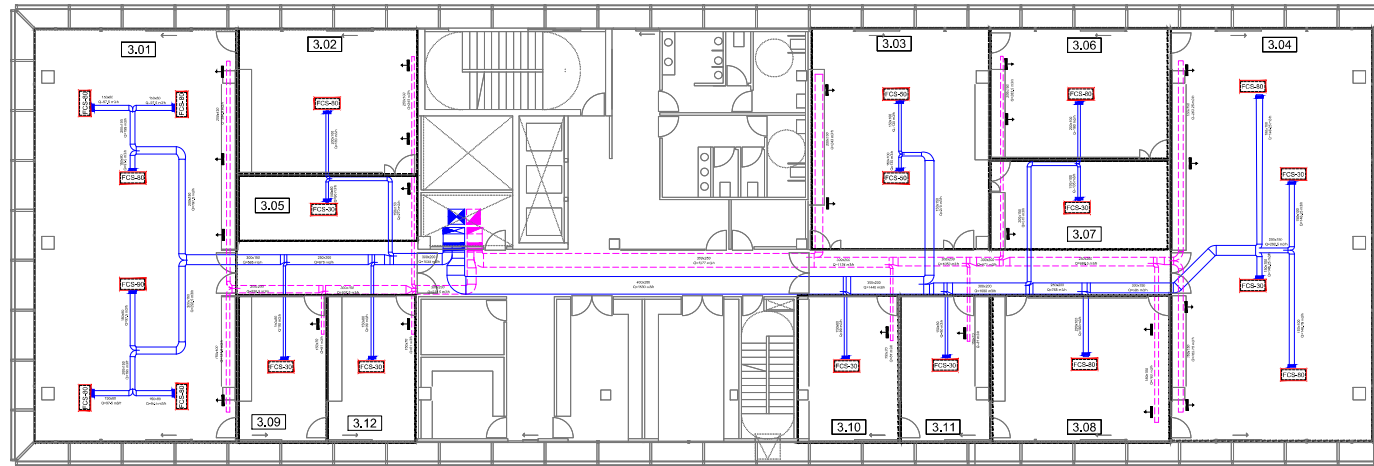
PLANTA PRIMERA

LEYENDA CLIMATIZACIÓN	
	CONDUCTO DE EXTRACCIÓN
	CONDUCTO DE APORTE DE AIRE
	REJILLA DE EXTRACCIÓN
	FANCOIL

<h1>ICAI</h1>	CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN TOLEDO	
	PLANO: Conductos Planta 1 y 2	
ORGANIZACIÓN: Universidad Pontificia Comillas	ESCALA: 1/100	Nº DE LÁMINA: 7
AUTOR: Paula Núñez Salamanca		
FECHA: 20/01/2022		

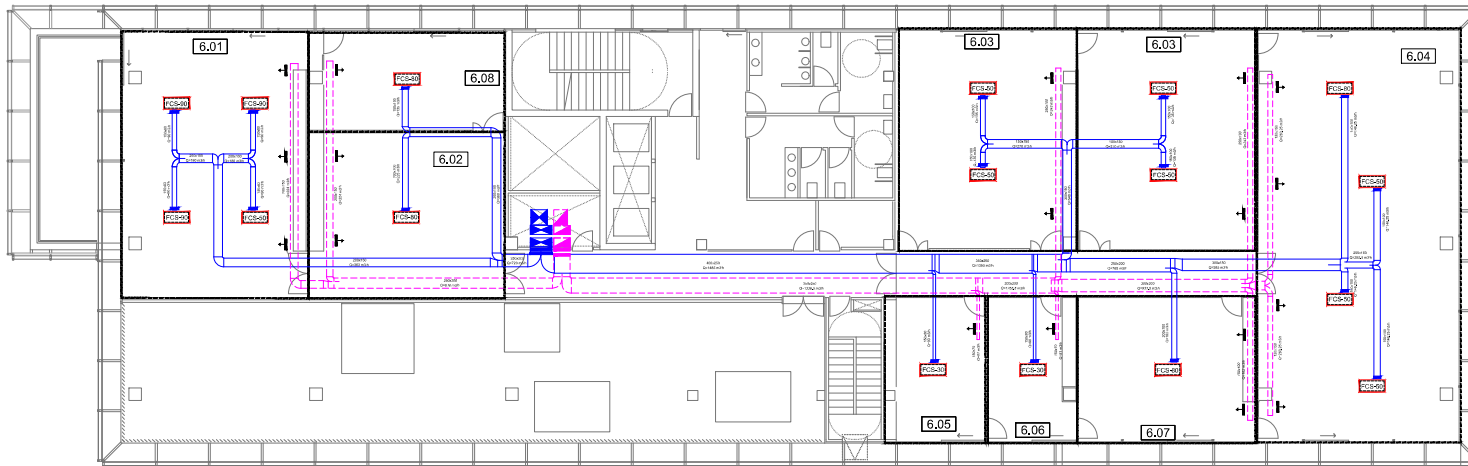


PLANTA CUARTA

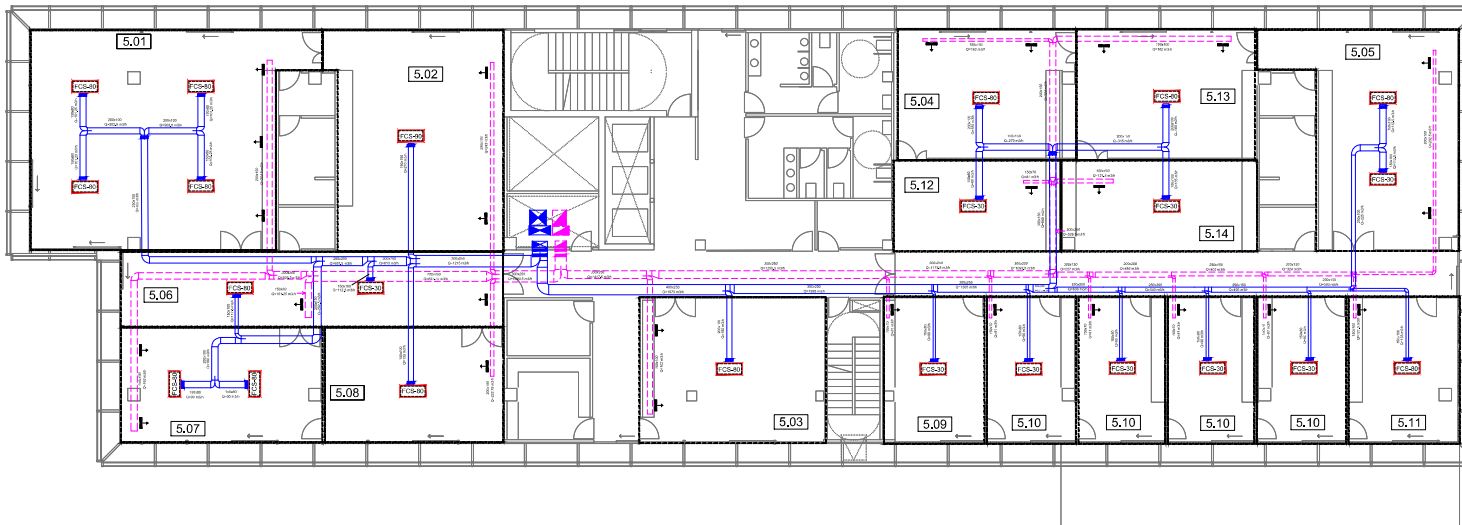


PLANTA TERCERA

<h1>ICAI</h1>	CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN TOLEDO		
	PLANO: Conductos Planta 3 y 4		
ORGANIZACIÓN: Universidad Pontificia Comillas	ESCALA:	Nº DE LÁMINA:	
AUTOR: Paula Núñez Salamanca	1/100	8	
FECHA: 20/01/2022			



PLANTA SEXTA



PLANTA QUINTA

ICAI

CLIMATIZACIÓN DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN TOLEDO

PLANO: Conductos Planta 5 y 6

ORGANIZACIÓN: Universidad Pontificia Comillas

ESCALA:

Nº DE LÁMINA:

AUTOR: Paula Núñez Salamanca

1/100

9

FECHA: 20/01/2022

DOCUMENTO 3: PRESUPUESTO

1. EQUIPOS DE GENERACIÓN DE FRÍO				
Nº	Unidades	Descripción	Precio/unidad	Importe
1.1	1	<p>AquaSnap - Enfriadora scroll condensada por aire 30RB – 610R</p> <ul style="list-style-type: none"> - Marca: Carrier - Potencia frigorífica: 616kW - Tensión nominal: 400V, 3F, 50Hz - Refrigerante: R-32 - Dimensiones: 5992x2253x2324 - Intercambiador de calor de placas soldadas de alto rendimiento, con canales asimétricos y pérdidas de carga reducidas. - Bomba de caudal variable, ventiladores de velocidad variable, variador de velocidad de la bomba y ventilador. - Interfaz de comunicación y visualización de parámetros, monitorización inteligente del consumo energético. - Incluye su instalación completa con componentes antivibración y adicionales para asegurar el nivel de seguridad requerido, mano de obra, desplazamiento y garantía de 2 años. **No se detalla el precio exacto del modelo escogido en las tarifas disponibles, por lo que se realiza una estimación a partir de los precios de modelos inferiores. tes antivibración y adicionales para asegurar el nivel de seguridad requerido, mano de obra, desplazamiento y garantía de 2 años. 	78.635,00 €	78.635,00 €
1.2	1	Vaso de expansión, con capacidad de 300L y 10 bar de presión máxima. Incluye su instalación completa, con manómetro incluido y elementos de montaje y conexión necesarios.	555,56 €	555,56 €
Total				79.190,56 €

2. EQUIPOS DE GENERACIÓN DE CALOR				
Nº	Unidades	Descripción	Precio/unidad	Importe
2.1	1	<p>Caldera automática de biomasa SMART 400</p> <ul style="list-style-type: none"> - Marca: Ibérica - Potencia calorífica: 400kW - Consumo de combustible: 98,30kg/h de astillas - Tª del producto de combustión: 95,1°C - Salto de temperatura del agua de entrada y salida: aproximadamente 10°C - Incluye su instalación completa, suministro, puesta en marcha y formación en el manejo de la caldera. 	79.552,53 €	79.552,53 €
2.2	1	Vaso de expansión, con capacidad de 600L, de 2055 mm de altura y 600 mm de diámetro, con rosca de 1 1/2" de diámetro y 10 bar de presión. Incluye su instalación completa, con manómetro incluido y elementos de montaje y conexión necesarios.	1.111,60 €	1.111,60 €
2.3	1	Base antivibraciones para el apoyo de la caldera	140,40 €	140,40 €
2.4	1	<p>Sistema de filtrado y depuración de los gases de combustión de la caldera</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ventilador de extracción y ciclón - Conexiones antivibración para calderas de biomasa - Arenado con aislamiento térmico 	6.015,75 €	6.015,75 €
Total				86.820,28 €

3. CLIMATIZADOR DE AIRE				
Nº	Unidades	Descripción	Precio/unidad	Importe
3.1	1	Unidad de tratamiento de aire TKM-50 con recuperador estático en planta -Marca: TROX -Tamaño: 7 -Caudal de impulsión y retorno: 18.000 m ³ /h -Potencia frigorífica: 122,7kW -4 filas de baterías de frío con separador de gotas -Tº de entrada/salida del agua caliente: 85/70°C -Potencia calorífica: 171,21kW -2 filas de baterías de calor -Filtros incluidos para el aire exterior (plano G3), de impulsión (plano G4) y de retorno (plano G3) -Incluye su instalación completa, mano de obra y costes directos.	29.168,34 €	29.168,34 €
Total				29.168,34 €

4. FAN-COILS				
Nº	Unidades	Descripción	Precio/unidad	Importe
4.1	42	Fan-coil tipo cassette de 4 tubos TERMOVEN FCS-30 -Potencia frigorífica total: 2,891 kW -Potencia frigorífica sensible: 1,982 kW -Potencia calorífica total: 2,818 kW -Caudal agua fría: 497 l/h -Caudal agua caliente: 246 l/h -Caudal aire: 750 m ³ /h	644,80 €	27.081,60 €
4.2	16	Fan-coil tipo cassette de 4 tubos TERMOVEN FCS-50 -Potencia frigorífica total: 4,453 kW -Potencia frigorífica sensible: 2,831 kW -Potencia calorífica total: 3,146 kW -Caudal agua fría: 765 l/h -Caudal agua caliente: 275 l/h -Caudal aire: 875 m ³ /h	1.012,00 €	16.192,00 €
4.3	54	Fan-coil tipo cassette de 4 tubos TERMOVEN FCS-80 -Potencia frigorífica total: 5,103 kW -Potencia frigorífica sensible: 3,648 kW -Potencia calorífica total: 5,431 kW -Caudal agua fría: 877 l/h -Caudal agua caliente: 475 l/h -Caudal aire: 1375 m ³ /h	1.316,00 €	71.064,00 €
4.4	18	Fan-coil tipo cassette de 4 tubos TERMOVEN FCS-90 -Potencia frigorífica total: 8,077 kW -Potencia frigorífica sensible: 5,218 kW -Potencia calorífica total: 6,0 kW -Caudal agua fría: 1.389 l/h -Caudal agua caliente: 525 l/h -Caudal aire: 1600 m ³ /h	1.701,60 €	30.628,80 €
Total				144.966,40 €

5. BOMBAS				
Nº	Unidades	Descripción	Precio/unidad	Importe
5.1	2	Bomba circuladora electrónica TPE 150-130/4, marca GRUNDFOS con carcasa de hierro fundido. Incluye un puente de manómetros con válvulas de esfera y tuberías de cobre, elementos de montaje, caja de conexiones eléctricas con condensador y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	3.875,20 €	7.750,40 €
5.2	2	Bomba circuladora electrónica TPE 125-130/4, marca GRUNDFOS con carcasa de hierro fundido. Incluye un puente de manómetros con válvulas de esfera y tuberías de cobre, elementos de montaje, caja de conexiones eléctricas con condensador y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	3.542,10 €	7.084,20 €
5.3	2	Bomba circuladora electrónica TPE 40-140, marca GRUNDFOS con carcasa de hierro fundido. Incluye un puente de manómetros con válvulas de esfera y tuberías de cobre, elementos de montaje, caja de conexiones eléctricas con condensador y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	2.246,50 €	4.493,00 €
5.4	1	Bomba circuladora electrónica TPE2 100-120, marca GRUNDFOS con carcasa de hierro fundido. Incluye un puente de manómetros con válvulas de esfera y tuberías de cobre, elementos de montaje, caja de conexiones eléctricas con condensador y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	3.124,60 €	3.124,60 €
5.5	2	Bomba circuladora electrónica TPE2 50-120, marca GRUNDFOS con carcasa de hierro fundido. Incluye un puente de manómetros con válvulas de esfera y tuberías de cobre, elementos de montaje, caja de conexiones eléctricas con condensador y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	2.765,80 €	5.531,60 €
5.6	2	Bomba circuladora electrónica TPE2 32-180, marca GRUNDFOS con carcasa de hierro fundido. Incluye un puente de manómetros con válvulas de esfera y tuberías de cobre, elementos de montaje, caja de conexiones eléctricas con condensador y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento.	2.357,30 €	4.714,60 €
Total				32.698,40 €

6. TUBERÍAS				
Nº	Unidades	Descripción	Precio/unidad	Importe
6.1	42,3	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 3/8" DN 10 mm de diámetro y 2,3 mm de espesor, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	27,65 €	1.169,60 €
6.2	263,1	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 1/2" DN 15 mm de diámetro y 2,6 mm de espesor, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	36,02 €	9.476,86 €

6.3	403,4	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 3/4" DN 20 mm de diámetro y 2,6 mm de espesor, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	42,83 €	17.277,62 €
6.4	408,8	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 1" DN 25 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	46,94 €	19.189,07 €
6.5	220,75	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 1 1/4" DN 32 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	55,72 €	12.300,19 €
6.6	197,5	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 1 1/2" DN 40 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	75,65 €	14.940,88 €
6.7	175,3	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 2" DN 50 mm de diámetro y 3,6 mm de espesor, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	86,45 €	15.154,69 €
6.8	65,9	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 2 1/2" DN 65 mm de diámetro y 3,6 mm de espesor, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	93,32 €	6.149,79 €

6.9	13,2	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 3" DN 80 mm de diámetro y 4 mm de espesor, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	123,47 €	1.629,80 €
6.10	24,5	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 4" DN 100 mm de diámetro y 4,5 mm de espesor, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el interior del edificio, con aislamiento mediante coquilla flexible de espuma elastomérica recubierta con pintura protectora para aislamiento de color blanco. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	159,92 €	3.918,04 €
6.11	16,3	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 2 1/2" DN 65 mm de diámetro y 3,6 mm de espesor, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con chapa de aluminio. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	114,29 €	1.862,93 €
6.12	17,1	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 4" DN 100 mm de diámetro y 4,5 mm de espesor, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con chapa de aluminio. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	165,07 €	2.822,70 €
6.13	18,6	Tubería de distribución de agua fría y caliente de climatización formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M, de 5" DN 150 mm de diámetro y 5 mm de espesor, una mano de imprimación antioxidante, colocado superficialmente en el exterior del edificio, con aislamiento mediante coquilla de lana de vidrio protegida con emulsión asfáltica recubierta con chapa de aluminio. Incluye material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales.	190,66 €	3.546,28 €
Total				109.438,43 €

7. VALVULERÍA Y ACCESORIOS				
Nº	Unidades	Descripción	Precio/unidad	Importe
7.1	9	Válvula de mariposa de 65 mm de diámetro. Incluye su instalación y suministros necesarios.	79,60 €	716,40 €
7.2	2	Válvula de mariposa de 80 mm de diámetro. Incluye su instalación y suministros necesarios.	91,80 €	183,60 €
7.3	2	Válvula de mariposa de 100 mm de diámetro. Incluye su instalación y suministros necesarios.	98,85 €	197,70 €
7.4	4	Válvula de mariposa de 125 mm de diámetro. Incluye su instalación y suministros necesarios.	117,81 €	471,24 €
7.5	18	Válvula de regulación micrométrica de 10 mm. Incluye su instalación y suministros necesarios.	21,50 €	387,00 €
7.6	66	Válvula de regulación micrométrica de 15 mm. Incluye su instalación y suministros necesarios.	32,30 €	2.131,80 €
7.7	115	Válvula de regulación micrométrica de 20 mm. Incluye su instalación y suministros necesarios.	46,70 €	5.370,50 €
7.8	74	Válvula de regulación micrométrica de 25 mm. Incluye su instalación y suministros necesarios.	64,80 €	4.795,20 €
7.9	9	Válvula de regulación micrométrica de 32 mm. Incluye su instalación y suministros necesarios.	84,60 €	761,40 €
7.10	3	Válvula de regulación micrométrica de 65 mm. Incluye su instalación y suministros necesarios.	136,70 €	410,10 €
7.11	1	Válvula de regulación micrométrica de 80 mm. Incluye su instalación y suministros necesarios.	185,30 €	185,30 €
7.12	1	Válvula de regulación micrométrica de 100 mm. Incluye su instalación y suministros necesarios.	267,80 €	267,80 €
7.13	2	Válvula de regulación micrométrica de 125 mm. Incluye su instalación y suministros necesarios.	321,60 €	643,20 €
7.14	18	Válvula de 3 vías de 3/8" (10 mm), todo/nada, con motor eléctrico de 230V. Incluye los elementos de montaje y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Completamente instalada.	75,40 €	1.357,20 €
7.15	66	Válvula de 3 vías de 1/2" (15 mm), todo/nada, con motor eléctrico de 230V. Incluye los elementos de montaje y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Completamente instalada.	88,60 €	5.847,60 €
7.16	115	Válvula de 3 vías de 3/4" (20 mm), todo/nada, con motor eléctrico de 230V. Incluye los elementos de montaje y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Completamente instalada.	94,30 €	10.844,50 €
7.17	74	Válvula de 3 vías de 1" (25 mm), todo/nada, con motor eléctrico de 230V. Incluye los elementos de montaje y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Completamente instalada.	96,40 €	7.133,60 €
7.18	9	Válvula de 3 vías de 1 1/2" (32 mm), todo/nada, con motor eléctrico de 230V. Incluye los elementos de montaje y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Completamente instalada.	98,10 €	882,90 €
7.19	1	Válvula de 3 vías de 2 1/2" (65 mm), todo/nada, con motor eléctrico de 230V. Incluye los elementos de montaje y accesorios necesarios para su correcto funcionamiento. Completamente instalada.	145,30 €	145,30 €
7.20	18	Filtro roscado para agua de 10 mm de diámetro. Incluye su completa instalación.	22,70 €	408,60 €
7.21	66	Filtro roscado para agua de 15 mm de diámetro. Incluye su completa instalación.	27,50 €	1.815,00 €
7.22	115	Filtro roscado para agua de 20 mm de diámetro. Incluye su completa instalación.	29,60 €	3.404,00 €
7.23	74	Filtro roscado para agua de 25 mm de diámetro, PN-10, con cuerpo de fundición gris y filtro de acero inoxidable. Incluye su completa instalación.	34,10 €	2.523,40 €
7.24	9	Filtro roscado para agua de 32 mm de diámetro. Incluye su completa instalación.	37,50 €	337,50 €
7.25	3	Filtro roscado para agua de 65 mm de diámetro. Incluye su completa instalación.	46,70 €	140,10 €

7.26	1	Filtro roscado para agua de 80 mm de diámetro. Incluye su completa instalación.	72,10 €	72,10 €
7.27	1	Filtro roscado para agua de 100 mm de diámetro. Incluye su completa instalación.	86,30 €	86,30 €
7.28	2	Filtro roscado para agua de 125 mm de diámetro. Incluye su completa instalación.	98,40 €	196,80 €
7.29	2	Manguito elástico de acoplamiento antivibratorio 65 mm de diámetro. Incluye su completa instalación.	75,20 €	150,40 €
7.30	3	Manguito elástico de acoplamiento antivibratorio 100 mm de diámetro. Incluye su completa instalación.	94,70 €	284,10 €
7.31	1	Manguito elástico de acoplamiento antivibratorio 125 mm de diámetro. Incluye su completa instalación.	126,20 €	126,20 €
7.32	2	Manguito elástico de acoplamiento antivibratorio 150 mm de diámetro. Incluye su completa instalación.	147,30 €	294,60 €
7.33	18	Válvula de bola de rosca 10 mm de diámetro. Incluye su instalación y suministros necesarios.	12,40 €	223,20 €
7.34	66	Válvula de bola de rosca 15 mm de diámetro. Incluye su instalación y suministros necesarios.	14,30 €	943,80 €
7.35	115	Válvula de bola de rosca 20 mm de diámetro. Incluye su instalación y suministros necesarios.	15,10 €	1.736,50 €
7.36	74	Válvula de bola de rosca 25 mm de diámetro. Incluye su instalación y suministros necesarios.	18,60 €	1.376,40 €
7.37	9	Válvula de bola de rosca 32 mm de diámetro. Incluye su instalación y suministros necesarios.	21,40 €	192,60 €
7.38	2	Válvula de retención de 65 mm de diámetro. Incluye su instalación y suministros necesarios.	231,60 €	463,20 €
7.39	2	Válvula de retención de 100 mm de diámetro. Incluye su instalación y suministros necesarios.	295,40 €	590,80 €
7.40	1	Válvula de retención de 125 mm de diámetro. Incluye su instalación y suministros necesarios.	381,20 €	381,20 €
7.41	1	Válvula de retención de 150 mm de diámetro. Incluye su instalación y suministros necesarios.	457,10 €	457,10 €
Total				58.936,24 €

8. CONDUCTOS				
Nº	Unidades	Descripción	Precio/unidad	Importe
8.1	4318,64	Conducto rectangular de chapa de acero galvanizada de 0,6 mm de espesor con aislante, y juntas transversales con brida tipo Metu y sellada con masilla resistente a altas temperaturas, para la formación de conductos autoportantes para la distribución de aire en ventilación y climatización. Con p.p. de juntas, soportes y accesorios y espesores según la norma UNE 100-102-88 y con p.p. de aberturas de servicio según ITE 02.9.3 y UNE 100030. Incluye su completa instalación, embocaduras, derivaciones, accesorios de montaje, elementos de fijación y piezas especiales.	38,70 €	167.131,37 €
8.2	26,08	Conducto rectangular de chapa de aluminio con aislante, para la formación de conductos autoportantes en espacios exteriores para la distribución de aire en ventilación y climatización. Incluye su completa instalación, embocaduras, derivaciones, accesorios de montaje, elementos de fijación y piezas especiales.	74,30 €	1.937,74 €
8.3	4	Rejilla de extracción de la marca Anwo (100x100), de chapa de acero, con damper. Incluye su instalación completa y suministro.	14,61 €	58,44 €
8.4	58	Rejilla de extracción de la marca Anwo (150x100), de chapa de acero, con damper. Incluye su instalación completa y suministro.	16,42 €	952,36 €
8.5	97	Rejilla de extracción de la marca Anwo (150x150), de chapa de acero, con damper. Incluye su instalación completa y suministro.	18,24 €	1.769,28 €
8.6	3	Compuerta cortafuegos rectangular, basculante, con disparo automático para el cierre de secciones de incendio por fusible térmico tarado a 72°C, resistencia al fuego EI 120 según UNE-EN 1366-2, de 600x300 mm, de chapa de acero galvanizado, conexión a conducto rectangular, para el cierre automático de secciones de incendio en instalaciones de ventilación. Incluye los accesorios de montaje y elementos de fijación necesarios para su instalación.	467,45 €	1.402,35 €
8.7	8	Compuerta cortafuegos rectangular, basculante, con disparo automático para el cierre de secciones de incendio por fusible térmico tarado a 72°C, resistencia al fuego EI 120 según UNE-EN 1366-2, de 500x300 mm, de chapa de acero galvanizado, conexión a conducto rectangular, para el cierre automático de secciones de incendio en instalaciones de ventilación. Incluye los accesorios de montaje y elementos de fijación necesarios para su instalación.	441,81 €	3.534,48 €
8.8	3	Compuerta cortafuegos rectangular, basculante, con disparo automático para el cierre de secciones de incendio por fusible térmico tarado a 72°C, resistencia al fuego EI 120 según UNE-EN 1366-2, de 400x300 mm, de chapa de acero galvanizado, conexión a conducto rectangular, para el cierre automático de secciones de incendio en instalaciones de ventilación. Incluye los accesorios de montaje y elementos de fijación necesarios para su instalación.	426,36 €	1.279,08 €
8.9	58	Regulador de caudal de aire de la marca TROX, de 200x100, con elevada precisión de medición y esanqueidad en cumplimiento con EN 1751, lama clase 3. Incluye los accesorios de montaje y elementos de fijación necesarios.	260,00 €	15.080,00 €
8.10	72	Regulador de caudal de aire de la marca TROX, de 200x200, con elevada precisión de medición y esanqueidad en cumplimiento con EN 1751, lama clase 3. Incluye los accesorios de montaje y elementos de fijación necesarios.	285,00 €	20.520,00 €
Total				213.665,10 €

PRESUPUESTO TOTAL PROYECTO	754.883,76 €
-----------------------------------	---------------------

DOCUMENTO 4: PLIEGO DE CONDICIONES

1. Objeto y Alcance

El presente Pliego de Condiciones tiene la finalidad de establecer los requisitos técnicos a cumplir por los materiales, equipos y montaje de las instalaciones de climatización correspondientes al edificio de oficinas objeto de este proyecto en la ciudad de Toledo. Se determinan y definen los siguientes conceptos:

- Características y especificaciones de los materiales y equipos, su suministro e instalación.
- Detalle de los trabajos a realizar por el instalador.
- Calidad y forma de realizar las instalaciones y el montaje de los equipos y elementos complementarios.
- Pruebas y ensayos necesarios por llevar a cabo en el transcurso de la instalación y montajes, a la Recepción Provisional y a la Recepción Definitiva.
- Detalle de las garantías exigidas de los materiales utilizados, junto con su montaje y funcionamiento correcto.

Será cometido del instalador el suministro de todos los equipos, materiales, mano de obra, y servicios auxiliares necesarios para completar el montaje y la puesta en marcha de las instalaciones descritas en la Memoria, representadas en los Planos, recogidas de manera básica en el presupuesto y cuya calidad y condiciones específicas del montaje quedan indicadas en el Pliego de Condiciones Técnicas. Todos estos aspectos quedan incluidos, por tanto, en el precio ofertado.

Los cuatro documentos presentes en el proyecto (Memoria, Planos, Presupuesto y Pliego de Condiciones Técnicas) se consideran como un único conjunto. Es responsabilidad del instalador el obligado cumplimiento de la normativa oficial vigente que sea de aplicación, así como las de Seguridad e Higiene. La obtención de los permisos oficiales necesarios a tiempo, junto con la entrega de documentación para conseguirlos, también es responsabilidad del instalador.

A su vez, es cometido el instalador las siguientes tareas:

- La conexión de los equipos relacionados con las instalaciones.
- Las pruebas y puestas en marcha.
- Los planos finales de obra en papel y en soporte informático, junto con tres informes incluyendo especificaciones y características de los equipos y materiales, con libros de uso y mantenimiento.
- La limpieza inmediata y transporte de los materiales sobrantes al vertedero, si corresponde.
- El sellado ignífugo de huecos y pasos de canalizaciones y conducciones, con resistencia al fuego equivalente a la de los cerramientos o forjados que atraviesen las instalaciones.
- Las ayudas de estricto peonaje y albañilería auxiliar.
- El pequeño material y accesorios, así como el transporte y movimiento de todos los equipos.
- Los elementos de fijación y soporte de todos los equipos que lo requieran.
- El material y equipos de remate, electricidad, soldadura, etc.
- Las bancadas y sistemas antivibradores para los equipos que lo requieran.
- La imprimación y pintura de todo el material férreo utilizado para bancadas, soportes y herrajes que lo requiera.
- Todo cuanto sea necesario para dejar el conjunto de las instalaciones totalmente rematadas y funcionando correctamente.

2. Compuertas cortafuegos

2.1. General

La colocación, empleo y construcción de las compuertas cortafuegos deberá cumplir obligatoriamente la NBE-CPI-96. Las compuertas cortafuegos deberán tendrán una resistencia al fuego igual o superior a la del cerramiento donde vaya colocada y, en cualquier caso, no inferior a 90 minutos. El cierre de la compuerta será manual y automático. El mando manual será de fácil acceso. Las compuertas, si así se indicara en las mediciones, podrá estar dotada de un interruptor de final de carrera. El cierre de la compuerta tendrá lugar por gravedad o por la acción de un muelle.

La comprobación de la resistencia al fuego se efectuará según ensayos descritos en la norma UNE 23802-79: “Ensayos de resistencia al fuego de puertas y otros elementos de cierre de huecos”.

2.2. Instalación

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

3. Fancoils

3.1. General

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

400kPa. Los diversos componentes del fancoil estarán contruidos y ensamblados de forma que no se produzcan oxidaciones, vibraciones o deformaciones por las condiciones normales de trabajo. Los cojinetes del motor y ventilador serán autolubrificantes sin necesidad de mantenimiento posterior. Los motores eléctricos dispondrán del mecanismo necesario para su arranque. El equipo tendrá prevista una conexión a la red de tierra del edificio. La batería estará dotada de purgadores manuales. La bandeja de condensado tendrá una conexión de desagüe de al menos media pulgada (1/2").

3.2.Elementos constitutivos

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

3.3.Instalación

La distancia entre la pared inferior de los tubos de aletas del convector y la parte inferior de la apertura de entrada de aire deberá ser de quince centímetros. Cuando las unidades vayan sujetas a la pared, esta sujeción estará hecha por medio de pernos anclados a la misma, que pasarán a través de perforaciones realizadas en la chapa posterior del armazón del aparato cuando ésta exista.

4. Unidades de tratamiento de aire

4.1. General

Se consideran unidades de tratamiento de aire aquellos equipos sin producción propia de frío o calor que sirven para suministrar a través de una red de conductores de aire, el aire tratado a los locales pertinentes. La velocidad de paso del aire por las baterías de enfriamiento no será superior a dos metros y medio por segundo (2,5 m/s). La velocidad de paso del aire por las baterías de calefacción no será superior a tres metros por segundo (3 m/s). El nivel de ruido producido por la climatizadora será inferior a 45 NC a una distancia de dos metros (2 m).

Las secciones de filtros, baterías y ventiladores serán fácilmente accesibles para su limpieza, inspección y reparación. Excepto en los casos de motor directamente acoplado al eje del ventilador, en todos los demás casos, existirá un sistema para ajustar la velocidad del ventilador y la tensión de las correas.

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

4.2. Materiales

Las unidades de tratamiento de aire serán construidas en chapa galvanizada con un espesor no inferior a 0,8 mm según el tipo de construcción. Los paneles estarán dotados con una capa de veinticinco milímetros (25 mm) de fibra de vidrio de densidad no inferior a 12 kg/m³. El interior de los paneles estará tratado de forma que no se desprendan partículas del material aislante y que no se produzca corrosión en ninguno de sus componentes, o estarán cubiertas de chapa metálica perforada o no (tipo Sandwich). Los materiales constitutivos de una climatizadora serán incombustibles.

4.3. Elementos constitutivos

Los componentes mínimos de una climatizadora son los siguientes:

- Envoltente con paneles desmontables.
- Aislamientos de la envoltente incorporados en los paneles.
- Ventilador con motor, soportes antivibratorio y acoplamiento.
- Acoplamiento elástico a la salida del ventilador.
- Baterías de tratamiento de aire.
- Filtro de aire.
- Bandeja de drenaje.
- Elementos de soporte o cuelgue.

Opcionalmente, las centrales incluirán: sistema de humidificación, separador de gotas, “by-pass” sobre baterías y/o compuertas de zona.

4.4. Instalación

Las instalaciones deberán ser perfectamente accesibles en todas sus partes de forma que puedan realizarse adecuadamente y sin peligro todas las operaciones de mantenimiento, vigilancia y conducción. Los motores y sus transmisiones deberán protegerse contra accidentes fortuitos del personal. Deberán existir suficientes pasos y accesos libres para permitir el movimiento, sin riesgo o daño, de aquellos equipos que deban ser desmontados y montados para su reparación fuera del conjunto de la unidad.

5. Rejillas de extracción e impulsión

5.1. General

Las rejillas para toma y expulsión de aire estarán constituidas por un material inoxidable y diseñadas para impedir la entrada de gotas de lluvia al interior de los conductos.

Generalmente se usarán rejillas de retorno con aletas fijas a 45°, clasificadas en dos modelos: rejilla de aluminio con aletas fijas a 45° y rejilla de chapa de acero con aletas fijas a 45°. Los acabados de las rejillas serán: para la rejilla de aluminio, anonizado en su color, y para las de chapa de acero un recubrimiento de pintura. Se pueden tener acabados especiales bajo demanda.

5.2. Instalación

Los elementos de difusión de aire se instalarán en los lugares indicados en los planos y con los tamaños especificados en los mismos. Las dimensiones del hueco realizado en el conducto dependerán del tipo de instalación. Así para una instalación de la rejilla sobre marco metálico, la dimensión del hueco se corresponde con la dimensión nominal de la rejilla. En el montaje sobre conducto para atornillar, para calcular la dimensión del hueco libre, deberá disminuirse en 5mm, tanto en largo como en alto, la dimensión nominal de la rejilla.

6. Conductos

6.1. General

El material usado para estos conductos será normalmente chapa de acero galvanizado de 1ª calidad con un recubrimiento de zinc de 275 g/m² (Z-275) y según la norma UNE-EN 10142:2001. Se admitirá el uso de otros materiales: aluminio, acero inoxidable, acero esmaltado, etc., siempre que haya sido admitido expresamente por la Dirección Facultativa. Los conductos de aire y todos sus accesorios cumplirán lo establecido en las normas UNE 100101, UNE 100102 y UNE 100103. También cumplirán lo establecido en la normativa de protección contra incendios que les sea aplicable, así como la normativa UNE-EN 1363-1:2000 “Ensayos de resistencia al fuego”.

6.2. Construcción de los conductos

La siguiente tabla indica la construcción recomendada para conductos rectangulares de aluminio o acero. El método de engrapado y reforzado, así como el tipo de juntas y nervios se especifican en la tabla. Los espesores de chapa serán función de la dimensión del lado mayor del conducto, de acuerdo con la siguiente tabla.

DIMENSIONES MAYOR DEL CONDUCTO (cm)	GRUESO DE LA CHAPA (mm)				CONSTRUCCIONES RECOMENDADAS * Juntas transversales, riostras y refuerzos
	ACERO		ALUMINIO		
	Conducto	Grapa	Conducto	Grapa	
Hasta 60	0,6	0,6	0,6	0,8	Grapa deslizante o grapa en S, separado 2,5 m o menos
de 60 a 80	0,6	0,6	0,6	0,8	Grapa deslizante o grapa en S, separado 1,2 m o menos
de 80 a 150	0,8	0,8	0,8	1	
de 150 a 180	1	1	1	1,5	Grapa deslizante reforzada** o grapa a escuadra reforzada**, separado 1,2 m o menos. Refuerzo de perfil angular en diagonal de 40 x 40 x 4 mm*** o zuncho angular de las mismas dimensiones*** situada a mitad de distancia entre juntas.
de 180 a 225	1	1	1	1,5	Grapa deslizante reforzada** o grapa a escuadra reforzada**, separado 1,2 m o menos. Refuerzo de perfil angular en diagonal de 40 x 40 x 4 mm*** o zuncho angular de las mismas dimensiones*** situada a mitad de distancia entre juntas. Tirante de hierro de 30 x 3 mm para anchura de conducto de 180 a 225 cm
225 y más	1,5	1	1,5	1,5	Grapa deslizante reforzada** o grapa a escuadra reforzada**, separado 1,2 m o menos. Refuerzo de perfil angular en diagonal de 40 x 40 x 4 mm*** o zuncho angular de las mismas dimensiones*** situada a mitad de distancia entre juntas. Tirante de hierro de 30 x 3 mm para anchura de conducto de 225 a 300 cm Tirante de hierro de 30 x 3 mm separado 120 cm para anchuras de conducto de 300 cm o más

* Todos los conductos de más de 50 cm en cualquiera de las dimensiones tienen separaciones transversales, excepto los que tienen aplicado aislamiento de plancha de cartón rígido o en las secciones de conducto en que se ha de instalar una salida o una conexión. Las juntas del conducto son de cierre Pittsburg o longitudinales.

** Junta reforzada con pasamanos de hierro de 30x3 mm. *** Todos los perfiles angulares están unidos al conducto mediante soldaduras por puntos, tonillos o roblones

Existen diversos tipos de uniones para conductos rectangulares:

- Uniones longitudinales.

Los tipos de uniones longitudinales más habituales son de tipo Pittsburg, que garantiza un sellado total del conducto, y en el caso de cuellos telescópicos o de largo excesivamente corto, la unión se realiza mediante punteado para facilitar el deslizamiento de un cuello sobre el otro.

- Uniones transversales:

Las uniones transversales utilizadas más habitualmente son la de vaina deslizante, pestaña reforzada y la unión con perfil integrado. El más utilizado y novedoso es el perfil integrado, que presenta una serie de ventajas respecto al perfil tradicional.

Los tipos de uniones transversales y longitudes máximas de tramos rectangulares son:

LADO MAYOR (mm)	TIPO UNION TRANSVERSAL	LONG. MAX. (m)
≤200	Vaina deslizante	3
Entre 200 y 750	Vaina deslizante	1.5
Entre 750 y 1300	"S"	1.2
Entre 1300 y 2400	"S" rígidizada	0.9
Mayor 2400	Brida de angulares	0.75

Independientemente del tipo de unión transversal, todos los tramos de conductos cuyo lado mayor sea igual o superior a 500 mm., llevarán un matrizado de ondulación transversal en ambos diagonales para dar rigidez al conducto. En conductos con presión negativa la deflexión del matrizado debe estar en el lado interior del conducto.

Los espesores nominales de chapas están basados en las siguientes limitaciones:

- La deflexión máxima permitida a los elementos de las uniones transversales no será nunca superior a 6 mm.
- Las uniones transversales deben ser capaces de resistir una presión igual a 1.5 veces la máxima presión de trabajo que define la clase de conducto sin deformarse permanentemente o ceder.

La relación mínima entre el lado menor y el mayor del conducto será de 1/3.

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

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

6.3.Instalación

Los conductos se instalarán de forma ordenada, disponiéndolos, siempre que sea posible, paralelamente a tres ejes perpendiculares entre sí y paralelos a los elementos estructurales

del edificio. La separación entre la superficie exterior del conducto y cualquier otro elemento será tal que permita la manipulación y el mantenimiento de los conductos, compuertas, rejillas y ventiladores. La alineación de los conductos en las uniones, los cambios de dirección o de sección y las derivaciones se realizan con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de los conductos con los de las piezas especiales, conservando la sección transversal y sin forzar los conductos. Estos accesorios son: soportes, transformaciones, codos, derivaciones, cortafuegos y rejilla antirretorno.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones y de corrosión, entre los conductos y los soportes metálicos se interpondrá un material flexible no metálico. Siempre que los conductos atraviesen un muro, tabique, forjado o cualquier otro elemento de obra civil, deberá protegerse el mismo con un manguito de fibra para evitar el contacto de morteros, yesos, etc. con los conductos.

7. Valvulería

7.1. General

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

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

8. Bombas

8.1. General

Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte un manómetro para poder apreciar la presión diferencial. En el caso de bombas en paralelo, este manómetro podrá situarse en el tramo común. La bomba deberá ir montada en un punto tal que pueda asegurarse que ninguna parte de la instalación queda en depresión con relación a la atmósfera. La presión a la entrada deberá ser la suficiente para asegurar que no se producen fenómenos de cavitación ni en la entrada ni en el interior de la bomba.

Cuando las dimensiones de la tubería sean distintas a las de salida o entrada de la bomba se efectuará un acoplamiento cónico con un ángulo en el vértice no superior a 30°. La bomba y el motor estarán montados con holgura a su alrededor, suficiente para una fácil inspección de todas sus partes.

9. Calderas de alto rendimiento

9.1. General

El rendimiento de dichas calderas nunca será inferior al 95% sobre el P.C.I. La temperatura de impulsión nunca será superior a 100°C, ni la temperatura de retorno inferior a 50°C. El quemador estará preparado para combustionar gas natural y su funcionamiento será modulante en función de la demanda de la instalación.

La cubierta de la caldera será de chapa de acero e irá debidamente calorifugada en todo su perímetro, a partir de aislamiento de fibras minerales de 100mm de espesor como mínimo. Dispondrá de un terminal electrónico para regular su temperatura, con un interruptor de marcha-paro incorporado en su exterior, pilotos de indicación de averías, termostatos de regulación y seguridad, termómetro de impulsión y retorno, contador horario y pilotos de funcionamiento.

10. Tuberías de acero negro

10.1. General

Las tuberías de acero negro pueden ir sin soldadura (UNE 19.052-85) o con soldadura longitudinal (UNE 19.051-96). Para la instalación de climatización y equipos de manguera y rociadores se usarán ambas, pero para la instalación de gas natural únicamente aquellas sin soldadura.

Todas las tuberías deberán ir correctamente marcadas según la norma correspondiente. Serán lisas de sección circular, sin presentar rugosidades en sus extremos. La unión de las tuberías será soldada y la de los accesorios roscada para diámetros hasta DN 50 y con bridas para diámetros superiores. No se admitirán tubos curvados en caliente. Los tendidos de tuberías se instalarán previo replanteo de forma paralela a los elementos estructurales del edificio, coordinando con el resto de las instalaciones para no interferir con ellas.

Las tuberías se cortarán exactamente a las dimensiones establecidas a pie de obra y se colocarán en su sitio sin forzarlas o flexionarlas. Se instalarán de modo que tengan disponibilidad de contraerse o dilatarse sin provocar deterioros a sí mismas y al resto de la obra. Todo paso por forjados o paramentos se realizará protegido por un pasamuros plástico que permita la libre dilatación del tubo. Los tramos empotrados de tuberías en muros o tabiques se protegerán con tubo flexible de PVC para proteger los tubos y permitir su dilatación.

Las tuberías no deberán ponerse nunca en contacto con yeso húmedo, oxiclорuros y escorias. Para las tuberías de climatización, se preverán purgadores en los puntos altos y grifos de vaciado en los puntos bajos. El tendido horizontal de tuberías se realizará con una mínima pendiente desde los purgadores hacia los puntos de drenaje.

11. Enfriadora

11.1. General

La unidad será del tipo compacto, construida en acero galvanizado con acabado de esmalte al fuego sobre bastidor de acero laminado de primera calidad. Se suministrará completa, totalmente ensamblada en fábrica y con su carga total de refrigerante. Todo el cableado, tuberías controles de la unidad, estarán contenidas en el interior de la misma. Todos los componentes eléctricos irán protegidos contra la intemperie.

Se incluirá además un panel con los siguientes indicadores:

- Manómetro de presión de condensación por cada circuito refrigerante.
- Manómetro de presión de evaporación por cada circuito refrigerante.
- Manómetro de presión de aceite por cada compresor.
- Luces indicadoras de funcionamiento y alarma.
- Temperatura de entrada y salida de agua.
- Detectores de flujo.

La unidad se suministrará probada y regulada en fábrica y la puesta en marcha de la misma se realizará en presencia del fabricante de la misma y de la Dirección de obra. Las pruebas se realizarán a plena satisfacción de la Dirección de obra y según lo indicado en otro apartado del presente Pliego de Condiciones. Queda incluido durante el año de garantía cuatro inspecciones y revisiones del equipo por parte del servicio oficial del fabricante, informando en cada una de ellas por escrito a la Propiedad y Dirección de obra sobre el estado de conservación y uso del equipo.

Los materiales serán los siguientes:

- Condensador de tubo de cobre y aletas de aluminio
- Evaporador de tubo de cobre con aletas integrales
- Envoltura preparada para su localización a la intemperie

12. Pruebas y ensayos

Durante la construcción se realizarán pruebas de todos los elementos que deben quedar ocultos y no se cubrirán hasta que estas pruebas parciales den resultados satisfactorios a juicio del Director Facultativo. Estas pruebas parciales serán las siguientes: pruebas mecánicas, pruebas hidrotérmicas, motores, ventiladores, conductos y otras pruebas (cumplimiento de requerimientos de sanidad, seguridad, eficiencia energética, etc.).

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

Las pruebas serán realizadas por el instalador en presencia de las personas que determine la Dirección de Obra, pudiendo asistir a las mismas un representante de la Propiedad. Todas las mediciones se realizarán con aparatos homologados, pertenecientes al instalador, previamente contrastados y aprobados por la Dirección de Obra. En ningún caso deben utilizarse los aparatos fijos pertenecientes a la instalación, sirviendo así mismo las mediciones para el contraste de éstos.

13. Recepción

Una vez realizadas las pruebas mencionadas en los párrafos anteriores con resultados satisfactorios para el Director, se presentará el certificado de la instalación según modelo del RITE, ante la Delegación Provincial del Ministerio correspondiente para potencias superiores a 10 kW en frío y superiores a 6 kW en producción de calor. Se realizará el acta de recepción provisional, en el que la firma instaladora entregará al Director Facultativo, si no lo hubiera hecho antes, los siguientes documentos: resultados de las pruebas, manual de instrucciones, libro de mantenimiento, libro-registro del usuario del Ministerio, una descripción de la instalación con todas las unidades y equipos empleados (marca, modelo, características y fabricante), los planos definitivos y una copia del Certificado de la Instalación presentado ante la Delegación provincial del Ministerio correspondiente.