



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL EN HUELVA

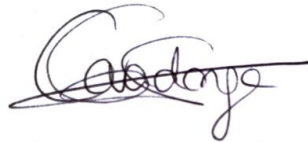
Autor: Covadonga Garrido Corrales

Director: Javier Martín Serrano

Agosto 2022, Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
Climatización de un centro comercial en Huelva
en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2021/22 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.: Covadonga Garrido Corrales

Fecha: 24/08/2022

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Javier Martín Serrano

Fecha: 25/08/2022



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL EN HUELVA

Autor: Covadonga Garrido Corrales

Director: Javier Martín Serrano

Agosto 2022, Madrid

CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL EN HUELVA

Autor: Garrido Corrales, Covadonga.

Director: Martín Serrano, Javier.

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

RESUMEN DEL PROYECTO

Este Trabajo de Fin de Máster tiene por objetivos el diseño de un sistema de climatización para un centro comercial y de ocio, situado en la ciudad de Huelva, Andalucía. En primer lugar, se ha comenzado con una recopilación de datos, tanto del clima de Huelva (condiciones externas) como de los requerimientos interiores (condiciones internas) y las características estructurales del edificio. Con toda la información es posible realizar el cálculo de cargas, el cual se ha realizado teniendo en cuenta las situaciones más desfavorables, tanto para invierno como para verano, y de esta forma dimensionar la instalación y los equipos de forma que puedan vencer las cargas térmicas durante todas las horas del año. Se ha tenido en cuenta toda la normativa vigente hasta el momento y se ha recopilado en el Capítulo 2 de esta memoria.

El centro comercial, objeto de este proyecto, está formado por 5 plantas, de las cuales solo 2 de ellas se encuentran dedicadas a fines comerciales y, por ello, son las que van a ser climatizadas en el proyecto. Los espacios a climatizar son zonas comerciales, zonas de restauración y los pasillos que unen los locales, llamados *Malls*. Cada una de estas zonas tiene diferentes condiciones de uso, alumbrado, ocupación, etc. las cuales han sido estudiadas para realizar el cálculo de cargas térmicas. Los resultados de estas cargas muestran una gran diferencia entre verano e invierno, siendo las cargas de verano alrededor del doble de las de invierno, lo cual era de esperar por la zona geográfica en la que se encuentra el centro comercial.

Existe una gran variedad de sistemas de climatización, pero al encontrarse en una zona tan cálida como Huelva, se ha optado por la aerotermia, que ofrece altos niveles de eficiencia en climas cálidos. Se han desarrollado dos tipos de climatización para todo el edificio, el primero para locales pequeños, con bomba de calor reversible aire-agua, sistema de dos tubos para las tuberías de agua y fan-coils. Este tipo de climatización permite a cada local regular el aire impulsado por el fan-coil y ajustar la temperatura según sus condiciones de

ocupación, maquinaria, etc. Además, es imprescindible diseñar un sistema de ventilación para estos locales, ya que los fan-coils solo recirculan el aire interior. Se ha diseñado un sistema de conductos de aire que llegan a cada local desde diferentes unidades de tratamiento de aire (UTAs), que introducen aire del exterior precalentándolo o preenfriándolo antes de introducirlo en cada zona. Al tratarse de un edificio grande, con cargas que superan los 70 kW, es importante añadir recuperador de calor para mejorar la eficiencia del sistema de climatización.

Para el resto de los locales y *Malls*, debido a que se necesitarían un número muy elevado de fan-coils, encareciendo mucho el coste de la instalación, se ha optado por un sistema todo aire, con climatizadores aire-aire, conductos de aire, toberas, etc repartidos por las zonas para la impulsión de aire y rejillas para su retorno.

La metodología que se ha seguido durante el proyecto comienza estableciendo las condiciones de verano e invierno que se desean cubrir, siendo estas las más desfavorables, como ya se ha explicado. Las condiciones más desfavorables de verano dependen de la orientación de cada zona, con los niveles de ocupación, alumbrado y consumo de los equipos llevados a su máximo. En cambio, en invierno, las condiciones más desfavorables se dan cuando las cargas internas son nulas y solo se tiene en cuenta las pérdidas a través de los materiales del edificio. Una vez se tiene toda la información necesaria, se han calculado las cargas térmicas de cada local. Es importante destacar que se ha asumido que no existen pérdidas debido a infiltraciones, ya que el edificio se mantiene sobrepresionado en comparación al exterior.

A continuación, se ha calculado el caudal de agua y aire necesario para vencer estas cargas, y con ello se han dimensionado tanto las tuberías como los conductos de aire. Para que estos caudales sean capaces de recorrer todo el circuito y llegar hasta las zonas más alejadas, es imprescindible el cálculo de la pérdida de carga en las ramas más desfavorables de cada circuito. De esta forma se asegura el correcto dimensionamiento de las bombas de impulsión de agua y los ventiladores de aire, capaces de suministrar el fluido con la presión suficiente en todos los tramos. Todos los equipos se encuentran en la cubierta y desde ahí, las redes de tuberías y conductos distribuyen el caudal hasta cada zona del edificio.

Para las tuberías de agua se ha diseñado un sistema de dos tubos, es decir, tanto el agua fría como la caliente discurre por el mismo circuito. Por ello, se han dimensionado para las condiciones de verano (agua fría) ya que son condiciones mucho más desfavorables a las de invierno. El agua llega hasta los elementos de final de recorrido, los fan-coils, que utilizan el agua para impulsar aire frío o caliente y vencer las cargas térmicas de cada local.

El aire de impulsión de estos equipos es la suma del caudal de retorno y el de ventilación, el cual es aportado por UTAs, a través de conductos de aire de renovación. Además, cada local cuenta con sus conductos de extracción de aire. Por otro lado, se han diseñado conductos de aire para las zonas climatizadas con rooftops, y estos conductos deben ser capaces de suministrar el caudal de aire para vencer las cargas térmicas y para ventilar. Además, cuentan con conductos de retorno del aire de cada zona al rooftop, con las mismas dimensiones que los conductos de impulsión, ya que, aunque el caudal de retorno es menor, la velocidad del fluido de retorno debe ser menor a la de impulsión, según el RITE.

Por último, se ha calculado un presupuesto que cuenta con el precio y la descripción de cada equipo y resulta en un precio de **2.621.969,51 €**.

Este proyecto cuenta con 5 documentos diferentes, el primero es la **Memoria** donde se recoge el procedimiento y las justificaciones de las decisiones tomadas a la hora del diseño del sistema de climatización. También recoge los modelos de los equipos seleccionados y la bibliografía. El segundo documento son los **Anexos** con los cálculos que se han realizado. Recoge todos los resultados de los cálculos de las cargas térmicas, los caudales de agua y de aire, las dimensiones de las tuberías, las dimensiones de los conductos y las pérdidas de carga de los circuitos. Además, en el Anexo V, se recoge las tablas de apoyo que se han usado a la hora de realizar los cálculos de los anexos, como las tablas de los diámetros de tuberías y conductos. El tercer documento es el **Pliego de Condiciones** requerido en toda instalación para recoger las especificaciones técnicas de los equipos y la obra. El cuarto documento es el **Presupuesto** en detalle de toda la instalación. El quinto y último documento es el de **Planos**, donde se representa toda la red de tuberías y conductos por planta, con sus dimensiones y accesorios.

HVAC SYSTEM FOR A SHOPPING MALL IN HUELVA

Author: Garrido Corrales, Covadonga.

Supervisor: Martín Serrano, Javier.

Collaborating Entity: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

ABSTRACT

The objective of this Master's thesis is the design of an air conditioning system for a shopping and leisure center, located in the city of Huelva, Andalusia. First of all, the thesis has started with a data collection, both the climate of Huelva (external conditions) and the interior requirements (internal conditions) and the structural characteristics of the building. With all the information it is possible to calculate the thermal loads, which has been done taking into account the most unfavorable situations, both for winter and summer, and thus dimension the installation and equipment so that they can overcome the loads during all hours of the year. All the current regulation has been taken into account and compiled in Chapter 2 of this report.

The shopping center, object of this project, consists of 5 floors, of which only 2 of them are dedicated to commercial purposes and, therefore, are the ones to be air-conditioned in the project. The spaces to be air-conditioned are commercial areas, restaurant areas and the corridors that connect the premises, called *Malls* in this document. Each of these areas have different conditions of use, lighting, occupancy, etc., which have been studied to calculate the thermal loads. The results of these loads show a big difference between summer and winter, with summer loads being about twice as high as winter loads, which was to be expected due to the geographical area in which the mall is located.

There is a wide variety of air-conditioning systems, but being in an area as hot as Huelva, aerothermal systems have been chosen, which offer high levels of efficiency in these climates. Two types of air conditioning have been developed for the entire building, the first for small premises, with reversible air-water heat pump, two-pipe system for water pipes and fan-coils. This type of air conditioning allows each room to regulate the air driven by the fan-coil and to adjust the temperature according to its occupancy conditions, machinery, etc. In addition, it is essential to design a ventilation system for these premises, since the fan-coils only recirculate the interior air. A system of air ducts has been designed to reach each

room from different air handling units (AHUs), which introduce outside air by preheating or pre-cooling it before introducing it into each zone. As this is a large building, with loads exceeding 70 kW, it is important to add a heat recovery unit to improve the efficiency of the air conditioning system.

For the rest of the premises and *Malls*, since a very high number of fan-coils would be required, making the cost of the installation much more expensive, an all-air system was chosen, with air-to-air conditioners, air ducts, nozzles, etc. distributed throughout the areas for air supply and grilles for air return.

The methodology followed during the project began by establishing the summer and winter conditions to be covered, these being the most unfavorable, as already explained. The most unfavorable summer conditions depend on the orientation of each zone, with occupancy, lighting and equipment consumption levels taken to their maximum. On the other hand, in winter, the most unfavorable conditions occur when the internal loads are zero and only losses through the building materials are taken into account. Once all the necessary information was available, thermal calculations were made for each room. It is important to note that it has been assumed that there are no losses due to infiltrations, since the building remains overpressured compared to the exterior.

Then, the water and air flow necessary to overcome these loads has been calculated, and with this, both the pipes and the air ducts have been dimensioned. In order for these flow rates to be able to cover the entire circuit and reach the furthest areas, it is essential to calculate the pressure drop in the most unfavorable branches of each circuit. This ensures the correct sizing of the water supply pumps and air fans, capable of supplying the fluid with sufficient pressure in all sections. All the equipment is located on the roof and from there, the pipe and duct networks distribute the flow to each area of the building.

For the water pipes, a two-pipe system has been designed, i.e. both cold and hot water flow through the same circuit. Therefore, they have been sized for summer conditions (cold water) as these conditions are much more unfavorable than winter conditions. The water reaches the end-of-circuit elements, the fan coils, which use the water to drive hot or cold air and overcome the thermal loads of each room.

The supply air of these units is the sum of the return air flow and the ventilation air flow, which is supplied by AHUs through air renewal ducts. In addition, each room has its own air extraction ducts. On the other hand, air ducts have been designed for the air-conditioned areas with rooftops, and these ducts must be able to supply the air flow to overcome the thermal loads and to ventilate. In addition, they have air return ducts from each zone to the

rooftop, with the same dimensions as the supply ducts, since, although the return flow is lower, the velocity of the return fluid must be lower than the supply, according to the RITE.

Finally, a budget has been calculated with the price and description of each equipment and results in a price of **2.621.969,51 €**.

This project has 5 different documents, the first one is the **Memory** where the procedure and the justifications of the decisions taken at the time of the design of the air conditioning system are collected. It also includes the models of the selected equipment and the bibliography. The second document is the **Annexes** with the calculations that have been made. It includes all the results of the calculations of thermal loads, water and air flow rates, pipe dimensions, duct dimensions and pressure losses of the circuits. In addition, Annex V contains the support tables used in the calculations of the annexes, such as the tables of pipe and duct diameters. The third document is the **Specifications** required in any installation to collect the technical specifications of the equipment and the whole work. The fourth document is the **Budget** in detail of the whole installation. The fifth and last document is the installation **Plans**, where the entire network of pipes and ducts of each floor is represented, with its dimensions and accessories.

Índice de la memoria

Documento 1: MEMORIA	1
Memoria descriptiva	2
Capítulo 1. Introducción	2
1.1. Objeto y motivación.....	2
Capítulo 2. Normativa de aplicación	4
Capítulo 3. Objetivos	4
Capítulo 4. Características del edificio	5
4.1. Descripción del edificio.....	5
4.2. Condiciones exteriores	6
4.3. Condiciones interiores.....	7
Capítulo 5. Hipótesis de cálculo	9
5.1. Cargas térmicas externas	9
5.1.1. Ventilación.....	10
5.2. Cargas térmicas internas	11
5.2.1. Nivel de ocupación	11
5.2.2. Aplicaciones e iluminación.....	12
Capítulo 6. Cargas térmicas	13
6.1. Cargas en verano	13
6.2. Cargas en invierno	17
Capítulo 7. Circuito de agua	20

7.1.	<i>Cálculo de caudales de agua.....</i>	21
7.2.	<i>Dimensionamiento de las tuberías</i>	21
7.3.	<i>Dimensionamiento de las bombas de impulsión.....</i>	22
Capítulo 8.	<i>Circuito de aire</i>	23
8.1.	<i>Ventilación de locales.....</i>	23
8.2.	<i>Climatización aire-aire</i>	26
8.2.1	<i>Caudales de aire de impulsión.....</i>	27
8.3.	<i>Dimensiones de los conductos.....</i>	28
8.4.	<i>Dimensiones de los ventiladores</i>	29
Capítulo 9.	<i>Diseño de la instalación</i>	31
9.1.	<i>Bomba de calor reversible aire-agua.....</i>	32
9.2.	<i>Bombas de impulsión.....</i>	33
9.3.	<i>Fan-coils.....</i>	34
9.4.	<i>Unidades de tratamiento de aire</i>	38
9.5.	<i>Climatizadores reversibles aire-aire</i>	40
9.6.	<i>Toberas y rejillas.....</i>	41
Capítulo 10.	<i>Bibliografía</i>	43
Documento 2: ANEXOS.....		45
Anexo I: Alineación con los ODS		46
Anexo II: Cálculo de cargas		48
	Cargas en verano.....	48
	Cargas de invierno	54
Anexo III: Cálculo de Tuberías		59

Cálculo de caudales.....	59
Dimensiones de las tuberías.....	62
Dimensiones de las bombas de impulsión	70
Anexo IV: Cálculo de Conductos.....	72
Cálculo de caudales.....	72
Zonas a ventilar con UTAs.....	72
Zonas a climatizar con Rooftops	75
Dimensiones de los conductos	77
Conductos de ventilación	77
Conductos de climatización.....	77
Dimensiones de los ventiladores.....	77
Pérdidas de carga circuito de ventilación.....	78
Pérdidas de carga circuito de climatización	79
Anexo V: Tablas	81
Diagramas psicométricos	81
Tabla de diámetros de tuberías	83
Valvulería de conexión	84
Pérdidas de carga en accesorios de tuberías.....	85
Diagrama de diámetros circulares de conductos.....	86
Diagrama de transformación de conductos.....	87
Pérdidas de carga en accesorios de conductos	88
Documento 3: PRESUPUESTO	89
Presupuesto.....	90

1. Resumen	90
2. Bombas de calor	91
3. Bombas de impulsión	92
4. Fan-coils	93
5. Tuberías	96
6. Valvulería	98
7. Unidades de tratamiento de aire	100
8. Rooftops	101
9. Toberas	103
10. Rejillas	104
11. Conductos	105
12. Accesorios de conductos	106
Documento 4: PLIEGO DE CONDICIONES	109
Pliego de condiciones	110
1. Finalidad del Pliego	110
2. Aspectos comprendidos	111
3. Aspectos no comprendidos	112
4. Modificaciones	114
5. Reglamentación de obligado cumplimiento	115
6. Redes de agua	116
6.1. Soporte de tuberías	117
6.2. Manguitos pasamuros	118
6.3. Materiales y normativa de tuberías de acero	118

7.	Valvulería en redes de agua.....	120
7.1.	Válvulas de bola	121
7.2.	Válvulas de mariposa	122
7.3.	Válvulas de retención	122
7.4.	Filtros.....	123
8.	Bombas de impulsión	124
9.	Bomba de calor reversible aire-agua	125
10.	Redes de aire	126
10.1.	Características de los conductos.....	127
10.2.	Tipos de construcción, bridas y refuerzos	127
10.3.	Compuertas cortafuegos.....	128
10.4.	Soportes.....	128
11.	Climatizadores.....	130
11.1.	Ventiladores.....	131
12.	Aparatos de medida	132
13.	Ensayos y recepciones	133
13.1.	Pruebas finales de recepción provisional	133
13.1.1.	Medidas de temperaturas y humedades ambientales acondicionados	134
13.1.2.	Medidas de temperatura de fluidos	135
13.1.3.	Medidas cuantitativas de fluidos	135
13.1.4.	Medidas de consumo.....	136
13.1.5.	Medidas acústicas de vibración.....	136
13.1.6.	Numero de mediciones.....	136

13.1.7.	Resultados obtenidos.....	137
13.1.8.	Verificación a condiciones máximas.....	138
13.2.	<i>Recepciones de obra</i>	139
13.2.1.	Recepción provisional.....	139
13.2.2.	Recepción definitiva	140
Documento 5: PLANOS		141
Planos de la instalación		142
Índice de planos		142

Índice de figuras

Figura 1. Sistema de tuberías de dos tubos. [6]	20
Figura 2. Sistema de climatización mixto. [7]	24
Figura 3. Sistema de climatización todo aire. [8]	26
Figura 4. Funcionamiento de la bomba de calor. [9]	32
Figura 5. Esquema del fan-coil. [10]	34
Figura 6. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.	46
Figura 7. Cálculo de cargas de verano Local 2.02 A.	53
Figura 8. Cálculo de cargas en invierno Local 2.02 A.	54
Figura 9. Pérdida de carga en tuberías (Circuito1 Planta 3).	71
Figura 10. Pérdida de carga en conductos de climatización (Circuito 3 Planta 2).	78
Figura 11. Diagrama psicométrico de verano en Huelva. [13]	81
Figura 12. Diagrama psicométrico de invierno en Huelva. [13]	82

Índice de tablas

Tabla 1. Características generales del centro comercial.....	6
Tabla 2. Tablas de características exteriores en la ciudad de Huelva. [1].....	6
Tabla 3. Condiciones exteriores de verano en Huelva.	7
Tabla 4. Condiciones exteriores de invierno en Huelva.....	7
Tabla 5. Condiciones interiores del centro comercial. [2].....	8
Tabla 6. Coeficientes de transmisión de los materiales.....	9
Tabla 7. Tasa de aire exterior por persona (método indirecto). [2]	10
Tabla 8. Clasificación del aire exterior. [2]	11
Tabla 9. Filtros requeridos en la instalación. [2]	11
Tabla 10. Ocupación máxima por local. [3]	12
Tabla 11. Cargas internas de los locales. [5]	12
Tabla 12. Hora más calurosa en función de la orientación de la fachada.....	14
Tabla 13. Resultado de las cargas térmicas en verano.	16
Tabla 14. Resultado de las cargas térmicas en invierno.	18
Tabla 15. Bombas de calor reversibles aire-agua.	33
Tabla 16. Bombas de impulsión de la Planta 2.....	33
Tabla 17. Bombas de impulsión de la Planta 3.....	34
Tabla 18. Fan-coils Planta 2.	35
Tabla 19. Fan-coils Planta 3.	37

Tabla 20. UTAs Planta 2.	39
Tabla 21. UTAs Planta 3.	39
Tabla 22. Rooftops de los locales grandes.	40
Tabla 23. Rooftops del Mall Planta 2.	40
Tabla 24. Rooftops del Mall Planta 3.	41
Tabla 25. Toberas.	42
Tabla 26. Gran calor de los locales de la Planta 2.	48
Tabla 27. Gran calor de los locales de la Planta 3.	50
Tabla 28. Gran calor de los Malls.	52
Tabla 29. Cargas de invierno Planta 2.	55
Tabla 30. Cargas de invierno Planta 3.	57
Tabla 31. Cargas de invierno en los Malls.	58
Tabla 32. Caudales requeridos por los locales de la Planta 2.	59
Tabla 33. Caudales requeridos por los locales de la Planta 3.	61
Tabla 34. Tuberías del Circuito 1 Planta 2.	63
Tabla 35. Tuberías del Circuito 2 Planta 2.	63
Tabla 36. Tuberías del Circuito 3 Planta 2.	64
Tabla 37. Tuberías del Circuito 4 Planta 2.	65
Tabla 38. Tuberías del Circuito 5 Planta 2.	66
Tabla 39. Tuberías del Circuito 1 Planta 3.	66

Tabla 40. Tuberías del Circuito 2 Planta 3.	67
Tabla 41. Tuberías del Circuito 3 Planta 3.	68
Tabla 42. Tuberías del Circuito 4 Planta 3.	68
Tabla 43. Tuberías del Circuito 5 Planta 3.	69
Tabla 44. Pérdidas de carga de los circuitos de tuberías Planta 2.	70
Tabla 45. Dimensiones de las bombas de la Planta 3.	70
Tabla 46. Caudal de ventilación Planta 2.	72
Tabla 47. Caudal de ventilación Planta 3.	74
Tabla 48. Caudales requeridos por los locales grandes.	75
Tabla 49. Caudales requeridos por el Mall de la Planta 2.	76
Tabla 50. Caudales requeridos por el Mall de la Planta 3.	76
Tabla 51. Pérdida de carga ventilación Planta 2.	78
Tabla 52. Pérdida de carga ventilación Planta 3.	79
Tabla 53. Pérdida de carga climatización locales grandes.	79
Tabla 54. Pérdida de carga Mall Planta 2.	80
Tabla 55. Pérdida de carga Mall Planta 3.	80
Tabla 56. Resumen del presupuesto de la instalación.	90
Tabla 57. Presupuesto de las bombas de calor.	91
Tabla 58. Presupuesto de las bombas de impulsión.	92
Tabla 59. Presupuesto de los fan-coils.	93

Tabla 60. Presupuesto de las tuberías.....	96
Tabla 61. Presupuesto de la valvulería.	98
Tabla 62. Presupuesto de las UTAs.....	100
Tabla 63. Presupuesto de los rooftops.	101
Tabla 64. Presupuesto de las toberas.	103
Tabla 65. Presupuesto de las rejillas.....	104
Tabla 66. Presupuesto de los conductos.	105
Tabla 67. Presupuesto de los accesorios de conductos.....	106

DOCUMENTO 1: MEMORIA

MEMORIA DESCRIPTIVA

En este documento se describe el procedimiento que se ha seguido a la hora de diseñar el sistema de climatización y las justificaciones de cada decisión tomada. En primer lugar, recoge las características del edificio, las condiciones exteriores debido a su localización en Huelva y las condiciones interiores debido a su uso como centro comercial. A continuación, se encuentra detallado el procedimiento para realizar el cálculo de cargas, el dimensionamiento de las tuberías y el de los conductos. Le sigue una recopilación de los modelos de los equipos seleccionados y la bibliografía.

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

Los centros comerciales son espacios transitados por una gran cantidad de personas simultáneamente, con mucha iluminación, maquinaria de transporte, ordenadores..., es decir, con muchas fuentes de calor internas. Este calor se puede utilizar para calentar el edificio durante el invierno, pero debe ser expulsado del edificio de manera rápida y eficiente durante el verano, para evitar un enfriamiento adicional innecesario. Una climatización adecuada debe ofrecer la relación óptima entre la comodidad del cliente y el coste de ventilación.

1.1. OBJETO Y MOTIVACIÓN

El proyecto tiene como objeto el diseño y dimensionamiento del sistema de climatización y refrigeración de un centro comercial, situado en la ciudad de Huelva. Se trata un edificio de acceso público, por lo tanto, el fin último de este proyecto es diseñar un sistema de climatización fiable e higiénico, que cumpla las condiciones de bienestar y confort para todos los usuarios del centro comercial. Estas condiciones serán aproximadamente 25°C en verano y con una humedad relativa del 50%, y 22°C en invierno con un 45% de humedad relativa.

Además, la velocidad del aire deberá ser menor a 0,2 metros por segundo. Todo ello teniendo en cuenta las condiciones técnicas y la normativa vigente a las que deben ajustarse las instalaciones de climatización, las cuales son, en este proyecto, el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Capítulo 2. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para el desarrollo del presente proyecto se considera de aplicación toda la normativa legal vigente a este respecto, tanto nacional como autonómica o municipal, citándose de modo concreto la siguiente:

- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITE).
- Guías técnicas del Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético (IDAE).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
- Ordenanzas municipales y normativa de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Normas UNE de aplicación y obligado cumplimiento.

Capítulo 3. OBJETIVOS

El objetivo principal e imprescindible es conseguir un nivel de confort y experiencia agradable en toda la instalación, los clientes deben sentirse cómodos o el centro comercial no prosperará. Además, esto se puede conseguir con un consumo energético responsable y una instalación eficiente.

Hoy en día la eficiencia es un factor clave en cualquier instalación, por ello, este proyecto va a girar en torno a la tecnología de la **aerothermia**, mucho más eficiente que los sistemas tradicionales de caldera y enfriadora, los cuales utilizan combustibles fósiles para producir energía. Además, se van a elegir equipos con el consumo más eficiente posible, lo que significa menos pérdidas de energía. Con ello se consigue una reducción del consumo de energía y menos emisiones de CO₂, lo cual está totalmente alineado con las políticas de descarbonización y ahorro energético actuales.

Capítulo 4. CARACTERÍSTICAS DEL EDIFICIO

En este capítulo se define las características principales del centro comercial y las características térmicas de la ciudad de Huelva que más afectan.

4.1. DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El presente documento se refiere al Proyecto de Instalaciones Termomecánicas para la “**Climatización de un centro comercial y de ocio**” situado en la ciudad de Huelva, Andalucía.

El edificio objeto de estudio es una instalación de nueva planta con forma singular y fachadas principales orientadas al Norte y Sur. La instalación se compone de un total de 5 alturas más cubierta, encontrándose en la última planta de este, un casetón. El casetón es lo que se conoce como “sala de máquinas” y alberga los equipos de climatización y electricidad, como la sala de bombas y el centro de transformación, y cuenta con su propia cubierta. La planta 4ª y 5ª se componen principalmente por un gimnasio totalmente equipado, con vestuario y piscina interior. La 1ª planta tiene una superficie dedicada a dos usos totalmente diferenciados, siendo de garaje, por un lado, y de área comercial por otro. Las plantas 2ª y 3ª son las que se encuentran dedicadas a locales comerciales de diversa tipología, los cuales se van a climatizar en este documento. Además, en la zona noroeste de la planta 3ª se encuentra una pequeña zona destinada a oficinas. Los accesos principales peatonales se sitúan por las fachadas Norte y Este permitiendo el acceso directo a los tres niveles comerciales de plantas 1ª, 2ª y 3ª. Todas las plantas y locales comerciales se encuentran conectados entre sí por los pasillos comerciales o *Malls*.

La instalación está destinada a ser un centro comercial y de ocio, es por ello que se estima que su horario de apertura será de 10:00 a 22:00 h, de lunes a domingo, lo que da lugar a una cantidad de 4.380 horas hábiles al año. La superficie total de los locales es la mostrada en la Tabla 1. Si bien la construcción será total, solo se equiparán el *Mall*, áreas comunes y locales.

Los 24.055 m² de locales están asignados a 102 usuarios independientes de superficies diversas, de los que 21 tendrán previstas aplicaciones de restauración. Todo ello quedará reflejado en tablas de proyecto con las dotaciones asignadas.

Tabla 1. Características generales del centro comercial.

Tipo de local	Planta 2 ^a	Planta 3 ^a	Total
Local comercial [m ²]	10.379	6.988	17.368
Local de Restauración [m ²]	-	2.252	2.252
Local Inditex [m ²]	2.655	1.781	4.436
Mall [m ²]	2.547	3.987	6.534

4.2 CONDICIONES EXTERIORES

Las condiciones de diseño exterior se han consultado en la Guía Técnica de Condiciones Climáticas Exteriores (IDAE) [1], donde la normativa vigente indica que el análisis en verano será diferente al de invierno. Las tablas de Temperaturas características de la ciudad de Huelva se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Tablas de características exteriores en la ciudad de Huelva. [1]

Provincia		Estación				Indicativo	
Huelva		Huelva (Ronda Este)				4642E	
UBICACIÓN: ENTORNO CIUDAD				Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO			
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad	
19	37°16'48"	06°54'35"W	69.314	14.481	7.638		
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)							
TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)		
-3,2	2,2	3,6	13,8	87,1	34,2		
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)
43,8	36,4	23,7	34,4	23,0	32,6	22,3	16,9
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)		
24.2	24.2	23.4	23.4	22.6	22.6		

Para el cálculo de las cargas térmicas máximas de verano, las temperaturas seca y húmeda coincidente a considerar son las correspondientes al percentil 1%, ya que la instalación no se trata de un hospital, clínica, residencia de ancianos o centro de cálculo. Se puede observar en la Tabla 3.

Tabla 3. Condiciones exteriores de verano en Huelva.

	Temp. seca	Temp. húmeda	Percentil
Verano	34,4°C	23°C	1%

Con el mismo motivo, el percentil óptimo para las cargas máximas de invierno es de 99%, y se puede observar en la Tabla 4.

Tabla 4. Condiciones exteriores de invierno en Huelva.

	Temp. seca	Humedad coincidente	Percentil
Invierno	3,6°C	87,1%	99%

Como informacion adicional, se adjuntan en el Anexo IV: Tablas, los diagramas psicométricos de verano e invierno en las condiciones descritas previamente, realizados con el software SICRO de Atecyr.

4.3 **CONDICIONES INTERIORES**

Las condiciones interiores en cada uno de los locales del centro comercial deben cumplir con la normativa vigente en el RITE [2]. Atendiendo al RITE, los valores de la temperatura y de la humedad relativa estarán comprendidos entre los límites que se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Condiciones interiores del centro comercial. [2]

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

Para el diseño del centro comercial se han establecido unas temperaturas interiores de 25°C en verano y 22°C en invierno.

Capítulo 5. HIPÓTESIS DE CÁLCULO

En este capítulo se presentan las hipótesis previas al cálculo de cargas térmicas, es decir, se desarrollan los factores que afectan al cálculo de estas cargas. Los parámetros que más afectan son las características estructurales de cada local y el uso al que se destinen.

5.1. CARGAS TÉRMICAS EXTERNAS

En primer lugar, es necesario determinar los factores que afectan a la hora de calcular las cargas térmicas exteriores. Una de las principales aportaciones de debe a las características estructurales de los materiales edificio, cuyos coeficientes de transmisión más relevantes se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Coeficientes de transmisión de los materiales.

Material	Coef. transmisión
Cristales (F.G.S.)	0,48
Cristales (K)	2,50 kcal/h.m ² .°K
Muros exteriores (K)	1,00 kcal/h.m ² .°K
Tabiques (K)	1,00 kcal/h.m ² .°K
Tejados (K)	0,46 kcal/h.m ² .°K
Suelos interiores (K)	1,20 kcal/h.m ² .°K
Suelos exteriores (K)	1,20 kcal/h.m ² .°K
Techos (K)	2,02 kcal/h.m ² .°K
Puertas (K)	2,00 kcal/h.m ² .°K
Coeficiente de reactancias (%)	25
Coeficiente de seguridad (%)	10

La estructura del edificio cuenta en la fachada oeste con paredes exteriores acristaladas, pero el resto de las fachadas, están formadas por muros.

Como se explica más adelante en el documento, no existen infiltraciones del exterior debido a que el edificio está sobrepresionado. Además, se van a tener en cuenta las transmisiones de potencia debido a los lugares no climatizados del proyecto.

5.1.1. VENTILACIÓN

Para determinar la ventilación de cada local, es necesario clasificar el tipo de aire dentro de la instalación. Al tratarse de un edificio de uso comercial, con locales comerciales y de restauración, la instalación pertenece a la categoría IDA 3, según el RITE. Esta categoría corresponde a edificios comerciales, cines, teatros, salones de actos, habitaciones de edificios hoteleros, restaurantes, cafeterías, bares, salas de fiestas, gimnasios, locales para el deporte (salvo las piscinas), salas de ordenadores y similares. Con esta información es posible hallar el caudal de ventilación por persona, atendiendo a la Tabla 7, también extraída del RITE.

Tabla 7. Tasa de aire exterior por persona (método indirecto). [2]

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

Por tanto, el caudal de aire exterior por persona es de 8 l/s por persona, o 28,8 m³/h·persona.

Se han tenido en cuenta las cargas introducidas a través de la ventilación, fijando un Factor de Bypass de la batería de un 15%.

Además, se ha clasificado el tipo de aire en el exterior de la instalación, ya que los filtros a emplear por los climatizadores dependen de la calidad del aire exterior y de la calidad del aire interior requerida en la instalación. La calidad del aire exterior ODA se clasifica en función de los niveles en la Tabla 8.

Tabla 8. Clasificación del aire exterior. [2]

ODA 1	Aire puro que puede contener partículas sólidas (por ejemplo, polen) de forma temporal.
ODA 2	Aire con altas concentraciones de partículas.
ODA 3	Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos.
ODA 4	Aire con altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.
ODA 5	Aire con muy altas concentraciones de contaminantes gaseosos y partículas.

Debido a la contaminación de la ciudad se establece que la calidad de aire exterior en general es de ODA 2, aire con altas concentraciones de partículas. En función de la calidad de aire exterior/ aire interior (ODA/IDA). Las categorías óptimas de filtros están establecidas en el RITE, en la Tabla 9.

Tabla 9. Filtros requeridos en la instalación. [2]

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

5.2. CARGAS TÉRMICAS INTERNAS

Las cargas internas son aquellas que aportan calor o humedad al local debido a las personas, iluminación y maquinaria del local, dependen de las características específicas del uso que se va a dar a cada local.

5.2.1. NIVEL DE OCUPACIÓN

El nivel de ocupación máxima es diferente dependiendo el tipo de local, por ello, a la hora de realizar el cálculo de cargas térmicas se considera los valores de la Tabla 10.

Tabla 10. Ocupación máxima por local. [3]

Local	Ocupación [m ² /persona]
Mall Planta 2 ^a	5
Mall Planta 3 ^a	5
Local Comercial	4
Locales de Restauración	3
Local Inditex	4

Los locales dedicados a restauración son los que menos m² por persona requieren ya que las personas se encuentran sentadas y en reposo. En los locales comerciales, las personas se encuentran andando despacio o en ligera actividad por ello requieren un poco más de espacio. Por último, en los *Malls* se requiere un mayor espacio por persona, debido a una mayor actividad de las personas.

Además, debido al uso comercial del edificio y la temperatura de 25°C en verano, se ha fijado la carga sensible en 60 kcal/h·persona y latente en 65 kcal/h·persona [4].

5.2.2. APLICACIONES E ILUMINACIÓN

Los valores máximos dependen del tipo de local y se pueden observar en la Tabla 11.

Tabla 11. Cargas internas de los locales. [5]

Local	Aplicaciones [W/m ²]	Iluminación [W/m ²]
Zona Mall	-	20
Local comercial	5	20
Local de restauración	5	30
Local Inditex	5	20

Capítulo 6. CARGAS TÉRMICAS

En este capítulo se va a desarrollar el cálculo de cargas térmicas de acuerdo con las hipótesis previas y las medidas del local, todo ello considerando las condiciones más desfavorables para el correcto dimensionamiento de los equipos de climatización. De esta forma podrán conseguir las condiciones óptimas interiores en cualquier época y hora del año. Los resultados detallados del cálculo de cargas se muestran en el **Anexo II: Cálculo de cargas**.

El objetivo de una instalación de climatización es asegurar el confort y bienestar de las personas en el interior de los edificios, controlando parámetros como la temperatura, la velocidad del aire y la humedad. Estos parámetros no son constantes, existen variaciones debido a la existencia de cargas térmicas. Por un lado, se encuentran las cargas sensibles, que provocan cambios en la temperatura del local y por otro, las cargas latentes, las cuales generan variaciones del vapor de agua contenido en el aire.

Adicionalmente, el cálculo de cargas se diferencia entre la época de verano y la de invierno. Debido a las grandes diferencias de temperatura y humedad que existe entre estas dos épocas del año, los equipos de climatización deben adaptarse para proporcionar las condiciones óptimas en el interior del centro comercial.

6.1. CARGAS EN VERANO

En época de verano en Huelva se debe tener en cuenta todas las cargas térmicas que proporcionen calefacción en el interior del edificio. Estas pueden ser internas o externas y se van a dimensionar en las horas del día más desfavorable. Las cargas externas se corresponden a la radiación del sol que atraviesa el cristal de las ventanas y la conducción del calor del sol por las paredes, techos, fachadas y suelos. Las internas se deben a la ocupación, la maquinaria, el alumbrado. Las hipótesis previas consideradas a la hora de realizar los cálculos son las siguientes:

- Las condiciones exteriores se corresponden a la hora más calurosa en un día soleado en Huelva, dependiendo de la orientación de las salas, la hora más desfavorable es diferente. Se puede ver

Tabla 12. Hora más calurosa en función de la orientación de la fachada.

Orientación	Incidencia	Hora solar [h]	Mes
Norte	Primeras horas de la mañana y atardecer	18	agosto
Sur	Horas centrales de verano	16	julio
Este	Desde amanecer hasta mediodía	12	agosto
Oeste	Desde mediodía hasta atardecer	16	julio

- Las condiciones interiores se ajustarán al máximo número de ocupantes posible por metro cuadrado en un centro comercial, según la normativa vigente. Con los niveles de alumbrado y maquinaria llevados al máximo.

Con toda la información previa, el cálculo de cargas térmicas en verano se realiza siguiendo la siguiente ecuación [4]:

$$P_{refrigeración} = P_{sensible} + P_{latente}$$

$$P_{sensible} = P_{rad} + P_{te} + P_{ti} + P_{int} + P_{ae}$$

P_{rad} [kcal/h] = carga sensible debido a la radiación solar a través de cristales.

P_{te} [kcal/h] = carga sensible debido a la transmisión de suelos techos y paredes exteriores.

P_{ti} [kcal/h] = carga sensible debido a la transmisión de suelos techos y paredes interiores.

P_{int} [kcal/h] = carga sensible debido a aportaciones interiores.

P_{ae} [kcal/h] = carga sensible debido al aire exterior de ventilación.

$$P_{rad} = A \cdot r \cdot FGS$$

A [m²] = superficie acristalada.

r [kcal/h·m²] = es la radiación solar que atraviesa la superficie, dependiendo del mes, la orientación y la latitud de la superficie.

FGS [-] = Factor de Ganancia Solar.

$$P_{te} = K \cdot A \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

K [kcal/h·m²·°C] = coeficiente de transmisión de paredes, techos y suelos exteriores.

A [m²] = superficie de paredes, techos y suelos exteriores.

$T_{ext} - T_{int}$ [°C] = diferencia de temperatura exterior e interior.

$$P_{ti} = K \cdot A \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

K [kcal/h·m²·°C] = coeficiente de transmisión de paredes, techos y suelos interiores.

A [m²] = superficie de paredes, techos y suelos interiores.

$T_{ext} - T_{int}$ [°C] = diferencia de temperatura exterior e interior.

$$P_{int} = n^{\circ} \text{ personas} \cdot C_{sensible \text{ persona}} + superficie \cdot (iluminación + aplicaciones)$$

$$P_{ae} = Q_{ae} \cdot (T_{ext} - T_{int}) \cdot 0,3 \cdot (1 - FB)$$

Q_{ae} [m³/h] = caudal de aire exterior.

$T_{ext} - T_{int}$ [°C] = diferencia de temperatura exterior e interior.

0,3 [kcal/m³·°C] = el calor portante del aire es de 0,3 kcal/m³·°C

$FB [-]$ = Factor de Bypass de la batería, establecido en 0,15.

$$P_{latente} = n^{\circ} \text{ personas} \cdot C_{latente \text{ persona}}$$

Los resultados generales se recogen en la Tabla 13.

Tabla 13. Resultado de las cargas térmicas en verano.

Planta	Zona	Superficie [m ²]	Gran calor total [kcal/h] / [kW]
2 ^a	Locales pequeños	9.601	1.214.510 / 1.414,48
	Locales grandes	3.433	396.991 / 461,71
	Mall	2.547	292.545 / 340,23
	Total	15.581	1.859.485 / 2.162,58
3 ^a	Locales pequeños	7.247	780.200 / 907,37
	Locales grandes	3.774	474.995 / 552,42
	Mall	3.987	491.307 / 571,39
	Total	15.008	1.746.502 / 2.031,18

Lo que suma un total de 4.193,76 kW de cargas en verano.

6.2. CARGAS EN INVIERNO

Las cargas térmicas en invierno también se diferencian en internas y externas. Las condiciones climatológicas externas son opuestas al caso de verano, en invierno las cargas térmicas externas se deben a la pérdida de potencia calorífica del interior, a través de paredes, techos, fachadas o suelos. Por ello, las hipótesis previas al cálculo de las cargas son las siguientes:

- Las condiciones exteriores se corresponden a una hora próxima a la apertura del centro (8h am), antes del amanecer, en enero y en Huelva.
- Las condiciones internas no se tendrán en cuenta ya que la ocupación, el alumbrado y la maquinaria aportan calor al interior del centro y se desea realizar el estudio en las condiciones más desfavorables: sin gente, alumbrado ni maquinaria encendida.

Con toda la información previa, el cálculo de cargas térmicas en verano se realiza siguiendo la siguiente ecuación [4]:

$$P_{calefacción} = P_{sensible} \left[\frac{kcal}{h} \right]$$

$$P_{sensible} = P_{te} + P_{ti} + P_{ae}$$

P_{te} [kcal/h] = carga sensible debido a la transmisión de suelos techos y paredes exteriores.

P_{ti} [kcal/h] = carga sensible debido a la transmisión de suelos techos y paredes interiores.

P_{ae} [kcal/h] = carga sensible debido al aire exterior de ventilación.

$$P_{te} = K \cdot A \cdot (T_{ext} - T_{int}) \cdot f_v \cdot Cp_{régimen}$$

K [kcal/h·m²·°C] = coeficiente de transmisión de paredes, techos y suelos exteriores.

A [m²] = superficie de paredes, techos y suelos exteriores.

$T_{ext} - T_{int}$ [°C] = diferencia de temperatura exterior e interior.

f_v [-] = factor de viento que depende de la orientación de la fachada.

$Cp_{régimen}[-]$ = esfuerzo extra que debe realizar el sistema para aumentar la temperatura estando parado.

$$P_{ti} = K \cdot A \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

K [kcal/h·m²·°C] = coeficiente de transmisión de paredes, techos y suelos interiores.

A [m²] = superficie de paredes, techos y suelos interiores.

$T_{ext} - T_{int}$ [°C] = diferencia de temperatura exterior e interior.

Los resultados generales se recogen en la Tabla 14.

Tabla 14. Resultado de las cargas térmicas en invierno.

Planta	Zona	Superficie [m ²]	Pérdidas caloríficas [kcal/h] / [kW]
2 ^a	Locales pequeños	9.601	462.570 / 537,97
	Locales grandes	3.433	181.700 / 211,32
	Mall	2.547	168.407 / 195,86
	Total	15.581	812.677 / 945,15
3 ^a	Locales pequeños	7.247	426.120 / 495,58
	Locales grandes	3.774	228.010 / 265,18
	Mall	3.987	294.732 / 342,77
	Total	15.008	948.862 / 1.103,53

Lo que suma un total de 2.048,68 kW de cargas en invierno.

Unas cargas mucho más pequeñas a las de verano, como era de esperar, ya que Huelva tiene un clima muy cálido. Se dimensionan los equipos teniendo en cuenta, sobre todo, que puedan suministrar las cargas frigoríficas en verano.

Capítulo 7. CIRCUITO DE AGUA

Las tuberías son los sistemas encargados del transporte del agua fría y caliente a lo largo de la instalación, y dado que este calor y frío es producido por bombas de calor reversibles aire-agua, se ha diseñado un sistema de **dos tubos**, más eficiente que el sistema de 4 tubos en este caso. Ello se debe a que las bombas producirán o frío o calor y no ambas simultáneamente, por lo que un sistema a 4 tubos sería ineficiente. El sistema de dos tubos se puede observar en la Figura 4.

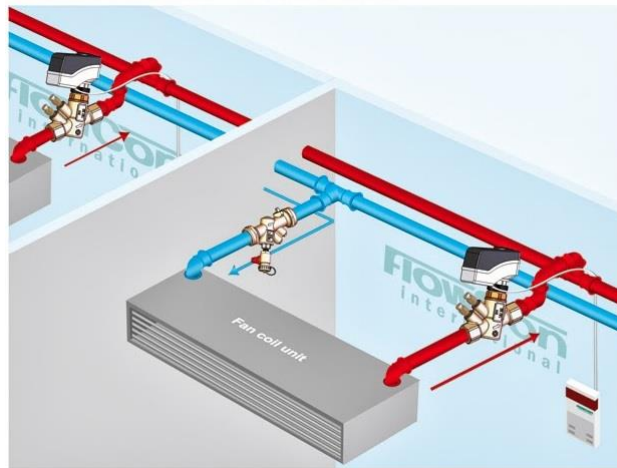


Figura 1. Sistema de tuberías de dos tubos. [6]

Debido a que el centro comercial se encuentra en Huelva, una ciudad con veranos muy calurosos e inviernos suaves, hacen que las cargas a las que hay que hacer frente en verano sean muy superiores a las de invierno. Además, para calcular el caudal necesario para la correcta climatización de los locales es necesario definir el salto térmico que se produce en las unidades terminales de climatización en los locales. En el caso de verano el salto es de 5°C, llegando el agua a una temperatura de 7°C y saliendo del intercambiador a 12°C. Por el contrario, el salto térmico en invierno es de 10°C, entrando a 60°C y saliendo a 50°C. Este mayor salto térmico hace aún más desfavorable el caso de verano.

Por todo ello, el sistema de tuberías se ha dimensionado en función a las cargas de verano, que han sido previamente calculadas en el Capítulo 6.

7.1. CÁLCULO DE CAUDALES DE AGUA

En primer lugar, antes de comenzar con el dimensionamiento de las tuberías, se ha calculado el caudal de agua requerido por las unidades terminales de cada local, gracias a la siguiente fórmula que relaciona el caudal con la potencia:

$$Q = \frac{P}{\Delta T \cdot c_p}$$

Donde:

Q [l/h] = caudal de la unidad terminal.

ΔT [°C] = Incremento de temperatura. Como se ha explicado previamente, en el agua fría el salto es de 5°C mientras que en agua caliente son 10°C.

c_p [kcal/kg·°C] = el calor específico del agua es de 1 kcal/kg·°C

P [kcal/h] = potencia requerida para hacer frente a las cargas térmicas.

Además, debido a que la densidad del agua es de 1 kg/l, se consigue las unidades de caudal en l/h. Los resultados de cada local se adjuntan en el **Anexo III: Cálculo de tuberías**, y se muestran en el documento de Planos al final del documento.

7.2. DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS

Una vez calculado el caudal necesario en cada local, se selecciona el diámetro de la tubería cumpliendo todos los requisitos de la normativa vigente. El dimensionamiento de las tuberías se ha realizado siguiendo el método de la caída de presión constante, fijando límites en los valores de pérdida de carga por metro de tubería y en la velocidad del flujo de agua. Los valores límites establecidos son 30 mmca/m y 2 m/s. Para cumplir con ello, se han elegido las tuberías en función a tablas basadas en el diagrama de Moody según tuberías de acero DIN 2440 recogidas en el documento Tabla de diámetros de tuberías del **Anexo V: Tablas**.

Debido a la ubicación de los locales y los caudales de agua requeridos, se ha dividido la instalación en 10 circuitos independientes, 5 en la 2ª planta y otros 5 en la 3ª planta, definidos en detalle en el **Anexo III**.

7.3. DIMENSIONAMIENTO DE LAS BOMBAS DE IMPULSIÓN

Una vez se tienen las tuberías dimensionadas, se ha calculado la bomba de impulsión necesaria en cada circuito. Para ello, se ha calculado la pérdida de carga a la que va a tener que hacer frente. Los cálculos detallados se adjuntan en el **Anexo III**.

Para ello, habrá que coger el tramo más desfavorable (con mayor pérdida de carga) de cada circuito, siendo este el más largo. Una vez se tiene localizado el punto más alejado de la bomba, es necesario hacer un sumatorio de todas las pérdidas acumuladas a medida que aumenta el caudal, las cuales se irán sumando hasta llegar a la bomba. Se multiplica por dos ya que es necesario que la bomba también haga frente al retorno de este caudal.

Además de tener en cuenta las pérdidas de carga por los diámetros y longitudes de las tuberías, hay que tener en cuenta las pérdidas debidas a:

- Accesorios como codos de 90° o 45°, tes o reducciones.
- Elementos de control como válvulas, filtros, etc.

Estas pérdidas de carga se recogen en el **Anexo V: Tablas** – Pérdidas de carga en accesorios de tuberías.

Capítulo 8. CIRCUITO DE AIRE

Las unidades de tratamiento de aire o climatizadores se encargan de tratar el aire exterior de acuerdo con las exigencias de las zonas a climatizar. La red de conductos del edificio se encarga de llevar el aire por toda la instalación. Existen dos tipos de usos.

- El primero se encarga de llevar aire del exterior a los distintos locales, climatizados por fan-coils, ya que estos no pueden suministrar la ventilación apropiada, ni cumplir con la normativa de calidad de aire, recogida en el RITE (IDA 3).
- El segundo es para la climatización de los locales de mayor superficie y los *Malls*. Estos conductos serán los encargados de recircular parte del aire de la zona y mezclarlo con aire exterior para cumplir con la normativa vigente.

8.1. VENTILACIÓN DE LOCALES

La ventilación de los locales climatizados por fan-coils se va a realizar mediante Unidades de Tratamiento de Aire (UTA). Estas unidades se diseñan teniendo el caudal de aire de ventilación que necesita cada local, la pérdida de carga a la que deben hacer frente los ventiladores y la potencia calorífica y frigorífica necesaria para calentar o enfriar ese aire desde la temperatura exterior hasta la temperatura requerida en el interior de los locales. El esquema de este sistema se puede observar en la Figura 2, donde los conductos se unen al fan-coil tipo cassette por lo que no es necesario introducir difusores.

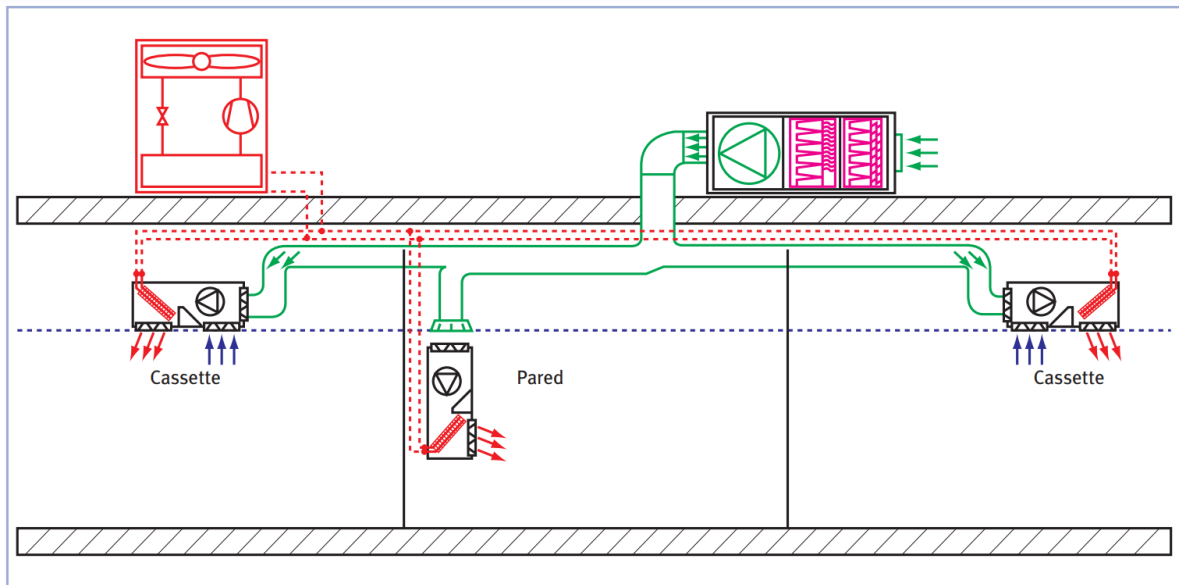


Figura 2. Sistema de climatización mixto. [7]

El caudal de ventilación es el caudal de impulsión de la UTA, que depende de la ocupación. Debido a que trata de un edificio para fines comerciales, el caudal de aire exterior debe ser 28,8 m³/h·persona (IDA 3), en cada local, y se va dimensionar para la situación más desfavorable, es decir, ocupación máxima, cuyos datos se encuentran en el Capítulo 5.

La potencia frigorífica, es decir, la potencia para enfriar el aire que se introduce en verano, es la suma del calor sensible y calor latente del aire exterior, que se calcula de la siguiente forma:

$$P_{sensible} = 0,3 \cdot Q_{ventilación} \cdot (T_{ext} - T_{int})$$

$$P_{latente} = 0,72 \cdot Q_{ventilación} \cdot (w_{ext} - w_{int})$$

$$P_{frigorífica} \left[\frac{kcal}{h} \right] = P_{sensible} + P_{latente}$$

Donde:

$Q_{ventilación}$ [m³/h] = caudal de ventilación IDA 3

0,3 [kcal/m³·°C] = el calor portante del aire es de 0,3 kcal/m³·°C, este se obtiene de la siguiente fórmula:

$$0,3 = \frac{c_e}{v}$$

- c_e [kcal/kg·°C] = el calor específico del aire es de 0,24 kcal/kg·°C.
- v [kg/m³] = el volumen específico del aire es de 0,78 m³/kg.

$T_{ext} - T_{int}$ (°C) = diferencia de temperaturas entre el exterior (31°C) y el interior (25°C).

0,72 [kcal·kg/m³·g] = es el producto de los siguientes factores:

$$0,72 = \rho \cdot c_l$$

- ρ [kg/m³] = la densidad del aire es de 1,33 kg/m³.
- c_l [kcal/g] = el calor latente de vaporización del agua es de 0,5392 kcal/g.

$w_{ext} - w_{int}$ [g/kg] = diferencia de humedad absoluta entre el exterior (16,2 g/kg) y el interior (10 g/kg).

La potencia calorífica es la potencia necesaria para precalentar el aire desde la temperatura exterior a la temperatura interior. En invierno solo hay que hacer frente a la potencia sensible del aire:

$$P_{calorifica} \left[\frac{kcal}{h} \right] = 0,3 \cdot Q_{ventilación} \cdot (T_{int} - T_{ext})$$

Donde:

$T_{int} - T_{ext}$ [°C] = diferencia de temperaturas entre el interior (22°C) y el exterior (3°C).

Con el caudal de ventilación y las potencias frigorífica y calorífica, es posible dimensionar los circuitos de conductos que trasladan el aire hasta cada local pequeño.

Además, debido a que se trata de una instalación de gran tamaño (mayor a 70 kW) es necesario realizar extracción del aire. Para evitar infiltraciones del exterior se ha dimensionado el caudal de expulsión para que sea un 10% inferior al de impulsión de los fan-coils, y de esta forma los locales estén sobrepresionados. [7]

Para ahorrar energía, mejorar la eficiencia de la instalación y ya que contamos con conductos de extracción, se ha decidido seleccionar UTAs con recuperador de calor, el cual no tendrá problemas de funcionamiento, ya que Huelva tiene un clima cálido y no suele tener temperaturas menores a 0°C.

8.2. CLIMATIZACIÓN AIRE-AIRE

Los climatizadores que se van a emplear son los **rooftops**, bomba de calor aire-aire reversibles, donde el caudal de impulsión y retorno se regula para garantizar que el aire del exterior es el adecuado para conseguir la ventilación deseada. En la Figura 3 se muestra el esquema del sistema aire-aire que se desea implementar. Al tratarse de instalaciones de grandes superficies, es necesaria la expulsión de cierta cantidad de aire al exterior, como ya se ha explicado anteriormente [7]. Al igual que para las UTAs, se contará con recuperador de calor y free-cooling.

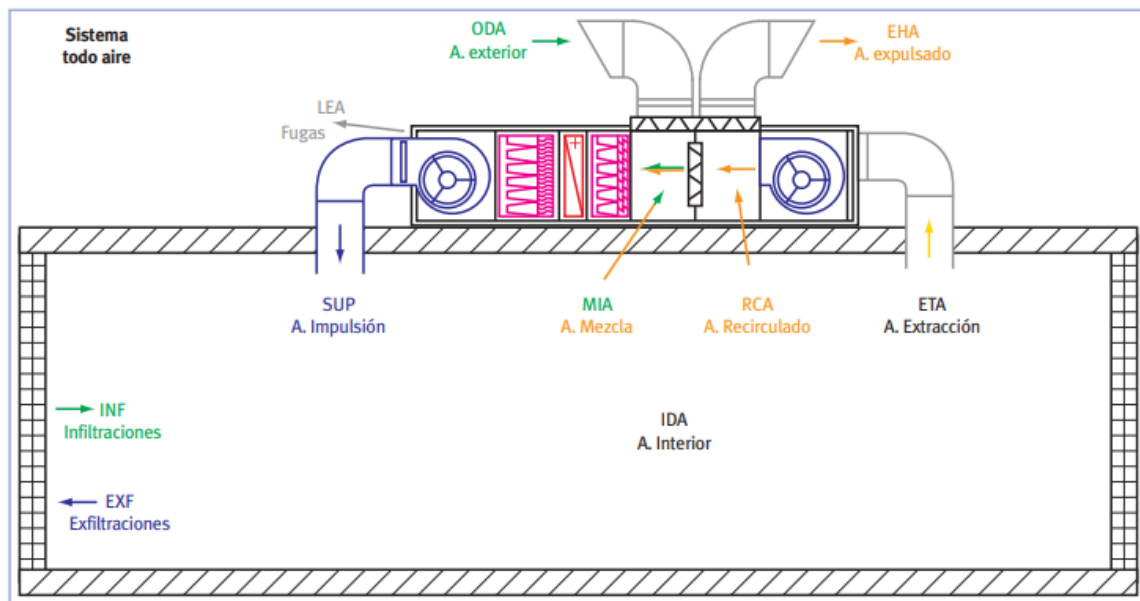


Figura 3. Sistema de climatización todo aire. [8]

El aire de impulsión, **tanto el de los rooftops como el de los fan-coils**, corresponde al necesario para hacer frente a las cargas térmicas. El caudal del exterior aquel necesario para hacer frente a la ventilación para cumplir con la calidad del aire deseada, IDA 3, como se ha explicado anteriormente. El aire expulsado por medios mecánicos al que se refiere el RITE, se encuentra relacionado con el aire del exterior, es decir, se encuentra relacionado con la ocupación y con la calidad del aire. Es por ello que, a falta de un

cálculo detallado de difícil realización, se puede considerar que el aire expulsado es un 80% del aire de ventilación [8]. Por último, aire de retorno es aquel que compensa el balance de caudales, es decir, retorno = impulsión – ventilación + extracción.

EL sistema todo aire se va a utilizar para los *Malls* y los locales 4 y 26-27 de la Planta 2 y los locales 1, 2A y 7-8 de la Planta 3, ya que cuentan con una superficie elevada y, por tanto, necesitarían un número elevado de fan-coils y tuberías que soporten un elevado caudal de agua, lo que encarecería mucho la climatización del edificio. Se ha decidido utilizar un único climatizador en cada zona de *Mall* definida y en cada local utilizar al menos dos. La razón es cubrir al menos parcialmente las necesidades climáticas de cada local en caso de fallo de alguno de los equipos. Si el climatizador del *Mall* tuviera algún problema, al encontrarse en espacios abiertos, el resto de equipos compensarían las cargas de dicha zona. El número de circuitos de conducto de aire en cada local depende del número de climatizadores usados.

8.2.1 CAUDALES DE AIRE DE IMPULSIÓN

En primer lugar, es muy importante definir las condiciones del aire de impulsión. La incidencia de un chorro de aire a una temperatura muy diferente a la que se encuentra en el local causa molestias a las personas. Siendo el edificio a climatizar un centro comercial y de ocio, es imprescindible asegurar el confort térmico en el interior de la instalación. Por ello, si se sopla aire caliente, se admite un $T_{\text{impulsión}} - T_{\text{local}} = 15$ a 20°C , y en caso de aire frío, $T_{\text{local}} - T_{\text{impulsión}} = 10$ a 15°C .

El cálculo de los conductos se va a diseñar para las condiciones de verano ya que son mucho más desfavorables que las de invierno, por ello, el caudal de aire necesario en cada local se ha calculado siguiendo la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{impulsión}} = \frac{P_{\text{sensible}}}{c_p \cdot \Delta T}$$

Donde:

$Q_{\text{impulsión}}$ [m^3/h] = caudal de impulsión al interior de cada local.

P_{sensible} [kcal/h] = calor sensible que ha sido calculado en el apartado de cargas térmicas.

c_p [kcal/m³·°C] = el calor portante del aire es de 0,3 kcal/m³·°C, este se obtiene de la siguiente fórmula:

$$c_p = \frac{c_e}{v}$$

- c_e [kcal/kg·°C] = el calor específico del aire es de 0,24 kcal/kg·°C.
- v [kg/m³] = el volumen específico del aire es de 0,78 m³/kg.

ΔT [°C] = diferencia de temperaturas entre el aire del local y el de impulsión, calculada de la siguiente forma:

$$\Delta T = (1 - FB) \cdot (T_{local} - ADP)$$

- FB [-] = Factor de Bypass de la batería, establecido en 0,15.
- ADP [°C] = Apparatus Dew Point por sus siglas en inglés, o temperatura de rocío del aparato.
- Con estos datos se obtiene una ΔT de 11°C, siendo la temperatura en el interior del local de 25°C y la de impulsión, para asegurar el confort térmico, se ha establecido en 14°C.

Los resultados del cálculo de los caudales se muestran en el Anexo IV: Cálculo de conductos.

Para dimensionar los rooftops y los fan-coils, además del caudal de impulsión, es necesario la **potencia total frigorífica y calorífica**, calculadas en el apartado de cargas térmicas del edificio.

8.3. DIMENSIONES DE LOS CONDUCTOS

Los conductos de ventilación de locales pequeños, desde las UTAs, y los de climatización de zonas grandes, desde los rooftops, se dimensionan siguiendo el mismo procedimiento. Este procedimiento es muy similar al empleado en el cálculo de tuberías. Una vez conocido el caudal de aire que debe llegar a cada local, se consulta el documento llamado Diagrama de conductos circulares en conductos en el Anexo V: Tablas, basado en el

caudal que transporte cada tramo. Además, se debe elegir el conducto cumpliendo dos requisitos:

- Pérdida de carga unitaria debe estar entre 0,08 mm.c.a. y 0,1 mm.c.a.
- La velocidad máxima no puede superar los 10 m/s.

Una vez se ha obtenido la sección circular es necesario transformarlo, ya que, debido a un problema de espacio en el falso, se deben instalar conductos rectangulares, que ocupan un menor espacio. Para ello se usa el documento llamado Diagrama de transformación de conductos en el Anexo V: Tablas. Se ha intentado mantener la continuidad del circuito, es decir, mantener un lado constante a medida que se aumentaba el otro (ancho o alto), siempre que ha sido posible. Además, se ha aplicado la limitación de factor de forma menor o igual a 3, es decir, el cociente entre la dimensión mayor y la menor no debe superar el valor de 3. Esto es por problemas constructivos y de funcionamiento por posibles pandeos y refuerzos que habría que aplicar al conducto.

Los conductos de aire de expulsión de los locales pequeños cuentan con las mismas dimensiones que los de ventilación, y los conductos de retorno de las zonas grandes cuentan con las mismas dimensiones que los conductos de impulsión.

8.4. DIMENSIONES DE LOS VENTILADORES

Tanto las las UTAs como los rooftops deben contar con ventiladores capaces de impulsar el aire a lo largo de todo el circuito de conductos. Por ello se calculan de forma similar a las bombas de impulsión de agua, ya que deben superar la pérdida de carga por el tramo más desfavorable. El tramo más desfavorable es el más alejado del ventilador, ya que, si el aire es capaz de llegar hasta ese local, será capaz de llegar a todos los demás. Las pérdidas de carga a tener en cuenta se consideran longitudes equivalentes y se deben a lo siguiente:

- Pérdidas debido a la longitud del conducto en sí.
- Pérdidas debido a accesorios como codos, reducciones y derivaciones. Las cuales se encuentran en el documento del Anexo V: Tablas.
- Pérdidas debido a las toberas.

El difusor es el elemento terminal en locales pequeños, donde solo se introduzca aire de ventilación. Estos aparatos se colocan cerca de los fan-coils, encargados de impulsar el

aire para que se distribuya por todo el local. Aun así, debido a que los fan-coils elegidos son de tipo cassette, los conductos de aire se introducen directamente en el fan-coil y no es necesario usar difusores. Por otro lado, la tobera es el elemento terminal de los conductos de climatización, ya que no se cuentan con fan-coils que impulsen el aire. Este elemento es capaz de impulsar el fluido a altas velocidades y de esta forma asegurar que el aire llega a todos los rincones del área climatizada.

Los resultados en detalle se muestran el Anexo IV – Dimensiones de los ventiladores.

Capítulo 9. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN

En este capítulo se van a detallar los diferentes sistemas y equipos utilizados en la climatización del centro comercial, en función de las cargas térmicas, de los caudales de agua y los caudales de aire que se han calculado previamente. Los fundamentos sobre los que se ha basado la selección de los diferentes sistemas de climatización son:

- El ahorro de costes, no solo de inversión sino también de mantenimiento y operación.
- La eficiencia de los equipos.
- Las emisiones de gases de efecto invernadero de los equipos.

Se puede distinguir dos sistemas de climatización diferentes en el edificio, uno para los locales y otro para los malls. Ello se debe a que los locales deben poder regular su temperatura de forma independiente los unos de los otros, en función a las necesidades específicas de cada uno en cada momento. Por ello se opta por un diseño aire-agua con un fan-coil en cada local, además deberán contar con un sistema de ventilación ya que el fan-coil solo recircula el aire interior, no lo renueva.

Por otro lado, el mall tiene una climatización única, supervisado por el propio centro comercial, para asegurar el confort de todos los usuarios de este. Por ello, se decide instalar un sistema aire-aire con climatizadores que proporcionen el confort térmico a todos los malls del edificio y, además, ventilen el centro de acuerdo con los requisitos específicos del RITE. Siguiendo los fundamentos de los sistemas elegidos para la óptima climatización del centro comercial, se han elegido los equipos más adecuados para hacer frente a las cargas térmicas, con su correspondiente justificación. Además, para ahorrar grandes costes de mantenimiento, mejorar la gestión de repuestos y conseguir descuentos en la inversión e instalación del sistema, se han elegido todos los equipos posibles del mismo proveedor, **el fabricante Carrier**.

9.1. BOMBA DE CALOR REVERSIBLE AIRE-AGUA

En primer lugar, cabe destacar que gran parte del edificio se va a climatizar utilizando bombas de calor aire-agua, debido a las grandes eficiencias, a las bajas emisiones y al ahorro energético que tiene este tipo de tecnología frente a las calderas y enfriadoras.

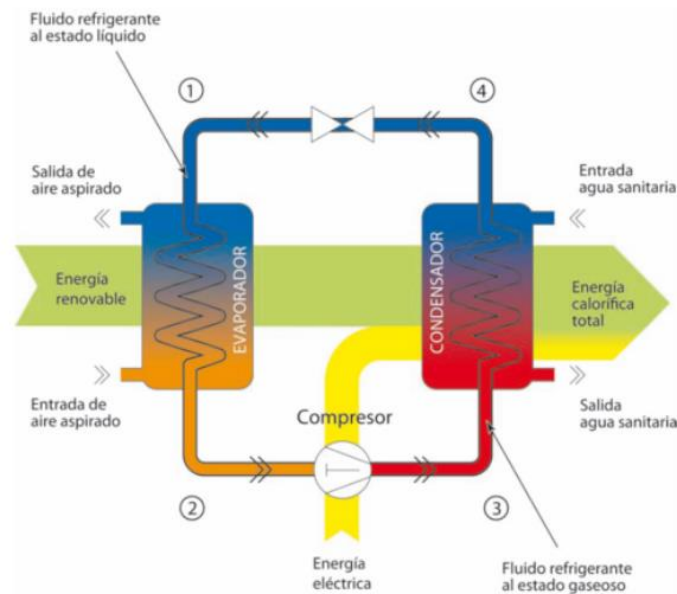


Figura 4. Funcionamiento de la bomba de calor. [9]

Este sistema se va a utilizar en locales pequeños, ya que sirve para llevar el caudal de agua a cada local y ellos puedan regular independientemente las temperaturas en el interior. Además, estos locales necesitan aportaciones de aire exterior mediante UTAs y conductos de aire. Estas UTAs también necesitan agua fría y caliente para tratar térmicamente el aire antes de introducirlo en los locales.

Tabla 15. Bombas de calor reversibles aire-agua.

Carga frigorífica [kW]	Carga calorífica [kW]	Modelo CARRIER	Unidades
2.403	1.033	CARRIER 30RQP – 520R	5
410,03	458,25	CARRIER 30RQP – 470R	1
356,56	381,7	CARRIER 30RQP – 370R	1

Se van a utilizar 5 bombas del modelo 30RQ – 520R para los locales pequeños, 1 bomba 30RQ – 470R para las UTAs de la segunda planta y 1 bomba 30RQ – 370R para las UTAs de la tercera planta.

9.2. BOMBAS DE IMPULSIÓN

Además, estas tuberías deben contarán con bombas de impulsión que permitan circular el agua a través de la instalación, teniendo en cuenta la presión y las pérdidas de carga, tal y como se han dimensionado en el Capítulo 8.

Los resultados de las pérdidas de cargas, los caudales necesarios en cada circuito y los modelos de bomba seleccionados se muestran en la Tabla 16 para la Planta 2 y Tabla 17 para la Planta 3. Adicionalmente, en caso de avería, se ha añadido una bomba de impulsión **de repuesto** colocada en paralelo a cada una de las bombas diseñadas.

Tabla 16. Bombas de impulsión de la Planta 2.

Circuito	Altura efectiva de la bomba [M.C.A.]	Caudal [l/h]	Modelo bomba
1	10,97	45.457	2 x GRUNDFOS TP 65-210/2
2	10,43	47.316	2 x GRUNDFOS TP 65-240/4
3	11,78	46.066	2 x GRUNDFOS TP 65-210/2
4	14,68	33.470	2 x GRUNDFOS TP 65-210/2
5	12,22	22.194	2 x GRUNDFOS TP 65-120/2

Tabla 17. Bombas de impulsión de la Planta 3.

Circuito	Altura efectiva de la bomba [M.C.A.]	Caudal [l/h]	Modelo bomba
1	14,56	30.464	2 x GRUNDFOS TP 65-210/2
2	9,31	32.932	2 x GRUNDFOS TP 65-210/2
3	8,19	28.808	2 x GRUNDFOS TP 65-210/2
4	10,91	29.602	2 x GRUNDFOS TP 65-210/2
5	10,73	34.234	2 x GRUNDFOS TP 65-210/2

9.3. FAN-COILS

Los fan-coils son unidades terminales que se colocan en cada local. Permiten regular la temperatura en el interior del local en función del aire de impulsión, como se puede observar en la Figura 5. Los locales climatizados por fan-coils necesitan un sistema de ventilación para que el aire que impulsa el fan-coil se renueve y no se vicie.

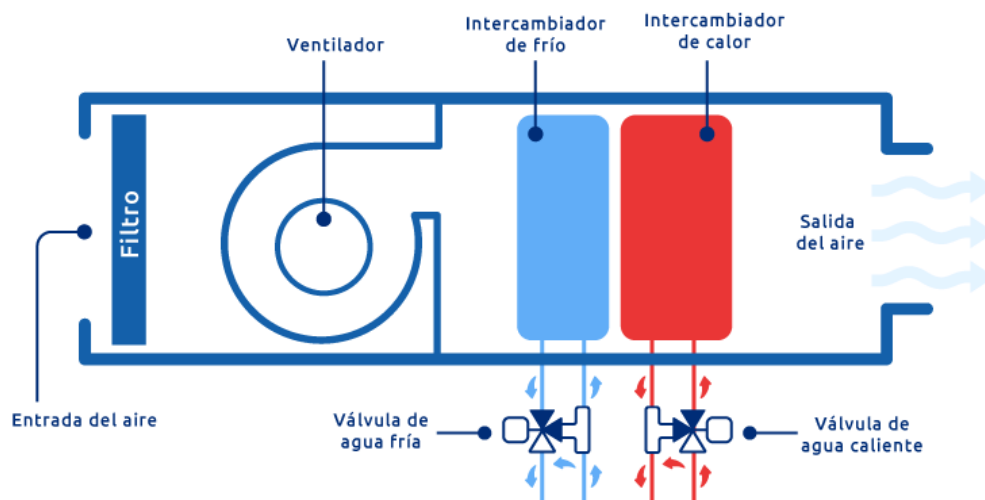


Figura 5. Esquema del fan-coil. [10]

Los requerimientos que deben cumplir los fan-coils del edificio, los modelos seleccionados y el número de unidades se recogen en las Tablas 18 y 19, una para cada planta.

Tabla 18. Fan-coils Planta 2.

Local	Potencia frigorífica [kW]	Potencia calorífica [kW]	Aire impulsión [m³/h]	Modelo CARRIER	Unidades
2.01	25,59	11,80	3.876,98	CARRIER 42GW – 709C	3
2.02 A	65,51	22,63	14.003,26	CARRIER 42GW – 709C	7
2.02 B	102,80	47,61	15.630,35	CARRIER 42GW – 709C	11
2.02 C	43,64	16,21	8.724,58	CARRIER 42GW – 709C	5
2.03	26,81	12,36	4.276,18	CARRIER 42GW – 709C	3
2.05 A	47,54	24,20	7.415,35	CARRIER 42GW – 709C	5
2.05 B	6,35	3,26	986,5	CARRIER 42GW – 609C	1
2.06	3,94	1,81	602,93	CARRIER 42GW – 309C	1
2.07	9,05	4,48	1.387,71	CARRIER 42GW – 709C	1
2.08	10,00	4,61	1.514,94	CARRIER 42GW – 509C	2
2.09	13,25	6,65	2.057,25	CARRIER 42GW – 609C	2
2.10-11	28,64	14,18	4.431,39	CARRIER 42GW – 709C	3
2.12	9,97	4,59	1.489,67	CARRIER 42GW – 509C	2
2.13	84,76	41,90	13.112,76	CARRIER 42GW – 709C	9
2.14A	61,64	30,88	9.451,74	CARRIER 42GW – 709C	7
2.14B	15,03	6,93	2.277,24	CARRIER 42GW – 709C	2
2.15	21,38	10,89	3.266,28	CARRIER 42GW – 609C	3
2.16	22,98	11,68	3.502,01	CARRIER 42GW – 709C	3
2.17	7,36	4,75	1.130,1	CARRIER 42GW – 709C	1
2.18-19	80,20	41,23	12.227,67	CARRIER 42GW – 709C	9
2.20	42,62	21,61	6.499,65	CARRIER 42GW – 709C	5
2.21	8,36	3,85	1.270,79	CARRIER 42GW – 709C	1
2.22	26,26	13,18	3.994,14	CARRIER 42GW – 709C	3
2.23	16,84	8,64	2.570,3	CARRIER 42GW – 709C	2
2.24	13,98	7,32	2.126,42	CARRIER 42GW – 609C	2
2.25	12,86	6,82	1.957,13	CARRIER 42GW – 609C	2

2.28	5,54	2,56	814,13	CARRIER 42GW – 509C	1
2.29	8,89	4,11	1.358,87	CARRIER 42GW – 709C	1
2.30	29,48	13,61	4.469,97	CARRIER 42GW – 709C	4
2.31-32	17,29	7,98	2.626,07	CARRIER 42GW – 709C	2
2.33-34	29,56	13,63	4.489,55	CARRIER 42GW – 709C	4
2.35	56,86	26,21	8.630,27	CARRIER 42GW – 709C	6
2.36 A	6,30	3,14	956,4	CARRIER 42GW – 609C	1
2.36 B	7,39	3,08	1.136,58	CARRIER 42GW – 709C	1
2.37	2,97	1,59	468,42	CARRIER 42GW – 309C	1
2.38 A	17,58	8,62	2.701,41	CARRIER 42GW – 709C	2
2.38 B	11,87	5,95	1.819,95	CARRIER 42GW – 509C	2
2.39	7,73	3,57	1.216,37	CARRIER 42GW – 709C	1
2.40	12,39	5,98	1.892,57	CARRIER 42GW – 609C	2
2.41	11,15	5,14	1.694,18	CARRIER 42GW – 509C	2
2.42	8,44	4,47	1.289,73	CARRIER 42GW – 709C	1
2.43	3,35	1,54	508,19	CARRIER 42GW – 309C	1
2.44	21,89	10,59	3.337,32	CARRIER 42GW – 709C	3
2.45	6,14	2,84	916,23	CARRIER 42GW – 609C	1
2.46	5,75	2,87	838,42	CARRIER 42GW – 509C	1
2.47	9,62	4,66	1.475,17	CARRIER 42GW – 509C	2
2.48	10,18	5,21	1.561,37	CARRIER 42GW – 509C	2
2.49	5,05	2,57	768,17	CARRIER 42GW – 509C	1
2.50	4,00	2,08	618,45	CARRIER 42GW – 409C	1
2.51	2,97	1,59	468,42	CARRIER 42GW – 309C	1
2.52	8,42	4,13	1286	CARRIER 42GW – 709C	1
2.53	7,83	3,86	1191,87	CARRIER 42GW – 709C	1
2.54	5,06	2,33	772,23	CARRIER 42GW – 509C	1

Tabla 19. Fan-coils Planta 3.

Local	Potencia frigorífica [kW]	Potencia calorífica [kW]	Aire impulsión [m³/h]	Modelo CARRIER	Unidades
3.02B	8,83	3,31	1.335,47	CARRIER 42GW – 709C	1
3.03	10,56	4,16	1.176,34	CARRIER 42GW – 509C	2
3.04	18,94	6,43	2.128,16	CARRIER 42GW – 709C	2
3.05	19,69	6,70	2.206,49	CARRIER 42GW – 609C	3
3.06	30,56	10,39	3.437,58	CARRIER 42GW – 709C	4
3.09	9,49	3,74	1.096,47	CARRIER 42GW – 709C	1
3.10	8,82	3,52	1.329,42	CARRIER 42GW – 709C	1
3.11	8,66	3,48	1.298,56	CARRIER 42GW – 709C	1
3.12	19,22	7,61	2.237,71	CARRIER 42GW – 609C	3
3.13	15,63	6,07	1.813,72	CARRIER 42GW – 709C	2
3.14	18,78	6,91	2.156,49	CARRIER 42GW – 709C	2
3.15	17,64	6,40	2.006,75	CARRIER 42GW – 709C	2
3.16	21,24	7,73	2.434,11	CARRIER 42GW – 609C	3
3.17	24,43	9,04	2.783,05	CARRIER 42GW – 709C	3
3.18	51,02	22,39	6.936,8	CARRIER 42GW – 709C	6
3.19	33,33	12,21	3.771,53	CARRIER 42GW – 709C	4
3.20A	61,19	24,78	6.828,79	CARRIER 42GW – 709C	7
3.20B	29,55	13,19	3.311,34	CARRIER 42GW – 709C	4
3.21	32,63	14,61	3.642,91	CARRIER 42GW – 709C	4
3.22-23	60,67	25,35	6.731,33	CARRIER 42GW – 709C	7
3.24-25	67,97	28,83	7.543,87	CARRIER 42GW – 709C	8
3.26-27	63,91	26,61	7.093,02	CARRIER 42GW – 709C	7
3.28A	20,20	7,78	2.240,3	CARRIER 42GW – 609C	3
3.28B	14,41	5,41	1.587,97	CARRIER 42GW – 709C	2
3.29	68,30	29,76	7.603,68	CARRIER 42GW – 709C	8
3.30	12,29	4,91	1.374,67	CARRIER 42GW – 609C	2
3.31	12,11	4,84	1.342,42	CARRIER 42GW – 509C	2

3.32	11,43	4,57	1.275,08	CARRIER 42GW – 509C	2
3.33	13,92	4,63	1.558,52	CARRIER 42GW – 609C	2
3.34	13,11	4,45	1.466,09	CARRIER 42GW – 609C	2
3.35	14,08	4,73	1.587,04	CARRIER 42GW – 609C	2
3.36	30,40	10,34	3.409,07	CARRIER 42GW – 709C	4
3.37	20,52	6,98	2.298,92	CARRIER 42GW – 609C	3
3.38	17,38	5,90	1.957,09	CARRIER 42GW – 709C	2
3.39-40	55,60	19,47	6.275,22	CARRIER 42GW – 709C	6
3.41	31,62	12,26	3.515,02	CARRIER 42GW – 709C	4
3.42	19,53	7,83	2.174,35	CARRIER 42GW – 609C	3
3.43	11,20	4,20	1.232,71	CARRIER 42GW – 509C	2
3.44-45	41,43	16,25	4.612,62	CARRIER 42GW – 709C	5
3.46	15,39	5,78	1.708,65	CARRIER 42GW – 709C	2
3.47	85,86	32,84	9.602,04	CARRIER 42GW – 709C	9
3.48	97,15	36,55	10.724,56	CARRIER 42GW – 709C	11
3.49	16,25	6,40	1.808,42	CARRIER 42GW – 709C	2
3.50	15,79	6,25	1.785,02	CARRIER 42GW – 709C	2

9.4. UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE

Por otro lado, estos locales deben contar con la ventilación adecuada y definida en el RITE dependiendo del uso de cada local. Se han diseñado unidades de tratamiento de aire localizadas en la cubierta del edificio y con los correspondientes conductos de aire de entrada y de expulsión en cada local.

Tabla 20. UTAs Planta 2.

Circuito	Locales	Perdida de carga [mm.c.a]	Caudal [m³/h]	Potencia frigorífica/calorífica [kW]
1	01-03	6,89	13.867,2	82,25/91,93
2	5A-14B	6,02	18.302,4	108,56/121,33
3	15-19	7,12	8.438,4	50,05/55,94
4	20-25	6,36	7.761,6	46,04/51,45
5	31-41,49	7,58	11.959,2	70,94/79,28
6	28-30,42-48,50-54	8,48	8.798,4	52,19/58,32

Para cubrir todas estas especificaciones se utilizan 4 unidades de tratamiento de aire con recuperación de energía 39 SQR – 1212, para la Planta 2. Los ventiladores pueden trabajar con presiones de hasta 1000 Pa, por tanto, son suficiente para vencer las pérdidas de carga de todos los circuitos.

Tabla 21. UTAs Planta 3.

Circuito	Locales	Perdida de carga [mm.c.a]	Caudal [m³/h]	Potencia frigorífica/calorífica [kW]
1	02B,50	5,43	1.094,4	6,78/7,25
2	03-12	8,03	4.816,8	35,29/37,78
3	13-20B	6,12	12.705,6	78,68/84,22
4	21-29	6,21	14.580	90,28/96,65
5	33-41	7,49	9.081,6	56,23/60,20
6	30-32, 42-49	6,48	14.421,6	89,30/95,60

Al igual que para la Planta 2, para cubrir todas estas especificaciones se utilizan 4 unidades de tratamiento de aire con recuperación de energía 39 SQR – 1212, para la Planta 3.

9.5. CLIMATIZADORES REVERSIBLES AIRE-AIRE

A la hora de climatizar los *Malls* y locales de gran tamaño se instalan climatizadores aire-aire debido a que son capaces de ventilar y vencer las cargas térmicas. Es mucho más económico que el sistema aire-agua para las zonas grandes, donde no es imprescindible una regulación de la temperatura más individualizada. Los requerimientos más relevantes y los modelos seleccionados se muestran en las Tablas 22, 23 y 24.

Tabla 22. Rooftops de los locales grandes.

Circuito	Perdida de carga [mm.c.a]	Caudal [m³/h]	Potencia frigorífica [kW]	Modelo Rooftop
2.04	6,53	49.818	280,28	2 x CARRIER 50UP-160
2.26-27	7,04	30.432	181,43	2 x CARRIER 50UP-105
3.01-02A	8,21	46.801	260,51	2 x CARRIER 50UP-140
3.07-8	6,12	52.910	291,91	2 x CARRIER 50UP-160

Tabla 23. Rooftops del Mall Planta 2.

Circuito	Perdida de carga [mm.c.a]	Caudal [m³/h]	Potencia frigorífica [kW]	Modelo Rooftop
1	9,31	8.734	62,01	CARRIER 50UP-065
2	12,79	6.230	42,23	CARRIER 50UP-045
3	13,07	5.952	42,26	CARRIER 50UP-045
4	11,73	8.548	60,69	CARRIER 50UP-065
5	8,7	4.284	30,42	CARRIER 50UP-045
6	12,48	5.798	41,17	CARRIER 50UP-045

7	9,27	5.145	36,53	CARRIER 50UP-045
8	7,67	3542	24,92	CARRIER 50UP-025

Tabla 24. Rooftops del Mall Planta 3.

Circuito	Perdida de carga [mm.c.a]	Caudal [m ³ /h]	Potencia frigorífica [kW]	Modelo Rooftop
1	10,35	12.223	86,80	CARRIER 50UP-105
2	12,57	9.062	63,74	CARRIER 50UP-065
3	7,56	13.043	92,66	CARRIER 50UP-105
4	11,73	12.607	89,46	CARRIER 50UP-105
5	8,7	8.998	62,90	CARRIER 50UP-065
6	9,47	13.121	93,19	CARRIER 50UP-105
7	10,65	5.822	41,33	CARRIER 50UP-045
8	12,46	5.817	41,31	CARRIER 50UP-045

9.6. TOBERAS Y REJILLAS

Como se ha explicado anteriormente, en los locales pequeños los conductos de ventilación llegan a los fan-coils tipo cassette, los cuales impulsan el aire para que llegue a todo el local. No es necesario introducir difusores, pero sí rejillas. En cambio, en los locales grandes y *Malls* se van a introducir toberas para impulsar el aire por toda la superficie y rejillas para su retorno.

Las toberas impulsan el aire por las zonas de *Malls* y locales grandes. En los planos al final de este documento se puede observar cómo se han distribuido. En la Tabla 25 se recopilan las características que deben cumplir. Como requisito, y para asegurar el confort de todas las personas, las toberas se seleccionan para un nivel sonoro inferior o igual a 40 dB, del catálogo del fabricante TROX.

Tabla 25. Toberas.

Caudal [m ³ /h]	Lw dB [A]	ΔP [Pa]	Modelo	Unidades
490	30	61	TROX: DUE-S-QR-LB/250	138
925	30	73	TROX: DUE-S-QR-LB/315	75
360	<20	<20	Multitobera TROX: DUE-S-QR-M4-LB/315	12

Para las rejillas también se selecciona al fabricante TROX y el modelo X-GRILLE del tamaño 525 x 125 mm con un caudal máximo de 1.100 m³/h y un caudal mínimo de 40 m³/h. Son necesarias 456 unidades para cubrir toda la instalación.

Capítulo 10. BIBLIOGRAFÍA

- [1] IDAE. “Guía técnica de Condiciones climáticas exteriores de Proyecto”. Junio 2010.
https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/documentos_12_guia_tecnica_condiciones_climaticas_exteriores_de_proyecto_e4e5b769.pdf
- [2] Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-15820>
- [3] ACF ingeniería. “Cálculo de la ocupación”. Marzo 2015. DccDBSI.pdf (acfingenieria.com)
- [4] Ingemecánica. “Guía para el Cálculo de las Cargas Térmicas en los Edificios”.
<https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn255.html>
- [5] IDAE. “CALENER GT Grandes edificios terciarios”. Mayo 2009.
documentos_CALENER_04_GT_Manual_Referencia_A2009_A_55d36db6.pdf (certificadosenergeticos.com)
- [6] Refrigeración desde casa. “Acondicionamiento con fan-coil”. Agosto 2018.
<https://refrigeraciondesdecasa.blogspot.com/2018/08/acondicionamiento-con-fan-coils.html>
- [7] IDAE. “Guía Técnica de Instalaciones de climatización por agua “. Junio 2012.
https://www.idae.es/sites/default/files/publications/documents/documentos_18_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_por_agua_ed78f988.pdf
- [8] IDAE. “Guía Técnica de Instalaciones con equipos autónomos”. Junio2012.
https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_17_Guia_tecnica_instalaciones_de_climatizacion_con_equipos_autonomos_5bd3407b.pdf
- [9] Gas y frío. “Aerothermia”. Febrero 2019.
<https://www.gasfriocalor.com/blog/aerothermia/diferencias-entre-bomba-de-calor-aire-agua-y-aire-aire/>
- [10] PrecioGas. “Equipamiento. Fancoil”. Agosto 2022.
<https://preciogas.com/instalaciones/equipamiento/fancoil>

- [11] UN, “Sustainable Development Goals Platform”, Sustainabledevelopment.un.org, 2020. <https://sustainabledevelopment.un.org>
- [12] El Ágora diario. “Edificios comerciales en el Acuerdo de París”. Junio 2019. <https://www.elagoradiario.com/desarrollo-sostenible/cambio-climatico/edificios-comerciales-llegan-tarde-a-paris/#:~:text=Alrededor%20de%20un%2040%25%20del,el%20resto%2C%20en%20inmuebles%20comerciales.>
- [13] SICRO de Atecyr. “Diagrama psicométrico del aire”. Versión: 2.1.3.
- [14] CYPE Ingenieros S.A. “Generador de Precios”. <http://www.generadordeprecios.info/#gsc.tab=0>

DOCUMENTO 2: ANEXOS

ANEXO I: ALINEACIÓN CON LOS ODS

El 25 de septiembre de 2015, en la Sede de las Naciones Unidas en la ciudad de Nueva York, más de 150 líderes mundiales adoptaron un conjunto de diecisiete objetivos globales para hacer planeta un lugar mejor para todos, entre sus propuestas se encuentra erradicar la pobreza y el hambre, proteger el planeta, y asegurar la prosperidad para todos [11]. Estas propuestas se han denominado Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y cada uno de estos 17 objetivos y 169 metas tiene finalidades específicas que deben ser alcanzadas en los próximos 8 años, hasta el 2030. También cabe recalcar que este período se determinó antes de la pandemia del coronavirus. En la Figura 6 se muestran los 17 ODS.



Figura 6. Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.

El proyecto trabaja con 2 ODS fundamentalmente, gracias a su diseñado basado en la aerotermia, en los que se profundiza a continuación.

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles.

La mitad de la humanidad (3.500 millones de personas) vive en ciudades hoy en día y se prevé que 5.000 millones de personas vivan en ciudades en 2030. Las ciudades representan entre el 60% y el 80% del consumo de energía y concentran hasta el 70% de los gases de efecto invernadero emitidos por la acción del hombre. [11]

Los edificios comerciales son responsables de aproximadamente del 75% de las emisiones de CO₂ que provienen de los edificios, siendo estas infraestructuras responsables del 40% total de emisiones [12]. La iluminación, la calefacción, refrigeración y ventilación de espacios son los objetivos de mayor prioridad para los propietarios y administradores de edificios, que buscan aumentar la calificación energética de sus instalaciones. Por ello, este proyecto presenta como objetivo fundamental la eficiencia energética, en cuanto al diseño del sistema de climatización y selección de los mejores equipos (rendimiento y emisiones), buscando un compromiso con el presupuesto para llevar a cabo la obra.

ODS 7: Energía asequible y no contaminante.

Es imprescindible conseguir un nivel de confort y experiencia agradable en toda la instalación, los clientes deben sentirse cómodos o el centro comercial no prosperará. Además, esto se puede conseguir con un consumo energético responsable y una instalación eficiente.

Hoy en día la eficiencia es un factor clave en cualquier instalación, por ello, este proyecto va a girar en torno a la tecnología de la bomba de calor, mucho más eficiente que los sistemas tradicionales de caldera y enfriadora, los cuales utilizan combustibles fósiles para producir energía. Además, se van a elegir equipos con el consumo más eficiente posible, lo que significa menos pérdidas de energía. Con ello se consigue una reducción del consumo de energía y menos emisiones de CO₂, lo cual está totalmente alineado con las políticas de descarbonización y ahorro energético actuales.

ANEXO II: CÁLCULO DE CARGAS

CARGAS EN VERANO

Las cargas de verano tienen en cuenta los coeficientes de transmisión de los materiales del edificio, la ocupación, el alumbrado, la maquinaria, el calor latente y el sensible. En la Figura 7 se muestra un ejemplo de cómo se han calculado estas cargas en cada local del centro comercial.

Las cargas de verano de cada zona a tener en cuenta se detallan en las Tablas 26, 27 y 28, cada una correspondiente a los locales de una planta y los *Malls*.

Tabla 26. Gran calor de los locales de la Planta 2.

Local	Tipo	Superficie [m ²]	Calor total efectivo del local [kcal/h · 10 ³]	Gran calor total [kcal/h · 10 ³]
2.01	Local Comercial	228	14,94	22
2.02 A	Local Comercial	294	47,28	56,325
2.02 B	Local Comercial	922	60,18	88,39
2.02 C	Local Comercial	241	30,16	37,52
2.03	Local Inditex	241	15,69	23,05
2.04	Local Inditex	2003	180,5	242
2.05 A	Local Inditex	411	28,3	40,88
2.05 B	Local Comercial	54	3,77	5,46
2.06	Local Comercial	36	2,32	3,39
2.07	Local Comercial	80	5,33	7,78
2.08	Local Comercial	89	5,84	8,6
2.09	Local Comercial	117	7,86	11,39
2.10-11	Local Comercial	252	16,96	24,63
2.12	Local Comercial	88	5,81	8,57
2.13	Local Comercial	741	50,19	72,88

2.14A	Local Comercial	540	36,28	53
2.14B	Local Comercial	134	8,78	12,92
2.15	Local Comercial	191	12,55	18,38
2.16	Local Comercial	204	13,47	19,76
2.17	Local Comercial	63	4,34	6,33
2.18-19	Local Comercial	714	47,03	68,96
2.20	Local Comercial	380	25	36,65
2.21	Local Comercial	75	4,89	7,19
2.22	Local Comercial	234	15,38	22,58
2.23	Local Comercial	151	9,88	14,48
2.24	Local Comercial	124	8,19	12,02
2.25	Local Comercial	114	7,53	11,06
2.26-27	Local Comercial	1430	112,18	156,03
2.28	Local Comercial	49	3,23	4,76
2.29	Local Comercial	79	5,19	7,64
2.30	Local Comercial	263	17,23	25,35
2.31-32	Local Comercial	155	10,11	14,87
2.33-34	Local Comercial	265	17,29	25,42
2.35	Local Comercial	509	33,24	48,89
2.36A	Local Comercial	57	3,74	5,42
2.36B	Local Comercial	66	4,36	6,35
2.37	Local Comercial	27	1,78	2,55
2.38A	Local Comercial	157	10,36	15,12
2.38B	Local Comercial	104	6,99	10,21
2.39	Local Comercial	68	4,5	6,65
2.40	Local Comercial	110	7,27	10,65
2.41	Local Comercial	100	6,52	9,59
2.42	Local Comercial	77	4,96	7,26
2.43	Local Comercial	30	1,96	2,88
2.44	Local Comercial	193	12,84	18,82
2.45	Local Comercial	55	3,59	5,28
2.46	Local Comercial	52	3,41	4,94
2.47	Local Comercial	86	5,66	8,27
2.48	Local Comercial	88	5,99	8,75

2.49	Local Comercial	43	2,96	4,34
2.50	Local Comercial	35	2,37	3,44
2.51	Local Comercial	27	1,78	2,55
2.52	Local Comercial	74	4,94	7,24
2.53	Local Comercial	68	4,59	6,73
2.54	Local Comercial	46	2,97	4,35
TOTAL			970,46	1370,545

En la segunda planta, las cargas totales de los locales a las que hay que hacer frente, son **1.370.545 kcal/h**, es decir, **1.593,94 kW**.

Tabla 27. Gran calor de los locales de la Planta 3.

Local	Tipo	Superficie [m ²]	Calor total efectivo del local [kcal/h · 10 ³]	Gran calor total [kcal/h · 10 ³]
3.01	Local Inditex	756	75,35	98,51
3.02A	Local Comercial	1034	93,34	125,09
3.02B	Local Comercial	55	3,74	5,42
3.03	Local Comercial	65	4,49	6,48
3.04	Local de Restauración	92	8,1	11,62
3.05	Local de Restauración	95	8,4	12,08
3.06	Local de Restauración	149	13,07	18,75
3.07-8	Local Comercial	1984	190,36	251,23
3.09	Local de Restauración	42	4,13	5,82
3.10	Local de Restauración	40	3,87	5,41
3.11	Local de Restauración	38	3,78	5,31
3.12	Local de Restauración	89	8,41	11,79
3.13	Local de Restauración	73	6,83	9,59
3.14	Local de Restauración	89	8,14	11,52
3.15	Local de Restauración	83	7,6	10,82
3.16	Local de Restauración	101	9,2	13,03

3.17	Local de Restauración	114	10,54	14,99
3.18	Local de Restauración	289	26,25	31,3
3.19	Local de Restauración	159	14,31	20,45
3.20A	Local Comercial	375	26,04	37,54
3.20B	Local Comercial	179	12,61	18,13
3.21	Local Comercial	200	13,89	20,02
3.22-23	Local Comercial	373	25,72	37,22
3.24-25	Local Comercial	419	28,82	41,7
3.26-27	Local Comercial	397	27,1	39,21
3.28A	Local Comercial	125	8,56	12,39
3.28B	Local Comercial	89	6,08	8,84
3.29	Local Inditex	422	29,02	41,9
3.30	Local Comercial	76	5,24	7,54
3.31	Local Comercial	73	5,13	7,43
3.32	Local Comercial	70	4,86	7,01
3.33	Local de Restauración	67	5,94	8,54
3.34	Local de Restauración	63	5,59	8,04
3.35	Local de Restauración	69	6,03	8,64
3.36	Local de Restauración	147	12,98	18,65
3.37	Local de Restauración	99	8,75	12,59
3.38	Local de Restauración	85	7,44	10,66
3.39-40	Local de Restauración	269	23,84	34,11
3.41	Local Comercial	196	13,42	19,4
3.42	Local Comercial	119	8,3	11,98
3.43	Local Comercial	69	4,72	6,87
3.44-45	Local Comercial	256	17,6	25,42
3.46	Local Comercial	97	6,53	9,44
3.47	Local Comercial	540	36,73	53,29
3.48	Local Inditex	603	41,04	59,6

3.49	Local Comercial	100	6,9	9,97
3.50	Local Comercial	97	6,78	9,69
TOTAL			905,57	1255,03

Las cargas totales de la tercera planta son **1.255.030 kcal/h**, es decir, **1.459,6 kW**.

Tabla 28. Gran calor de los Malls.

Zona Mall	Superficie [m ²]	Calor total efectivo del local [kcal/h·10 ³]	Gran calor total [kcal/h·10 ³]
Mall planta 2 ^a	2547	183,61	292,545
Mall planta 3 ^a	3464	305,08	491,307

Por tanto, las cargas totales a las que hay que hacer frente en verano es de **3.605.987 kcal/h**, o lo que es lo mismo, **4.193,76 kW**.

CALCULO DE EXIGENCIAS FRIGORIFICAS																							
Proyecto:		Climatización de un centro comercial										2 de agosto de 2022											
Planta:		Planta 2		Zona:		2.02 A																	
DIMENSIONES:						234,00 m2		HORA SOLAR:		16		HUELVA											
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		m2 x		37 x		0,48		Exteriores		31,0		24,2		56				16,2			
NE		Cristal		m2 x		37 x		0,48		Interiores		25,0		18,0		50				10,0			
ESTE		Cristal		m2 x		37 x		0,48		DIFERENCIA		6,0								6,2			
SE		Cristal		m2 x		37 x		0,48		CALOR LATENTE													
SUR		Cristal		m2 x		41 x		0,48		Infiltración		m3/h x		6,2		x		0,72					
SO		Cristal		m2 x		377 x		0,48		Personas		59		Personas		x		65		3.835			
OESTE		Cristal		102,40 m2 x		519 x		0,48		Aplicaciones										SUBTOTAL 3.835			
NO		Cristal		m2 x		332 x		0,48		COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10		%		384	
Claraboya				m2 x		399 x		0,48		CALOR LATENTE DEL LOCAL								4.219					
GANANCIA SOLAR Y TRANS. PAREDES Y TECHOS								TOTALES		Aire Ext.		1.699,20		m3/h x		6,2 x		0,15		BF x 0,72		1.138	
NORTE		Pared		m2 x		1,9 x		1,00		CALOR LATENTE EFECTIVO DEL LOCAL								5.357					
NE		Pared		m2 x		3,1 x		1,00		CALOR TOTAL EFECTIVO DEL LOCAL								47.278					
ESTE		Pared		m2 x		3,1 x		1,00		CALOR AIRE EXTERIOR													
SE		Pared		m2 x		6,4 x		1,00		Sensible		1.699,20		m3/h x		6,0 x (1-		0,15 BF) x 0,3		2.600			
SUR		Pared		m2 x		10,8 x		1,00		Latente		1.699,20		m3/h x		6,2 x (1-		0,15 BF) x 0,72		6.447			
SO		Pared		m2 x		14,2 x		1,00		SUBTOTAL								9.047					
OESTE		Pared		m2 x		10,8 x		1,00		GRAN CALOR TOTAL								56.325					
NO		Pared		m2 x		3,1 x		1,00		A.D.P.													
Tejado-Sol				m2 x		15,8 x		0,46		FACTOR CALOR SENSIBLE		41.921		Efec. Sens. Local				-		0,89			
Tejado-Sombra				m2 x		0,8 x		0,46				47.278		Efec. Total Local									
GANANCIA TRANSM. EXCEPTO PAREDES Y TECHOS								TOTALES		ADP Indicado=		°C											
Total Cristal		m2 x		6,0 x		2,50				ADP Seleccionado=		12		°C									
Tabiques LNC		m2 x		3,0 x		1,00				CANTIDAD DE AIRE SUMINISTRADO													
Techo LNC		m2 x		3,0 x		2,02				ΔT=[(1-0,15 BF)x(°C Loc		25,0		-		12		ADP]=		11,05			
Suelo		234,00 m2 x		3,0 x		1,20		1.058		CALIDA DE AIRE M3/H		41.921		Sensible Local				-		12.646			
Suelo exterior		m2 x		6,0 x		1,20				0,3 X		11,05		ΔT									
Puertas		m2 x		6,0 x		2,00				Observaciones:													
Infiltración		m3/h x		6,0 x		0,30				Nº DE O.T.:													
CALOR INTERNO								TOTALES		CALCULADO POR:		Covadonga Garrido Corrales											
Personas		59		Personas		x		60		3.540													
Alumbrado		5.880		Wattios x 0,86		x		1,25		6.321													
Aplicaciones, etc.				1.470		x		0,86		1.264													
Potencia						x																	
Ganancias Adicionales						x																	
SUBTOTAL								37.693															
COEFICIENTE DE SEGURIDAD								10 %		3.769													
CALOR SENSIBLE DEL LOCAL								41.462															
Aire Exterior		1.699,20		m3/h x		6,0 x		0,15		BF x 0,3		459											
CALOR SENSIBLE EFECTIVO DEL LOCAL								41.921															

Figura 7. Cálculo de cargas de verano Local 2.02 A.

CARGAS DE INVIERNO

Las cargas de invierno se componen de las pérdidas caloríficas debido a la transmisión de los materiales y el factor viento, más las cargas aportadas por el aire exterior. En la Figura 8, se muestra un ejemplo de cómo se ha realizado el cálculo de estas cargas.

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO									
Temp. Exterior	3 °C								
Temp. Interior	22 °C								
Temp. TERRENO	8 °C								
Planta 2 2.01	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]
CRISTAL	SO			0,0	2,50	19,0	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			102,4	2,50	19,0	1,15	1,15	6433
CRISTAL	NO			0,0	2,50	19,0	1,25	1,15	0
MURO EXT.	N			0,0	1,00	19,0	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE			0,0	1,00	19,0	1,20	1,15	0
MURO EXT.	E			0,0	1,00	19,0	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE			0,0	1,00	19,0	1,10	1,10	0
MURO EXT.	S			0,0	1,00	19,0	1,00	1,10	0
CUBIERTA	H			0,0	0,91	19,0	1,00	1,15	0
SUELO ext.				0,0	1,20	14,0	1,00	1,15	0
TABIQUE LNC				0,0	1,00	9,5	1,00	1,00	0
TECHO LNC				0,0	2,02	9,5	1,00	1,00	0
SUELO LNC				294,00	1,20	9,5	1,00	1,00	3352
				396,4					
VOLUMEN	1585,6							TOTAL	9.784

	CAUDAL	
	m³/h	Kcal/h
AIRE EXTERIOR	1699,2	9.685,44

Figura 8. Cálculo de cargas en invierno Local 2.02 A.

Las cargas de verano de cada zona a tener en cuenta se detallan en las Tablas 29, 30 y 31, cada una correspondiente a una planta.

Tabla 29. Cargas de invierno Planta 2.

Local	Tipo	Superficie [m ²]	Aire exterior [kcal/h·10 ³]	Pérdidas caloríficas [kcal/h·10 ³]	TOTAL
2.01	Local Comercial	228	7,55	2,6	10,15
2.02 A	Local Comercial	294	9,68	9,78	19,46
2.02 B	Local Comercial	922	30,2	10,74	40,94
2.02 C	Local Comercial	241	7,88	6,06	13,94
2.03	Local Inditex	241	7,88	2,75	10,63
2.04	Local Inditex	2003	65,83	35,97	101,8
2.05 A	Local Inditex	411	13,46	7,35	20,81
2.05 B	Local Comercial	54	1,81	0,99	2,8
2.06	Local Comercial	36	1,15	0,41	1,56
2.07	Local Comercial	80	2,63	1,22	3,85
2.08	Local Comercial	89	2,95	1,01	3,96
2.09	Local Comercial	117	3,78	1,94	5,72
2.10-11	Local Comercial	252	8,21	3,98	12,19
2.12	Local Comercial	88	2,95	1	3,95
2.13	Local Comercial	741	24,3	11,73	36,03
2.14A	Local Comercial	540	17,89	8,66	26,55
2.14B	Local Comercial	134	4,43	1,53	5,96
2.15	Local Comercial	191	6,24	3,12	9,36
2.16	Local Comercial	204	6,73	3,31	10,04
2.17	Local Comercial	63	2,13	1,95	4,08
2.18-19	Local Comercial	714	23,47	11,98	35,45
2.20	Local Comercial	380	12,48	6,1	18,58
2.21	Local Comercial	75	2,46	0,85	3,31
2.22	Local Comercial	234	7,72	3,61	11,33
2.23	Local Comercial	151	4,92	2,51	7,43
2.24	Local Comercial	124	4,1	2,19	6,29
2.25	Local Comercial	114	3,78	2,08	5,86
2.26-27	Local Comercial	1430	46,95	32,95	79,9
2.28	Local Comercial	49	1,64	0,56	2,2
2.29	Local Comercial	79	2,63	0,9	3,53

2.30	Local Comercial	263	8,7	3	11,7
2.31-32	Local Comercial	155	5,09	1,77	6,86
2.33-34	Local Comercial	265	8,7	3,02	11,72
2.35	Local Comercial	509	16,74	5,8	22,54
2.36A	Local Comercial	57	1,81	0,89	2,7
2.36B	Local Comercial	66	1,66	0,99	2,65
2.37	Local Comercial	27	0,82	0,55	1,37
2.38A	Local Comercial	157	5,09	2,32	7,41
2.38B	Local Comercial	104	3,45	1,67	5,12
2.39	Local Comercial	68	2,3	0,77	3,07
2.40	Local Comercial	110	3,61	1,53	5,14
2.41	Local Comercial	100	3,28	1,14	4,42
2.42	Local Comercial	77	2,46	1,38	3,84
2.43	Local Comercial	30	0,98	0,34	1,32
2.44	Local Comercial	193	6,4	2,71	9,11
2.45	Local Comercial	55	1,81	0,63	2,44
2.46	Local Comercial	52	1,64	0,83	2,47
2.47	Local Comercial	86	2,79	1,22	4,01
2.48	Local Comercial	88	2,95	1,53	4,48
2.49	Local Comercial	43	1,48	0,73	2,21
2.50	Local Comercial	35	1,15	0,64	1,79
2.51	Local Comercial	27	0,82	0,55	1,37
2.52	Local Comercial	74	2,46	1,09	3,55
2.53	Local Comercial	68	2,3	1,02	3,32
2.54	Local Comercial	46	1,48	0,52	2
TOTAL			427,8	216,47	644,27

En la segunda planta, las cargas totales de los locales en invierno son **644.270 kcal/h**, es decir, **749,29 kW**.

Tabla 30. Cargas de invierno Planta 3.

Local	Tipo	Superficie [m ²]	Aire exterior [kcal/h·10 ³]	Pérdidas caloríficas [kcal/h·10 ³]	TOTAL
3.01	Local Inditex	756	24,79	20,91	45,7
3.02A	Local Comercial	1034	33,98	27,57	61,55
3.02B	Local Comercial	55	1,8	1,05	2,85
3.03	Local Comercial	65	2,13	1,45	3,58
3.04	Local de Restauración	92	3,77	1,76	5,53
3.05	Local de Restauración	95	3,94	1,82	5,76
3.06	Local de Restauración	149	6,07	2,86	8,93
3.07-8	Local Comercial	1984	65,17	55,59	120,76
3.09	Local de Restauración	42	1,8	1,42	3,22
3.10	Local de Restauración	40	1,64	1,39	3,03
3.11	Local de Restauración	38	1,64	1,35	2,99
3.12	Local de Restauración	89	3,61	2,93	6,54
3.13	Local de Restauración	73	2,95	2,27	5,22
3.14	Local de Restauración	89	3,61	2,33	5,94
3.15	Local de Restauración	83	3,45	2,05	5,5
3.16	Local de Restauración	101	4,1	2,55	6,65
3.17	Local de Restauración	114	4,76	3,01	7,77
3.18	Local de Restauración	289	11,82	7,43	19,25
3.19	Local de Restauración	159	6,57	3,93	10,5
3.20A	Local Comercial	375	12,31	9	21,31
3.20B	Local Comercial	179	5,91	5,43	11,34
3.21	Local Comercial	200	6,56	6	12,56
3.22-23	Local Comercial	373	12,31	9,49	21,8
3.24-25	Local Comercial	419	13,79	11	24,79
3.26-27	Local Comercial	397	12,96	9,92	22,88
3.28A	Local Comercial	125	4,1	2,59	6,69
3.28B	Local Comercial	89	2,95	1,7	4,65
3.29	Local Inditex	422	13,79	11,8	25,59
3.30	Local Comercial	76	2,46	1,76	4,22
3.31	Local Comercial	73	2,46	1,7	4,16

3.32	Local Comercial	70	2,29	1,64	3,93
3.33	Local de Restauración	67	2,7	1,28	3,98
3.34	Local de Restauración	63	2,62	1,21	3,83
3.35	Local de Restauración	69	2,75	1,32	4,07
3.36	Local de Restauración	147	6,07	2,82	8,89
3.37	Local de Restauración	99	4,1	1,9	6
3.38	Local de Restauración	85	3,44	1,63	5,07
3.39-40	Local de Restauración	269	10,99	5,75	16,74
3.41	Local Comercial	196	6,4	4,14	10,54
3.42	Local Comercial	119	3,94	2,79	6,73
3.43	Local Comercial	69	2,29	1,32	3,61
3.44-45	Local Comercial	256	8,37	5,6	13,97
3.46	Local Comercial	97	3,11	1,86	4,97
3.47	Local Comercial	540	17,78	10,46	28,24
3.48	Local Inditex	603	19,86	11,57	31,43
3.49	Local Comercial	100	3,28	2,22	5,5
3.50	Local Comercial	97	3,11	2,26	5,37
TOTAL			380,3	273,83	654,13

En la tercera planta, las cargas totales de los locales en invierno, son **654.130 kcal/h**, es decir, **760,75 kW**.

Tabla 31. Cargas de invierno en los Malls.

Zona Mall	Superficie [m ²]	Aire exterior [kcal/h · 10 ³]	Pérdidas caloríficas [kcal/h · 10 ³]	TOTAL
Mall planta 2 ^a	2547	141,56	26,85	168,41
Mall planta 3 ^a	3987	209,6	85,13	294,73

Por tanto, las cargas totales a las que hay que hacer frente en invierno es de **1.761.548 kcal/h**, o lo que es lo mismo, **2.048,68 kW**.

ANEXO III: CÁLCULO DE TUBERÍAS

CÁLCULO DE CAUDALES

El caudal de agua necesario para hacer frente a las cargas de verano de cada local se ha calculado en la Tabla 32 para la 2ª planta y en la Tabla 33 para la 3ª planta.

Tabla 32. Caudales requeridos por los locales de la Planta 2.

Local	Tipo	Superficie [m2]	Gran calor total [kcal/h·10 ³]	Caudal [l/h]
2.01	Local Comercial	228	22	4.400
2.02 A	Local Comercial	294	56,325	11.265
2.02 B	Local Comercial	922	88,39	17.678
2.02 C	Local Comercial	241	37,52	7.504
2.03	Local Inditex	241	23,05	4.610
2.05 A	Local Inditex	411	40,88	8.176
2.05 B	Local Comercial	54	5,46	1.092
2.06	Local Comercial	36	3,39	678
2.07	Local Comercial	80	7,78	1.556
2.08	Local Comercial	89	8,6	1.720
2.09	Local Comercial	117	11,39	2.278
2.10-11	Local Comercial	252	24,63	4.926
2.12	Local Comercial	88	8,57	1.714
2.13	Local Comercial	741	72,88	14.576
2.14A	Local Comercial	540	53	10.600
2.14B	Local Comercial	134	12,92	2.584
2.15	Local Comercial	191	18,38	3.676
2.16	Local Comercial	204	19,76	3.952
2.17	Local Comercial	63	6,33	1.266
2.18-19	Local Comercial	714	68,96	13.792

2.20	Local Comercial	380	36,65	7.330
2.21	Local Comercial	75	7,19	1.438
2.22	Local Comercial	234	22,58	4.516
2.23	Local Comercial	151	14,48	2.896
2.24	Local Comercial	124	12,02	2.404
2.25	Local Comercial	114	11,06	2.212
2.28	Local Comercial	49	4,76	952
2.29	Local Comercial	79	7,64	1.528
2.30	Local Comercial	263	25,35	5.070
2.31-32	Local Comercial	155	14,87	2.974
2.33-34	Local Comercial	265	25,42	5.084
2.35	Local Comercial	509	48,89	9.778
2.36 A	Local Comercial	57	5,42	1.084
2.36 B	Local Comercial	66	6,35	1.270
2.37	Local Comercial	27	2,55	510
2.38 A	Local Comercial	157	15,12	3.024
2.38 B	Local Comercial	104	10,21	2.042
2.39	Local Comercial	68	6,65	1.330
2.40	Local Comercial	110	10,65	2.130
2.41	Local Comercial	100	9,59	1.918
2.42	Local Comercial	77	7,26	1.452
2.43	Local Comercial	30	2,88	576
2.44	Local Comercial	193	18,82	3.764
2.45	Local Comercial	55	5,28	1.056
2.46	Local Comercial	52	4,94	988
2.47	Local Comercial	86	8,27	1.654
2.48	Local Comercial	88	8,75	1.750
2.49	Local Comercial	43	4,34	868
2.50	Local Comercial	35	3,44	688
2.51	Local Comercial	27	2,55	510
2.52	Local Comercial	74	7,24	1.448
2.53	Local Comercial	68	6,73	1.346
2.54	Local Comercial	46	4,35	870

Tabla 33. Caudales requeridos por los locales de la Planta 3.

Local	Tipo	Superficie [m2]	Gran calor total [kcal/h·10 ³]	Caudal [l/h]
3.01	Local Inditex	756	98,51	19702
3.02B	Local Comercial	55	5,42	1084
3.03	Local Comercial	65	6,48	1296
3.04	Local de Restauración	92	11,62	2324
3.05	Local de Restauración	95	12,08	2416
3.06	Local de Restauración	149	18,75	3750
3.09	Local de Restauración	42	5,82	1164
3.10	Local de Restauración	40	5,41	1082
3.11	Local de Restauración	38	5,31	1062
3.12	Local de Restauración	89	11,79	2358
3.13	Local de Restauración	73	9,59	1918
3.14	Local de Restauración	89	11,52	2304
3.15	Local de Restauración	83	10,82	2164
3.16	Local de Restauración	101	13,03	2606
3.17	Local de Restauración	114	14,99	2998
3.18	Local de Restauración	289	31,3	6260
3.19	Local de Restauración	159	20,45	4090
3.20A	Local Comercial	375	37,54	7508
3.20B	Local Comercial	179	18,13	3626
3.21	Local Comercial	200	20,02	4004
3.22-23	Local Comercial	373	37,22	7444
3.24-25	Local Comercial	419	41,7	8340
3.26-27	Local Comercial	397	39,21	7842
3.28A	Local Comercial	125	12,39	2478
3.28B	Local Comercial	89	8,84	1768
3.29	Local Inditex	422	41,9	8380
3.30	Local Comercial	76	7,54	1508
3.31	Local Comercial	73	7,43	1486
3.32	Local Comercial	70	7,01	1402
3.33	Local de Restauración	67	8,54	1708
3.34	Local de Restauración	63	8,04	1608

3.35	Local de Restauración	69	8,64	1728
3.36	Local de Restauración	147	18,65	3730
3.37	Local de Restauración	99	12,59	2518
3.38	Local de Restauración	85	10,66	2132
3.39-40	Local de Restauración	269	34,11	6822
3.41	Local Comercial	196	19,4	3880
3.42	Local Comercial	119	11,98	2396
3.43	Local Comercial	69	6,87	1374
3.44-45	Local Comercial	256	25,42	5084
3.46	Local Comercial	97	9,44	1888
3.47	Local Comercial	540	53,29	10658
3.48	Local Inditex	603	59,6	11920
3.49	Local Comercial	100	9,97	1994
3.50	Local Comercial	97	9,69	1938

DIMENSIONES DE LAS TUBERÍAS

Como se ha explicado en el Capítulo 7, se han agrupado los locales para formar 5 circuitos de tuberías en cada planta. Específicamente cada circuito cubre las siguientes zonas:

- Circuito 1 Planta 2: zona oeste de la Planta 2.
- Circuito 2 Planta 2: zona sur y sureste de la Planta 2.
- Circuito 3 Planta 2: zona norte y noreste de la Planta 2.
- Circuito 4 Planta 2: zona centro-oeste de la Planta 2.
- Circuito 5 Planta 2: zona centro-este de la Planta 2.
- Circuito 1 Planta 3: zona oeste y suroeste de la Planta 3.
- Circuito 2 Planta 3: zona este de la Planta 3.
- Circuito 3 Planta 3: zona norte de la Planta 3.
- Circuito 4 Planta 3: zona centro-oeste de la Planta 3.

- Circuito 5 Planta 3: zona centro-este de la Planta 3.

Los resultados se muestran en las Tablas 34 - 43. Todas las tuberías se han representado en los planos al final de documento.

Tabla 34. Tuberías del Circuito 1 Planta 2.

Tramo	Ramal	Longitud del tramo [m]	Caudal acumulado [l/h]	Diámetro DIN 2440
1-2	1	28	7.504	2"
2-3	1	5,92	18.769	3"
1-2	2	14,62	17.678	3"
2-3	2	7,15	22.078	3"
1-2	3	3,29	4.610	2 ½"
1-2	2-3	37,22	26.688	4"
1-2	1-2-3	4,19	45.457	4"

Tabla 35. Tuberías del Circuito 2 Planta 2.

Tramo	Ramal	Longitud del tramo [m]	Caudal acumulado[l/h]	Diámetro DIN 2440
1-2	1	11,91	8.176	2 ½"
2-3	1	10,14	9.268	2 ½"
3-4	1	14,64	9.948	2 ½"
4-5	1	9,54	11.502	2 ½"
5-6	1	7,34	13.222	2 ½"
6-7	1	13,44	15.500	2 ½"
7-8	1	6,22	20.426	3"

1-2	2	18,78	10.600	2 ½"
2-3	2	9,44	25.176	4"
3-4	2	4,56	26.890	4"
1-2	1-2	18,22	47.316	5"

Tabla 36. Tuberías del Circuito 3 Planta 2.

Tramo	Ramal	Longitud del tramo [m]	Caudal acumulado[l/h]	Diámetro DIN 2440
1-2	1	19,89	2.584	1 ¼"
2-3	1	8,12	6.260	2"
3-4	1	9,1	10.212	2 ½"
4-5	1	10,82	11.478	2 ½"
5-6	1	13,29	25.270	4"
1-2	2	7,32	7.330	2"
2-3	2	7,79	8.768	2 ½"
3-4	2	9,77	13.284	2 ½"
4-5	2	12,93	16.180	3"
5-6	2	10,44	18.584	3"
6-7	2	10,74	20.796	3"
1-2	1-2	19,87	46.066	4"

Tabla 37. Tuberías del Circuito 4 Planta 2.

Tramo	Ramal	Longitud del tramo [m]	Caudal acumulado[l/h]	Diámetro DIN 2440
1-2	1	4,41	688	¾"
2-3	1	7,76	1.198	1"
3-4	1	13,94	2.646	1 ¼"
4-5	1	7,35	3.992	1 ½"
5-6	1	7,69	4.862	2"
6-7	1	6,98	5.814	2"
7-8	1	16,41	7.342	2"
8-9	1	14,16	12.412	2 ½"
9-10	1	12,69	15.386	3"
1-2	2	6,23	868	1"
2-3	2	13,98	1.952	1 ¼"
3-4	2	9,85	3.222	1 ½"
4-5	2	34,17	13.000	2 ½"
5-6	2	6,83	18.084	3"
1-2	1-2	3,13	33.470	4"

Tabla 38. Tuberías del Circuito 5 Planta 2.

Tramo	Ramal	Longitud del tramo [m]	Caudal acumulado[l/h]	Diámetro DIN 2440
1-2	1	7,5	3.024	1 ½"
2-3	1	16,52	5.066	2"
3-4	1	7,89	6.396	2"
4-5	1	8,54	8.526	2 ½"
5-6	1	15,63	10.444	2 ½"
1-2	2	3,84	510	¾"
2-3	2	5,93	2.260	1 ¼"
3-4	2	14,11	3.914	1 ½"
4-5	2	7,16	4.902	2"
5-6	2	11,42	5.958	2"
6-7	2	11,68	9.722	2 ½"
7-8	2	9,13	10.298	2 ½"
8-9	2	4,71	11.750	2 ½"
1-2	1-2	18,81	22.194	3"

Tabla 39. Tuberías del Circuito 1 Planta 3.

Tramo	Ramal	Longitud del tramo [m]	Caudal acumulado[l/h]	Diámetro DIN 2440
1-2	1	22,69	1.938	1 ¼"
2-3	1	27,28	3.022	1 ½"
3-4	1	7,13	4.318	1 ½"
4-5	1	7,28	6.642	2"

5-6	1	7,97	9.058	2 ½"
6-7	1	31,05	12.808	2 ½"
7-8	1	7,62	13.972	2 ½"
8-9	1	2,88	15.054	2 ½"
1-2	2	9,77	2.998	1 ½"
2-3	2	6,52	5.604	2"
3-4	2	7,96	7.768	2"
4-5	2	7,02	10.072	2 ½"
5-6	2	19,96	11.990	2 ½"
6-7	2	6,66	14.348	2 ½"
7-8	2	4,71	15.410	2 ½"
1-2	1-2	5,81	30.464	4"

Tabla 40. Tuberías del Circuito 2 Planta 3.

Tramo	Ramal	Longitud del tramo [m]	Caudal acumulado[l/h]	Diámetro DIN 2440
1-2	1	9,02	6.260	2"
2-3	1	9,19	10.350	2 ½"
3-4	1	7,92	17.858	3"
1-2	2	16,73	7.444	2"
2-3	2	19,54	11.448	2 ½"
3-4	2	4,99	15.074	2 ½"
1-2	1-2	11,78	32.932	4"

Tabla 41. Tuberías del Circuito 3 Planta 3.

Tramo	Ramal	Longitud del tramo [m]	Caudal acumulado[l/h]	Diámetro DIN 2440
1-2	1	11,44	8.340	2 ½"
2-3	1	14,78	16.182	3"
1-2	2	8,05	8.380	2 ½"
2-3	2	11,25	10.148	2 ½"
3-4	2	18,36	12.626	2 ½"
1-2	1-2	19,74	28.808	4"

Tabla 42. Tuberías del Circuito 4 Planta 3.

Tramo	Ramal	Longitud del tramo [m]	Caudal acumulado[l/h]	Diámetro DIN 2440
1-2	1	9,21	2.518	1 ¼"
2-3	1	9,77	6.248	2"
3-4	1	6,85	7.976	2"
4-5	1	10,38	9.584	2 ½"
5-6	1	6,76	11.292	2 ½"
1-2	2	20,91	11.920	2 ½"
2-3	2	7,46	13.914	2 ½"
3-4	2	7,49	15.422	2 ½"
4-5	2	5,87	16.908	3"
5-6	2	7	18.310	3"
1-2	1-2	3,98	29.602	4"

Tabla 43. Tuberías del Circuito 5 Planta 3.

Tramo	Ramal	Longitud del tramo [m]	Caudal acumulado[l/h]	Diámetro DIN 2440
1-2	1	7,83	10.658	2 ½"
2-3	1	7,5	12.456	2 ½"
3-4	1	22,08	17.630	3"
4-5	1	10,76	19.004	3"
5-6	1	3,93	21.400	3"
1-2	2	15,39	21.132	1 ¼"
2-3	2	16,38	8.954	2 ½"
3-4	2	11,26	12.834	2 ½"
1-2	1-2	15,77	34.234	4"

DIMENSIONES DE LAS BOMBAS DE IMPULSIÓN

Con el Excel de ejemplo de la Figura 9, que se encuentra en la siguiente hoja, se han calculado las pérdidas de carga a las que tiene que hacer frente cada bomba de impulsión para el agua llegue hasta el final de su recorrido.

En las Tablas 44 y 45 se muestra las pérdidas de carga a las que tiene que hacer frente cada bomba y el caudal de agua que debe impulsar.

Tabla 44. Pérdidas de carga de los circuitos de tuberías Planta 2.

Circuito	Altura efectiva de la bomba [M.C.A.]	Caudal [l/h]
1	10,97	45.457
2	10,43	47.316
3	11,78	46.066
4	14,68	33.470
5	12,22	22.194

Tabla 45. Dimensiones de las bombas de la Planta 3.

Circuito	Altura efectiva de la bomba [M.C.A.]	Caudal [l/h]
1	14,56	30.464
2	9,31	32.932
3	8,19	28.808
4	10,91	29.602
5	10,73	34.234

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE																												
1																																																											
2	Fecha: 09/08/2022																																																										
3	Instalac: Planta 3																																																										
4	Circuito: 1																																																										
5	Bomba: 6																																																										
6																																																											
7	TRAMO	Ramal	Q [l/h]	DN 2440	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.)																												
8	1-2	1	1938	1 ½"	14	0,54	22,69	1	0,9																										330,26	330,26																							
9	2-3	1	3022	1 ½"	15	0,62	27,28					1	1,8																			436,20	766,46																										
10	3-4	1	4318	1 ½"	29	0,88	7,13					1	2,4																			276,37	1.042,83																										
11	4-5	1	6642	2"	19	0,82	7,28					1	3																			195,32	1.238,15																										
12	5-6	1	9058	2 ½"	10	0,69	7,97					1	3,6																			115,70	1.353,85																										
13	6-7	1	12808	2 ½"	19	0,97	31,05	1	1,8			1	3,6																			692,55	2.046,40																										
14	7-8	1	13972	2 ½"	22	1,05	7,62					1	3,6																			246,84	2.293,24																										
15	8-9	1	15054	2 ½"	25	1,14	2,88					1	3,6																			162,00	2.455,24																										
16	1-2	1	2998	1 ½"	15	0,62	9,77																									146,55	2.601,79																										
17	2-3	2	5604	2"	15	0,72	6,52					1	3																			142,80	2.744,59																										
18	3-4	2	7768	2"	27	0,98	7,96					1	3																			295,92	3.040,51																										
19	4-5	2	10072	2 ½"	12	0,77	7,02					1	3,6																			127,44	3.167,95																										
20	5-6	2	11990	2 ½"	17	0,92	19,96					1	3,6																			400,52	3.568,47																										
21	6-7	2	14348	2 ½"	24	1,12	6,66					1	3,6																			246,24	3.814,71																										
22	7-8	2	15410	2 ½"	26	1,16	4,71					1	3,6																			216,06	4.030,77																										
23	1-2	1-2	30464	4"	11	0,97	5,81	1	3			1	6																			162,91	4.193,68																										
24	IMPULSIÓN + RETORNO																															4.193,68	8.387,36																										
25	VALV. BATERIA FAN-COIL Ø1 1/4"				14	0,54											1	0,3				1	2,6						1	8	10,90	152,60	8.539,96																										
26	VALV. BOMBA			4"	11	0,97													4	3,6		1	15				1	8,3	1	25,4	63,10	694,10	9.234,06																										
27																																																											
28																																																											
29																																																											
30																																																											
31																																																											
32																																																											
33																																																											
34																																																											
35																																																											
																												Subtotal																															

Figura 9. Pérdida de carga en tuberías (Circuito1 Planta 3).

ANEXO IV: CÁLCULO DE CONDUCTOS

CÁLCULO DE CAUDALES

En este capítulo se han calculado los caudales de aire necesarios para el proyecto.

ZONAS A VENTILAR CON UTAS

Los caudales de ventilación que tendrán que suministrar las UTAs en cada planta, se muestran en las Tablas 46 y 47.

Tabla 46. Caudal de ventilación Planta 2.

Local	Superficie [m ²]	Caudal [m ³ /h]
2.01	228	1641,6
2.02 A	294	2116,8
2.02 B	922	6638,4
2.02 C	241	1735,2
2.03	241	1735,2
2.05 A	411	2959,2
2.05 B	54	388,8
2.06	36	259,2
2.07	80	576
2.08	89	640,8
2.09	117	842,4
2.10-11	252	1814,4
2.12	88	633,6
2.13	741	5335,2
2.14A	540	3888
2.14B	134	964,8
2.15	191	1375,2
2.16	204	1468,8
2.17	63	453,6

2.18-19	714	5140,8
2.20	380	2736
2.21	75	540
2.22	234	1684,8
2.23	151	1087,2
2.24	124	892,8
2.25	114	820,8
2.28	49	352,8
2.29	79	568,8
2.30	263	1893,6
2.31-32	155	1116
2.33-34	265	1908
2.35	509	3664,8
2.36A	57	410,4
2.36B	66	475,2
2.37	27	194,4
2.38A	157	1130,4
2.38B	104	748,8
2.39	68	489,6
2.40	110	792
2.41	100	720
2.42	77	554,4
2.43	30	216
2.44	193	1389,6
2.45	55	396
2.46	52	374,4
2.47	86	619,2
2.48	88	633,6
2.49	43	309,6
2.50	35	252
2.51	27	194,4
2.52	74	532,8
2.53	68	489,6
2.54	46	331,2
TOTAL		69.127,2

Tabla 47. Caudal de ventilación Planta 3.

Local	Superficie [m ²]	Caudal [m ³ /h]
3.02B	55	396
3.03	65	468
3.04	92	883,2
3.05	95	912
3.06	149	1430,4
3.09	42	403,2
3.10	40	384
3.11	38	364,8
3.12	89	854,4
3.13	73	700,8
3.14	89	854,4
3.15	83	796,8
3.16	101	969,6
3.17	114	1094,4
3.18	289	2774,4
3.19	159	1526,4
3.20A	375	2700
3.20B	179	1288,8
3.21	200	1440
3.22-23	373	2685,6
3.24-25	419	3016,8
3.26-27	397	2858,4
3.28A	125	900
3.28B	89	640,8
3.29	422	3038,4
3.30	76	547,2
3.31	73	525,6
3.32	70	504
3.33	67	643,2
3.34	63	604,8
3.35	69	662,4
3.36	147	1411,2
3.37	99	950,4

3.38	85	816
3.39-40	269	2582,4
3.41	196	1411,2
3.42	119	856,8
3.43	69	496,8
3.44-45	256	1843,2
3.46	97	698,4
3.47	540	3888
3.48	603	4341,6
3.49	100	720
3.50	97	698,4

ZONAS A CLIMATIZAR CON ROOFTOPS

El caudal de aire necesario para hacer frente a las cargas de verano de los locales grandes, que son las más desfavorables, se ha calculado en la Tabla 48.

Tabla 48. Caudales requeridos por los locales grandes.

Local	Tipo	Calor sensible [kcal/h·10³]	Caudal [m³/h]
2.04	Local Inditex	161,768	49.818
2.26-27	Local Comercial	98,817	30.432
3.01	Local Inditex	68,296	21.033
3.02 A	Local Comercial	83,673	25.768
3.07-8	Local Comercial	171,809	52.910

Se ha decidido colocar dos climatizadores por local para que, en caso de que falle uno, haya otro que pueda hacer frente a parte de las cargas y no se quede totalmente sin equipo de climatización. Además, se han juntado en el mismo circuito los locales 3.01 y 3.02A, ya que tienen cargas inferiores al resto y están al lado, como se puede observar en los planos al final del documento. Por tanto, se han diseñado 4 circuitos.

Para hacer frente a las cargas del Mall de la Planta 2, hace falta combatir 154.065,2 kcal/h de calor sensible y, debido a la ubicación de los tramos de Mall, se ha dividido en 8 circuitos, para hacerlo lo más equilibrado posible. Cada circuito se muestra en la Tabla 49.

Tabla 49. Caudales requeridos por el Mall de la Planta 2.

Zona Mall	Calor sensible [kcal/h·10 ³]	Caudal [m ³ /h]
2.1	28822,2	8.734
2.2	20559	6.230
2.3	19641,6	5.952
2.4	28208,4	8.548
2.5	14137,2	4.284
2.6	19133,4	5.798
2.7	16978,5	5.145
2.8	11688,6	3.542

Para hacer frente a las cargas del Mall de la Planta 3, hace falta combatir 266.316,6 kcal/h de calor sensible y, debido a la ubicación de los tramos de Mall, también se ha dividido en 8 circuitos. Se muestra en la Tabla 50.

Tabla 50. Caudales requeridos por el Mall de la Planta 3.

Zona Mall	Calor sensible [kcal/h·10 ³]	Caudal [m ³ /h]
3.1	40342,5	12.223
3.2	29904,6	9.062
3.3	43065	13.043
3.4	41580	12.607
3.5	29700	8.998
3.6	43312,5	13.121
3.7	19206	5.822
3.8	19206	5.817

DIMENSIONES DE LOS CONDUCTOS

Con la información del aire necesario en cada zona se han dimensionado los conductos, de una forma similar a la de las tuberías.

CONDUCTOS DE VENTILACIÓN

Se han diseñado 6 circuitos por planta para llegar a todos los locales pequeños de la forma más eficiente, según su distribución en el edificio. Esta distribución es similar a la distribución de tuberías. Los resultados finales se pueden observar en el plano al final de documento, donde se representa los conductos de ventilación en azul y los de extracción en verde, siendo el caudal de extracción un 80% inferior al de ventilación

CONDUCTOS DE CLIMATIZACIÓN

Para los locales grandes se va a realizar un circuito por local, menos para los locales 3.01 y 3.02A, que al tener menos cargas que el resto y encontrarse al lado, se va a realizar un circuito para ambos. Para el *Mall* de cada planta se han colocado 8 rooftops por lo que es necesario dimensionar 8 circuitos para llegar adecuadamente a cada zona del *Mall*. Las dimensiones calculadas se recogen en los planos al final del documento, representados en color rosa para distinguirlos de la ventilación. En el plano solo se representan los conductos de impulsión ya que los de retorno presentan las mismas dimensiones, ya que los caudales por balance de caudales son muy semejantes. En los planos también se representan las rejillas.

DIMENSIONES DE LOS VENTILADORES

Una vez se han dimensionado los conductos, se calculan las pérdidas de carga que el ventilador tiene que hacer frente para que el aire llegue hasta el final de su recorrido. Para ello se ha calculado la pérdida de carga de cada circuito como se muestra en la Figura 10 de ejemplo. Las toberas se encuentran solo en las zonas a climatizar con todo aire, debido a que en el resto de los locales se cuentan con fan-coils para impulsar el aire.

Tramo	Q	Ø eq.	a x b	Long.	Tipo Acces	L. eq.	nº acces.	L. Total	mm.c.a/ml	Total
1-2	494	230	300x200	4,92	Reducción	2,5	1	7,42	0,08	0,5936
2-3	983	290	300x300	5,38	Reducción	3,26	1	8,64	0,08	0,6912
3-4	1476	340	400x300	3,31	Reducción	4,13	1	7,44	0,08	0,5952
4-5	1970	370	400x300	8,68			1	8,68	0,08	0,6944
5-6	2957	430	400x400	6,05	Reducción	6,16	1	12,21	0,08	0,9768
6-7	3953	480	500x400	8,05	Reducción	7,34	1	15,39	0,08	1,2312
7-8	4935	540	600x400	6,94	Reducción	7,34	1	14,28	0,08	1,1424
8-9	5430	550	600x500	2,21	Reducción	8,61	1	10,82	0,08	0,8656
9-10	5925	580	600x500	12,63	Codo	3,26	1	15,89	0,08	1,2712
10-Ventilador	5925	580	600x500	12	Codo	3,26	1	15,26	0,08	1,2208
Subtotal										9,2824
Tobera DUE-S-QR-LB/250										6,3
Pérdida en difusión										10%
Coef. Seg. %										
TOTAL										17,14

Figura 10. Pérdida de carga en conductos de climatización (Circuito 3 Planta 2).

PÉRDIDAS DE CARGA CIRCUITO DE VENTILACIÓN

En las Tablas 51 y 52 se muestran las pérdidas de carga en cada circuito de ventilación.

Tabla 51. Pérdida de carga ventilación Planta 2.

Circuito	Locales	Perdida de carga [mm.c.a]	Caudal [m³/h]
1	01-03	6,89	13.867,2
2	5A-14B	6,02	18.302,4
3	15-19	7,12	8.438,4
4	20-25	6,36	7.761,6
5	31-41,49	7,58	11.959,2
6	28-30,42-48,50-54	8,48	8.798,4

Tabla 52. Pérdida de carga ventilación Planta 3.

Circuito	Locales	Pérdida de carga [mm.c.a]	Caudal [m³/h]
1	02B,50	5,43	1.094,4
2	03-12	8,03	4.816,8
3	13-20B	6,12	12.705,6
4	21-29	6,21	14.580
5	33-41	7,49	9.081,6
6	30-32, 42-49	6,48	14.421,6

PÉRDIDAS DE CARGA CIRCUITO DE CLIMATIZACIÓN

En las Tablas 53, 54 y 55 se muestran las pérdidas de carga en cada circuito de climatización.

Tabla 53. Pérdida de carga climatización locales grandes.

Circuito	Pérdida de carga [mm.c.a]	Caudal [m³/h]
2.04	8,03	49.818
2.26-27	8,54	30.432
3.01-02A	9,21	46.801
3.07-8	8,12	52.910

Tabla 54. Pérdida de carga Mall Planta 2.

Circuito	Pérdida de carga [mm.c.a]	Caudal [m³/h]
1	11,31	8.734
2	15,79	6.230
3	17,14	5.952
4	12,73	8.548
5	14,7	4.284
6	13,48	5.798
7	11,27	5.145
8	10,67	3.542

Tabla 55. Pérdida de carga Mall Planta 3.

Circuito	Pérdida de carga [mm.c.a]	Caudal [m³/h]
1	16,35	12.223
2	15,57	9.062
3	11,56	13.043
4	14,73	12.607
5	11,7	8.998
6	12,47	13.121
7	15,65	5.822
8	16,46	5.817

ANEXO V: TABLAS

DIAGRAMAS PSICOMÉTRICOS

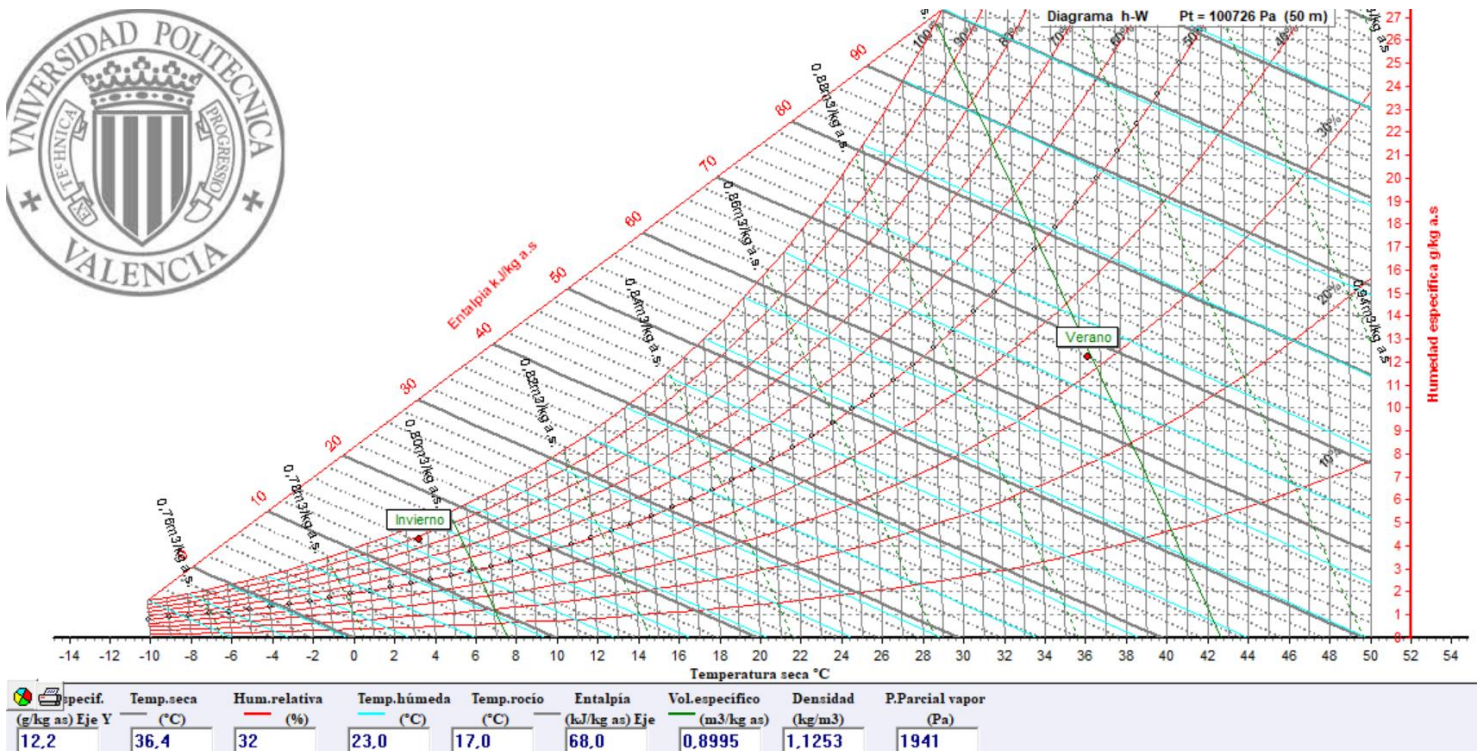


Figura 11. Diagrama psicrométrico de verano en Huelva. [13]

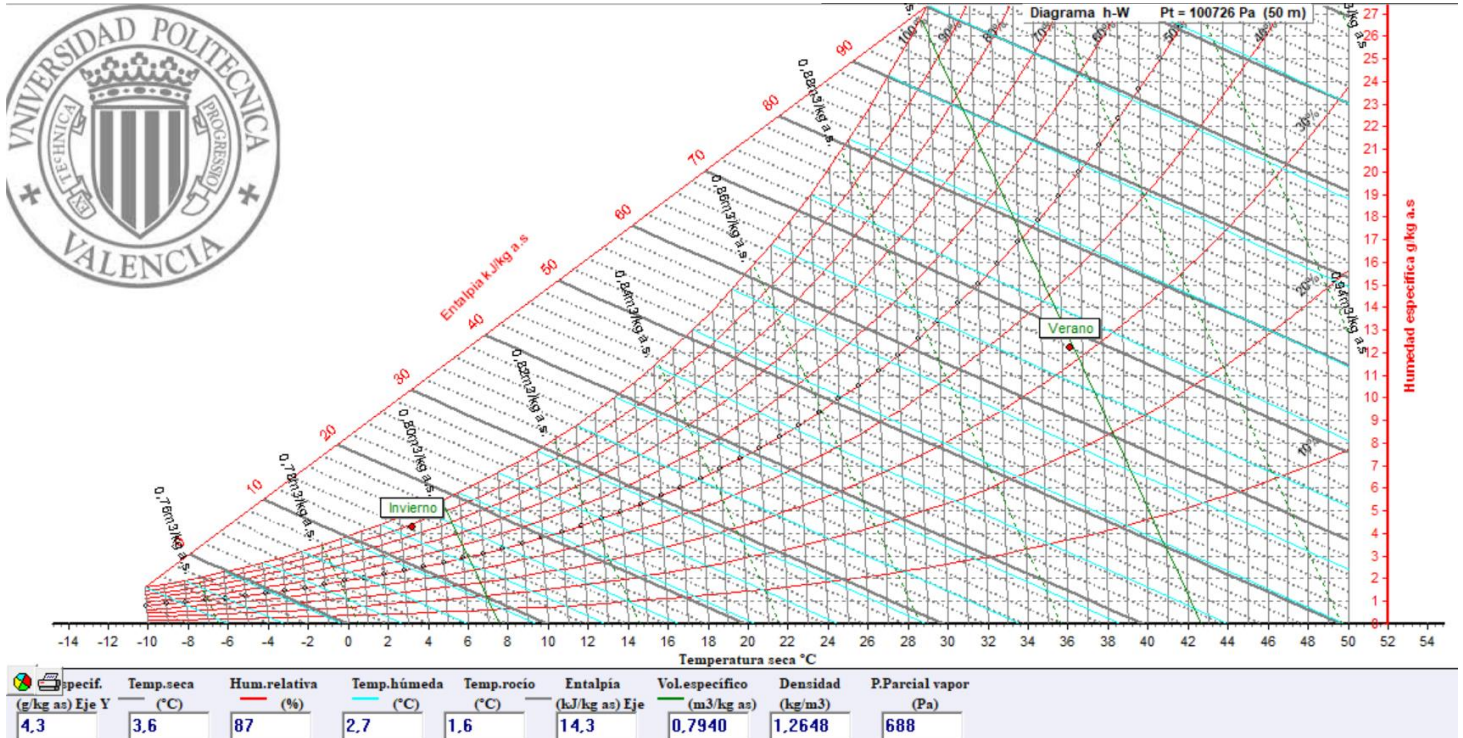


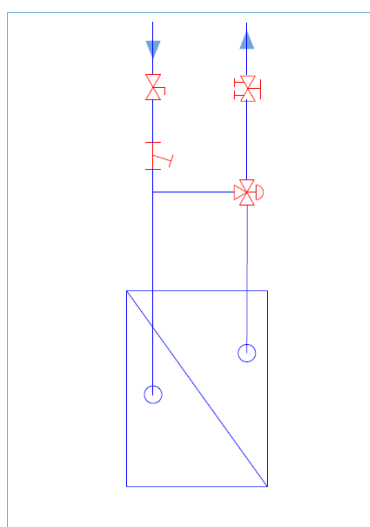
Figura 12. Diagrama psicrométrico de invierno en Huelva. [13]

TABLA DE DIÁMETROS DE TUBERÍAS

		DIN 2440											
Ø nominal	pulgadas	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
Ø interior	mm	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Perdida de carga en mm.c.a. / ml		12,5	16	21,6	27,2	35,9	41,8	53	68,8	80,8	105,3	130	155,4
		CAUDAL EN L/H											
		VELOCIDAD EN M/S											
3	49	130	210	394	848	1.273	2.441	4.915	7.472	15.299	26.967	43.037	
	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	0,66	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	

VALVULERÍA DE CONEXIÓN

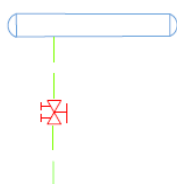
DETALLE CONEXION TUBERIA A BATERIAS



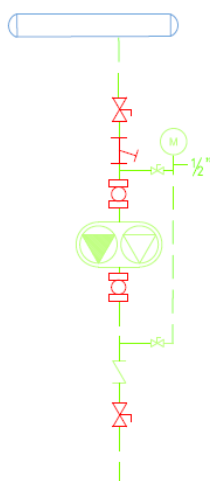
-  VÁLVULA DE CORTE
-  FILTRO
-  VÁLVULA REGULACIÓN MICROMÉTRICA
-  VÁLVULA DE CONTROL 3 VÍAS

DETALLE VALVULERÍA EN BOMBAS

RETORNO DE BOMBA



IMPULSIÓN



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

PÉRDIDAS DE CARGA EN ACCESORIOS DE TUBERÍAS

Accesorios/Válvulas		Longitud equivalente (m)														
Ø	pulgadas mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"	8"	10"	12"
		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 DE DIÁMETROS CIRCULARES DE CONDUCTOS

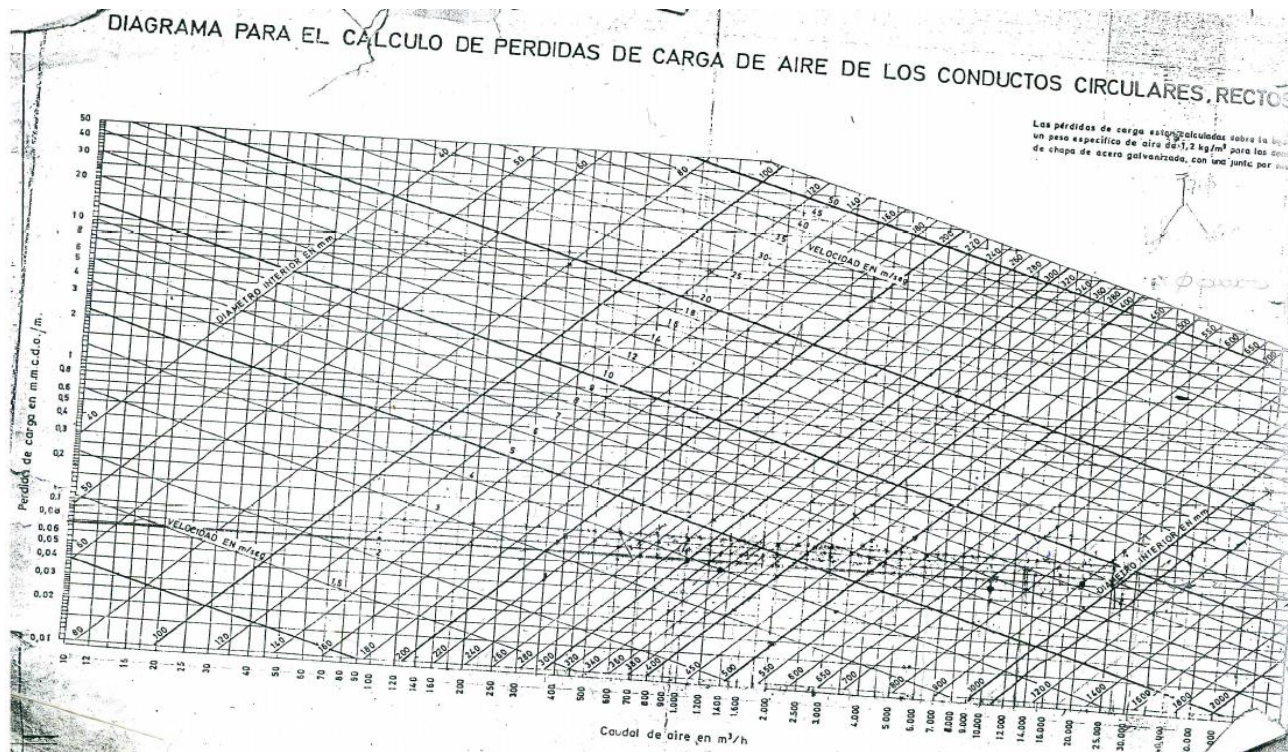
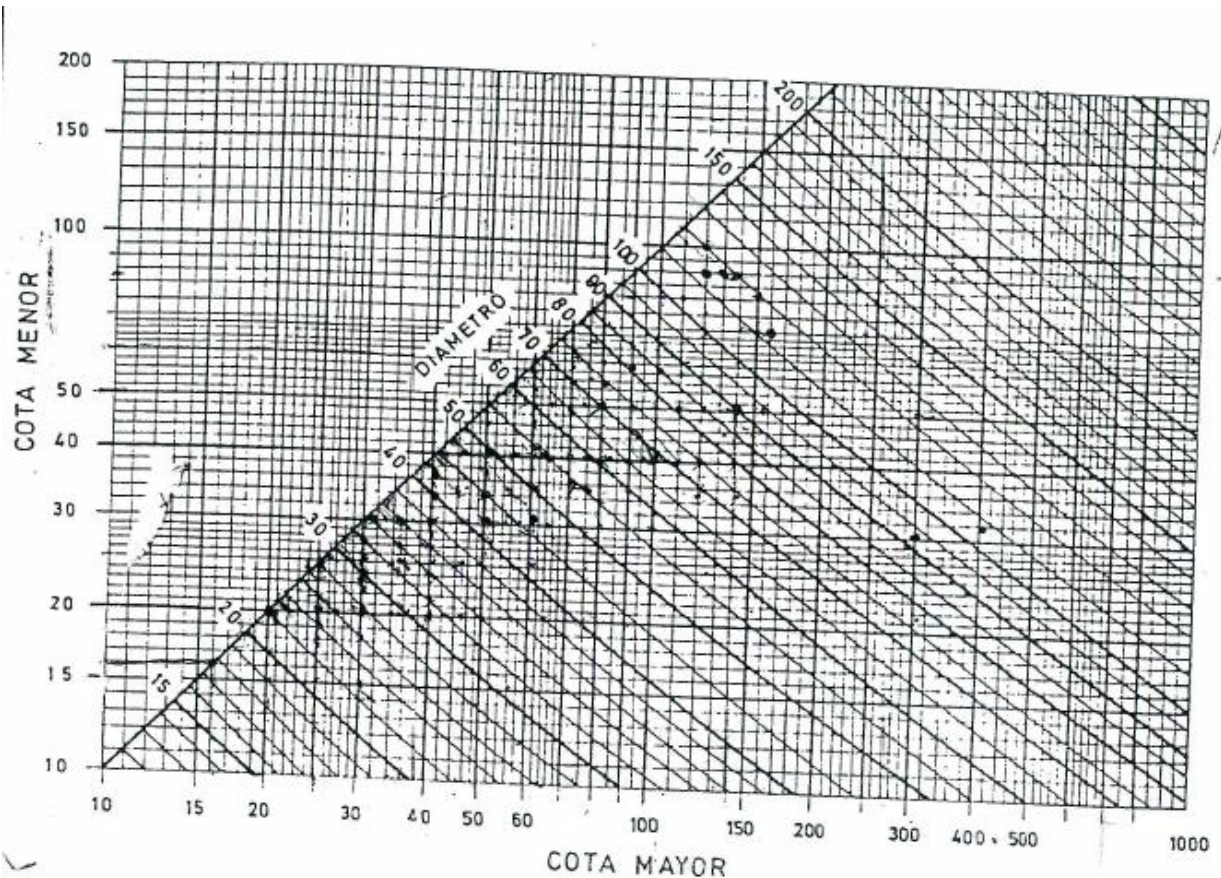


DIAGRAMA DE TRANSFORMACIÓN DE CONDUCTOS



PÉRDIDAS DE CARGA EN ACCESORIOS DE CONDUCTOS

LONGITUD EQUIVALENTE EN ML DE ACCESORIOS PARA REDES DE CONDUCTOS

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

DOCUMENTO 3:

PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

En este documento se ha calculado un presupuesto en detalle de la climatización del centro comercial. Se han elegido equipos que pertenecen al mismo modelo y fabricante, Carrier siempre que ha sido posible, y de esta forma reducir los costes y facilitar las labores de mantenimiento y operación

1. RESUMEN

Los precios se han obtenido de la página web del fabricante, salvo varias excepciones que se han obtenido del software Generador de Precios de CYPE Ingenieros S.A. [14]. En la Tabla 56 se muestra un resumen.

Tabla 56. Resumen del presupuesto de la instalación.

Equipo	Precio [€]
Bombas de calor	514.831,76
Bombas de impulsión	81.704,00
Fan-coils	478.060,00
Tuberías	147.760,23
Valvulería	41.284,16
Unidades de tratamiento de aire	267.200,00
Rooftops	546.627,44
Toberas	20.941,17
Rejillas	36.233,76
Conductos	343.908,10
Accesorios conductos	143.418,89
TOTAL	2.621.969,51 €

2. BOMBAS DE CALOR

Las bombas de calor son las unidades de generación de energía primaria. Se adquieren todas del mismo modelo; 5 para los locales, las cuales tienen un mayor tamaño y capacidad, y dos más pequeñas, para las UTAs. El modelo elegido de bomba de calor reversible agua-aire es la versión prémium AquaSnap® con tecnología Greenspeed, para aplicaciones de carga parcial con alta eficiencia, del fabricante Carrier. Equipada con ventiladores y bomba de velocidad variable, además su diseño permite reducir los costes de mantenimiento durante la vida útil. Sistema de regulación inteligente SmartVuTM muestra los parámetros de funcionamiento en tiempo real. Presenta niveles sonoros particularmente bajos. Opera desde -20 °C hasta +48 °C. Refrigerante R-32 para reemplazar el R-410A de elevado GWP. SEER hasta 5,4 y SCOP hasta 3,9.

Tabla 57. Presupuesto de las bombas de calor.

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unidad [€]	Precio total [€]
Bomba de calor	CARRIER 30RQP – 520R	Potencia de calefacción: 537 kW. Potencia de refrigeración: 500 kW. Dimensiones: 4798 x 2253 x 2324mm. Peso: 3430 kg.	5	82.365,23	411.826,15
Bomba de calor	CARRIER 30RQP – 470R	Potencia de calefacción: 467 kW. Potencia de refrigeración: 439 kW. Dimensiones: 4798 x 2253 x 2324mm. Peso: 3180 kg.	1	57.241,76	57.241,76
Bomba de calor	CARRIER 30RQP – 370R	Potencia de calefacción: 387 kW. Potencia de refrigeración: 362 kW. Dimensiones: 3604 x 2253 x 2324mm. Peso: 2672 kg.	1	45.763,85	45.763,85
TOTAL					514.831,76 €

3. BOMBAS DE IMPULSIÓN

Las bombas de impulsión son del fabricante GRUNDFOS. Son bombas en línea simple de rotor seco equipadas con un cierre mecánico no balanceado según EN 12756 y accionadas por un motor asíncrono según IEC 60034. Son adecuadas para:

- Aire acondicionado en edificación comercial
- Calefacción edificación comercial
- Recirculaciones en edificación comercial

Que son las labores exactas que van a desempeñar.

Tabla 58. Presupuesto de las bombas de impulsión.

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unidad [€]	Precio total [€]
Bomba de impulsión	GRUNDFOS TP 65-210/2	Velocidad predeterminada: 2910 rpm. Caudal nominal 46.300 l/h. Presión máx trabajo: 16 bar. Peso: 74 kg.	16	3.980,00	63.680,00
Bomba de impulsión	GRUNDFOS TP 65-240/4	Velocidad predeterminada: 1455 rpm. Caudal nominal 47.500 l/h. Presión máx trabajo: 16 bar. Peso: 104 kg.	2	5.459,00	10.918,00
Bomba de impulsión	GRUNDFOS TP 65-120/2	Velocidad predeterminada: 2880 rpm. Caudal nominal 25.700 l/h. Presión máx trabajo: 16 bar. Peso: 36,1 kg.	2	3.553,00	7.106,00
			TOTAL		81.704,00 €

4. FAN-COILS

Lo fan-coils elegidos para climatizar todos los locales pequeños del centro comercial son de la marca Carrier modelo 42 GW con Motor LEC. Pertenecen a la gama de fan-coils tipo cassette de 2 vías, de los cuales se han seleccionado 4 tamaños con capacidad de refrigeración de 2,4 a 9,6 kW. Presentan un bajo nivel sonoro y toma de aire exterior. El precio (€) mostrado de los fan-coils incluye filtro G1 y bomba de condensados. No incluye la rejilla, que viene separada de la unidad, el termostato ni las válvulas.

Tabla 59. Presupuesto de los fan-coils.

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unidad [€]	Precio total [€]
Fan-coil	CARRIER 42GW – 709C	Capacidad de refrigeración: 9,55 kW Capacidad de calefacción: 11,03 kW Potencia sonora: 61 dB (A). Consumo: 115 W. Caudal de aire: 443 l/s. Dimensiones: 302 x 822 x 879 mm. Peso: 44,6 kg.	230	1.145,00	263.350,00
Fan-coil	CARRIER 42GW – 609C	Capacidad de refrigeración: 7,19 kW. Capacidad de calefacción: 8,51 kW. Potencia sonora: 54 db (A). Consumo: 45 W. Caudal de aire: 321 l/s. Dimensiones: 302 x 822 x 879 mm. Peso: 44,6 kg.	40	1.065,00	42.600,00

Fan-coil	CARRIER 42GW – 509C	Capacidad de refrigeración: 6,08 kW. Capacidad de calefacción: 6,84 kW. Potencia sonora: 49 dB (A). Consumo: 25 W. Caudal de aire: 272 l/s. Dimensiones: 302 x 822 x 879 mm. Peso: 42,0 kg.	24	1.000,00	24.000,00
Fan-coil	CARRIER 42GW – 409C	Capacidad de refrigeración: 4,68 kW. Capacidad de calefacción: 5,28 kW. Potencia sonora: 57 dB (A). Consumo: 57 W. Caudal de aire: 249 l/s. Dimensiones: 298 x 569 x 627 mm. Peso: 19,5 kg.	1	780,00	780,00
Fan-coil	CARRIER 42GW – 309C	Capacidad de refrigeración: 3,98 kW. Capacidad de calefacción: 3,68 kW. Potencia sonora: 53 dB (A). Consumo: 33 W. Caudal de aire: 204 l/s. Dimensiones: 298 x 569 x 627 mm. Peso: 19,5 kg.	4	750,00	3.000,00
Rejilla	42GW9001	Para los modelos 309/409	5	125,00	625,00
Rejilla	42GW9002	Para los modelos 509/609/709	294	200,00	58.800,00
Válvula	42GWS9KIT1	Válvula de 3 vías-2 tubos. 230V On-Off Tamaños: 309/409	5	150,00	750,00

Válvula	42GWS9KIT3	Válvula de 3 vías-2 tubos. 230V On-Off Tamaños: 509/609/709	294	245,00	72.030,00
Termostato	42E9X CONTR15 EC485MOD	Termostato digital con pantalla para fan-coils con motor EC. Con comunicación.	97	125,00	12.125,00
			TOTAL		478.060,00 €

5. TUBERÍAS

Las tuberías son tubos de acero negros, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M. De diferentes tamaños y espesores, según UNE-EN 10255, con el precio incrementado el 30% en concepto de accesorios y piezas especiales. Además, se incluye el precio del material auxiliar para el montaje y sujeción a la obra de las tuberías de acero.

Tabla 60. Presupuesto de las tuberías.

Partida	Código	Descripción	Uds. [m]	Precio unidad [€]	Precio total [€]
Tubería	Acero negro DN 2440 Ø ¾"	Tubería formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M.	20,12	14,14	284,50
Tubería	Acero negro DN 2440 Ø 1"	Tubería formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M.	50,85	17,06	867,50
Tubería	Acero negro DN 2440 Ø 1 ¼"	Tubería formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M.	230,75	19,59	5.387,89
Tubería	Acero negro DN 2440 Ø 1 ½"	Tubería formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M.	483,24	21,51	10.394,49
Tubería	Acero negro DN 2440 Ø 2"	Tubería formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M.	889,45	26,61	23.668,26
Tubería	Acero negro DN 2440 Ø 2 ½"	Tubería formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M.	1.211,27	31,34	37.961,20

Tubería	Acero negro DN 2440 Ø 3"	Tubería formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M.	1.080,15	38,13	41.186,12
Tubería	Acero negro DN 2440 Ø 4"	Tubería formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M.	490,30	51,63	25.314,18
Tubería	Acero negro DN 2440 Ø 5"	Tubería formada por tubo de acero negro, con soldadura longitudinal por resistencia eléctrica, serie M.	40,50	66,57	2.696,09
TOTAL					147.760,23 €

6. VALVULERÍA

A continuación, se muestran las válvulas para el correcto funcionamiento de la red hidráulica.

- Las válvulas de equilibrado STAD tienen extraordinaria precisión en la medida de caudales de agua en una amplia gama de aplicaciones. Ideales para el uso en circuitos de producción/distribución de sistemas de calefacción y refrigeración.
- La gama de válvulas de mariposa Sylax de SOCLA tienen un alto nivel de calidad y rendimiento para múltiples aplicaciones en y goza de referencias y homologaciones en diversos sectores.
- La válvula de retención o anti retorno EB 231 está certificada según las normas anticontaminación NF. Esta válvula anti retorno está diseñada para la protección de red de agua potable contra el reflujo contaminado.

Tabla 61. Presupuesto de la valvulería.

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unidad [€]	Precio total [€]
Válvula equilibrado	STAD DN 1"	Funciones de equilibrado, preajuste, medida, corte y vaciado. Temperatura máx: 120°C. Temperatura mín: -20°C.	4	51,70	206,80
Válvula equilibrado	STAD DN 1 ¼"	Funciones de equilibrado, preajuste, medida, corte y vaciado. Temperatura máx: 120°C. Temperatura mín: -20°C.	12	77,30	927,60
Válvula equilibrado	STAD DN 1 ½"	Funciones de equilibrado, preajuste, medida, corte y vaciado. Temperatura máx: 120°C. Temperatura mín: -20°C.	18	93,10	1.675,80
Válvula equilibrado	STAD DN 2"	Funciones de equilibrado, preajuste, medida, corte y vaciado. Temperatura máx: 120°C. Temperatura mín: -20°C.	30	121,85	3.655,50

Válvula equilibrado	STAD DN 2 ½"	Funciones de equilibrado, preajuste, medida, corte y vaciado. Temperatura máx: 120°C. Temperatura mín: -20°C.	50	235,65	11.782,50
Válvula equilibrado	STAD DN 3"	Funciones de equilibrado, preajuste, medida, corte y vaciado. Temperatura máx: 120°C. Temperatura mín: -20°C.	42	442,87	18.600,54
Válvula mariposa	SOCLA SYLAX DN 3"	Desarrollada para los procesos industriales, la química, circuitos de refrigeración, calefacción urbana y redes de vapor. Temperatura máx: 220°C. Temperatura mín: -50°C.	2	50,85	101,70
Válvula mariposa	SOCLA SYLAX DN 4"	Desarrollada para los procesos industriales, la química, circuitos de refrigeración, calefacción urbana y redes de vapor. Temperatura máx: 220°C. Temperatura mín: -50°C.	10	66,56	665,60
Válvula mariposa	SOCLA SYLAX DN 5"	Desarrollada para los procesos industriales, la química, circuitos de refrigeración, calefacción urbana y redes de vapor. Temperatura máx: 220°C. Temperatura mín: -50°C.	8	91,67	733,36
Válvula retención	SOCLA EB231 DN 3"	Válvula anti retorno de agua. Material de acero inoxidable con juntas hembra - hembra	2	128,39	256,78
Válvula retención	SOCLA EB231 DN 4"	Válvula anti retorno de agua. Material de acero inoxidable con juntas hembra - hembra	10	143,43	1.434,30
Válvula retención	SOCLA EB231 DN 5"	Válvula anti retorno de agua. Material de acero inoxidable con juntas hembra - hembra	8	155,46	1.243,68
TOTAL					41.284,16 €

7. UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE

Las unidades de tratamiento de aire elegidas son 8 unidades del modelo 39 SQR – 1212 del fabricante Carrier. Son UTAs diseñadas para asegurar una extracción económica del aire viciado y un aporte de aire de renovación en aplicaciones comerciales y del sector servicios, respondiendo al mismo tiempo a las exigencias de los edificios de alto rendimiento energético.

Tabla 62. Presupuesto de las UTAs.

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unidad [€]	Precio total [€]
UTA	CARRIER 39SQR-1212	Capacidad de refrigeración: 139,7 kW. Capacidad de calefacción: 300 kW. Potencia sonora: 86 dB (A). Presión de la unidad: 1050 Pa. Caudal de aire: 18.000 m ³ /h.	8	33.400,00	267.200,00
			TOTAL		267.200,00 €

8. ROOFTOPS

Una unidad rooftop es un sistema unitario instalado en el exterior que proporciona aire acondicionado a la habitación a través de conductos con la capacidad de suministrar calefacción, refrigeración y ventilación en una unidad compacta.

Se ha elegido el modelo 50UP de Carrier, cuyas baterías están formadas por aletas de aluminio sobre tubos de cobre con un ranurado interno. Utilizan ventiladores de tipo axial, dos velocidades y diseño específico de Carrier Flying Bird™ de IV/VI generación, que están fabricados con material compuesto resistente a la corrosión en el lado del condensador y con un funcionamiento muy silencioso.

Tabla 63. Presupuesto de los rooftops.

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unidad [€]	Precio total [€]
Rooftop	CARRIER 50UP-160	Capacidad de refrigeración: 158,3 kW. Capacidad de calefacción: 182,6 kW. Potencia sonora: 88,6 dB (A). Presión de la unidad: 450 Pa. Caudal de aire: 27.928 m³/h. Número ventiladores: 4.	4	37.580,63	150.322,52
Rooftop	CARRIER 50UP-140	Capacidad de refrigeración: 137,7 kW. Capacidad de calefacción: 150,9 kW. Potencia sonora: 84,7 dB (A). Presión de la unidad: 450 Pa. Caudal de aire: 25.175 m³/h. Número ventiladores: 2	2	32.790,54	65.581,08
Rooftop	CARRIER 50UP-105	Capacidad de refrigeración: 102 kW. Capacidad de calefacción: 116,6 kW. Potencia sonora: 84,5 dB (A). Presión de la unidad: 450 Pa. Caudal de aire: 17.400 m³/h. Número ventiladores: 2	6	29.447,03	176.682,18

Rooftop	CARRIER 50UP-065	Capacidad de refrigeración: 64,1 kW. Capacidad de calefacción: 65 kW. Potencia sonora: 83,8 dB (A). Presión de la unidad: 650 Pa. Caudal de aire: 12.556 m ³ /h. Número ventiladores: 1	4	17.588,92	70.355,68
Rooftop	CARRIER 50UP-045	Capacidad de refrigeración: 43,2 kW. Capacidad de calefacción: 47,8 kW. Potencia sonora: 82,7 dB (A). Presión de la unidad: 850 Pa. Caudal de aire: 9.082 m ³ /h. Número ventiladores: 1	7	10.620,19	74.341,33
Rooftop	CARRIER 50UP-025	Capacidad de refrigeración: 25 kW. Capacidad de calefacción: 28,9 kW. Potencia sonora: 80,7 dB (A). Presión de la unidad: 1150 Pa. Caudal de aire: 5.046 m ³ /h. Número ventiladores: 1	1	9.344,65	9,344,95
TOTAL					546.627,44 €

9. TOBERAS

Las toberas elegidas son del modelo DUE de la marca TROX. Son toberas de largo alcance que se utilizan preferentemente en instalaciones donde el aire debe recorrer elevadas distancias hasta la zona de ocupación.

La orientación de la vena de impulsión puede realizarse manualmente in situ, o realizar el movimiento hacia arriba o hacia abajo con un ángulo de movimiento de +/- 30°, mediante un motor. Las toberas DUE ofrecen, debido a su óptima construcción aerodinámica, un bajo nivel sonoro. De esta forma, las toberas de largo alcance pueden integrarse en salas con exigencias acústicas de mayor nivel como teatros, museos, salas de conciertos, etc. Por ello son muy adecuadas para centros comerciales.

Tabla 64. Presupuesto de las toberas.

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unidad [€]	Precio total [€]
Tobera	TROX DUE-S-QR- LB/250	Caudal: 590 m ³ /h. Lw dB: 30 A. Δp : 61 Pa. Penetración: 11,5 m.	138	86,57	11.946,66
Tobera	TROX DUE-S-QR- LB/315	Caudal: 925 m ³ /h. Lw dB: 30 A. Δp : 73 Pa. Penetración: 12 m.	75	95,89	7.191,75
Tobera	Multitobera TROX DUE-S-Q-M4- LB/315	S: Orientable. Q: Integ. en placa cuadrada. M4: 4 toberas en línea. LB: chapa perforada. Caudal: 1.800 m ³ /h.	12	150,23	1.802,76
TOTAL					20.941,17 €

10. REJILLAS

Las rejillas de ventilación son unidades terminales para el aire para impulsión y el de retorno, adecuadas para su instalación en instalaciones de climatización. Disponen de lamas de aire regulables que permiten adaptar la dirección de salida del aire según las necesidades de la sala. El resultado es una ventilación por mezcla de aire en zonas de confort, conas comerciales e industriales, con una buena cobertura de toda la estancia.

Los materiales de las rejillas son los siguientes:

- Marco de chapa de acero galvanizado.
- Lamas de aluminio.
- Uniones y tramos extremos de lama en plástico resistente a elevadas temperaturas, con retardo de llama en cumplimiento con UL 94, V0.
- Marco y lamas pintadas en blanco RAL 9010

Tabla 65. Presupuesto de las rejillas.

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unidad [€]	Precio total [€]
Rejilla	TROX X-GRILLE	Tamaño 525 x 125 mm Caudal máximo de 1.100 m ³ /h Caudal mínimo de 40 m ³ /h.	456	79,46	36.233,76
				TOTAL	36.233,76 €

11. CONDUCTOS

Los conductos son de chapa de acero galvanizado con aislante, el material más utilizado habitualmente, certificado con z200-275 en espesores, 0,6, 0,8,1 y 1,2 mm según las dimensiones del conducto. Los conductos seleccionados cuentan con unión con brida tipo METU, espesor acorde a la UNE 100.102.88, incluyen accesorios, elementos de unión e instalación. Cuentan con aislamiento y chapa de 0,6 mm de espesor.

Tabla 66. Presupuesto de los conductos.

Partida	Código	Descripción	Uds. [m]	Precio unidad [€]	Precio total [€]
Conducto	Acero galvanizado	Conducto de chapa de acero galvanizado con aislante Unión con brida tipo METU Chapa de 0.6 mm de espesor.	5.766,40	59,68	343.908,10
				TOTAL	343.908,10 €

12. ACCESORIOS DE CONDUCTOS

Accesorios para conductos de la marca TROX para asegurar el perfecto funcionamiento del sistema del aire y su seguridad.

- Las compuertas cortafuego son de forma rectangular para aislamiento de paso de conductos los cuales atraviesan sectores de incendio, indicadas para instalación en múltiples situaciones y disponibles en una gran variedad de tamaños y ejecuciones.
- Las compuertas multilama también son de forma rectangular para la regulación del caudal de aire y la presión, indicadas a su vez, para el cierre de conductos de aire y aperturas existentes en pared o forjados. La estanqueidad de la carcasa está en cumplimiento con EN 1751, clase C. Lamas aerodinámicas dispuestas en paralelo u opuestas. Además, las lamas están conexas entre sí mediante accionamiento exterior.

Tabla 67. Presupuesto de los accesorios de conductos.

Partida	Código	Descripción	Uds.	Precio unidad [€]	Precio total [€]
Compuerta cortafuego	FKA2-EU 200x300 mm	Cumple con la norma DIN EN 15650, forma rectangular. Ensayo de resistencia al fuego en cumplimiento DIN EN 1366-2.	59	392,65	23.166,35
Compuerta cortafuego	FKA2-EU 300x400 mm	Cumple con la norma DIN EN 15650, forma rectangular. Ensayo de resistencia al fuego en cumplimiento DIN EN 1366-2.	63	451,27	28.430,01
Compuerta cortafuego	FKA2-EU 500x400 mm	Cumple con la norma DIN EN 15650, forma rectangular. Ensayo de resistencia al fuego en cumplimiento DIN EN 1366-2.	32	473,45	15.150,40

Compuerta cortafuego	FKA2-EU 600x400 mm	Cumple con la norma DIN EN 15650, forma rectangular. Ensayo de resistencia al fuego en cumplimiento DIN EN 1366-2.	29	507,29	14.711,41
Compuerta cortafuego	FKA2-EU 650x400 mm	Cumple con la norma DIN EN 15650, forma rectangular. Ensayo de resistencia al fuego en cumplimiento DIN EN 1366-2.	27	546,78	14.763,06
Compuerta cortafuego	FKA2-EU 600x500 mm	Cumple con la norma DIN EN 15650, forma rectangular. Ensayo de resistencia al fuego en cumplimiento DIN EN 1366-2.	33	587,97	19.403,01
Compuerta cortafuego	FKA2-EU 800x500 mm	Cumple con la norma DIN EN 15650, forma rectangular. Ensayo de resistencia al fuego en cumplimiento DIN EN 1366-2.	9	609,89	5.489,01
Compuerta cortafuego	FKA2-EU 800x600 mm	Cumple con la norma DIN EN 15650, forma rectangular. Ensayo de resistencia al fuego en cumplimiento DIN EN 1366-2.	5	642,85	3.214,25
Reguladores caudal	200x300 mm	Compuertas de regulación multilama con accionamiento exterior, con posibilidad de movimiento de lamas en sentido paralelo u opuesto.	92	118,75	10.925,00
Reguladores caudal	250x300 mm	Compuertas de regulación multilama con accionamiento exterior, con posibilidad de movimiento de lamas en sentido paralelo u opuesto.	29	127,11	3.686,19

Reguladores caudal	300x400 mm	Compuertas de regulación multilama con accionamiento exterior, con posibilidad de movimiento de lamas en sentido paralelo u opuesto.	17	142,45	2.421,65
Reguladores caudal	350x400 mm	Compuertas de regulación multilama con accionamiento exterior, con posibilidad de movimiento de lamas en sentido paralelo u opuesto.	13	158,35	2.058,55
				TOTAL	143.418,89 €

DOCUMENTO 4:

PLIEGO DE

CONDICIONES

PLIEGO DE CONDICIONES

1. FINALIDAD DEL PLIEGO

El Pliego de Condiciones tiene como finalidad la definición y determinación de los siguientes aspectos:

1. Extensión de los trabajos a realizar por el instalador.
2. Materiales complementarios que aseguren el acabado perfecto de la instalación, no relacionados explícitamente en el presupuesto pero que, por su lógica aplicación, quedan incluidos en el suministro del instalador.
3. Calidad y forma de instalación de los diferentes equipos, elementos primarios y auxiliares.
4. Pruebas y ensayos parciales para realizar durante el transcurso de los montajes provisionales y definitivos de las correspondientes entregas.
5. Las garantías exigidas tanto en los materiales, como en su montaje o en su funcionamiento conjunto.

2. ASPECTOS COMPRENDIDOS

Es total competencia del instalador el suministro de todos los elementos y materiales, mano de obra, medios auxiliares y, en general, aquellos conceptos necesarios para el perfecto acabado y puesta a punto de las instalaciones. Ello se debe realizar de la forma en la que se describe en la Memoria, se requiere en el Presupuesto, se representa en los Planos y cuya calidad y montaje se indican en este Pliego de Condiciones Técnicas.

Los cinco documentos de proyecto: Memoria, Anexos, Presupuesto, Pliego de Condiciones Técnicas y Planos, forman todo un conjunto. Si fuese advertida o existiese una posible discrepancia entre los cinco documentos anteriores, su interpretación será la que determine la Dirección Facultativa.

Es de responsabilidad del instalador el **cumplimiento de la normativa oficial vigente** al respecto del proyecto. Si en el mismo existiesen conceptos ocultos que se desviasen o no cumpliesen las mismas, es obligación del instalador comunicarlo a la Dirección Técnica y Propiedad en la forma que se describirá más adelante y, en ningún caso, efectuar un montaje o un suministro que contravenga la normativa. También es responsabilidad del instalador la presentación en tiempo, modo y forma de la documentación mencionada, así como la consecución de los permisos.

3. ASPECTOS NO COMPRENDIDOS

En general quedan excluidos de realización por parte del instalador los conceptos que responden a actividades de albañilería, resumidos en los siguientes puntos:

1. Bancadas de obra civil para maquinaria, (por contra las bancadas metálicas para apoyo de los equipos si será competencia del Instalador).
2. Protección de canalizaciones, cuyo montaje sea realizado por el suelo. Esta protección se refiere al mortero de cemento y arena u hormigón para proteger las mencionadas canalizaciones del tránsito de la obra.
3. Apertura de rozas y posterior recibido de las instalaciones con el mortero correspondiente.
4. Apertura de huecos en suelos, paredes, forjados u otros elementos de obra civil o albañilería para la distribución de las diferentes canalizaciones. Así mismo queda excluido el recibido del correspondiente pasamuros, marco, bastidor, etc., en los huecos abiertos. Es, sin embargo, competencia del instalador el correspondiente elemento a recibir en la obra civil bien sea marco, bastidor, etc., y la determinación de los huecos en la forma y modo que se indicará más adelante.
5. Recibido de soportería de instalaciones, siempre que en los mismos se utilice material de construcción. Cuando el recibido pueda efectuarse por un tipo mecánico como disparos, taladros, etc. será a costa del instalador. La soportería siempre será a costa del instalador.
6. Ayudas de estricto peonaje y maquinaria para carga y descarga y elevación de materiales hasta el lugar de ejecución.

7. En general cualquier tipo de albañilería necesaria para el montaje de las instalaciones.
8. Almacenes, aseos, etc., necesarios para los instaladores durante el desarrollo de los montajes.
9. Suministro de agua y electricidad necesarios para el montaje.

Al igual que en anteriores capítulos todo lo anterior se entiende excluido, salvo que, en el contrato, de forma concreta o explícita, se incluya cualquiera de los puntos anteriores.

4. MODIFICACIONES

Sólo serán admitidas modificaciones a lo indicado en el proyecto por alguna de las siguientes causas:

- Mejoras en la calidad, cantidad o montaje de los diferentes componentes de la instalación, siempre y cuando no quede afectado el presupuesto.
- Cambios en la arquitectura de la instalación y, con ello, la variación de su obra correspondiente. En este caso la variación de construcciones será exclusivamente la que desarrolle la Dirección de obra o, en su lugar, el instalador con la aprobación de esta organización.

5. REGLAMENTACIÓN DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

Con total independencia de las prescripciones indicadas en los documentos del proyecto, es prioritario para el instalador el cumplimiento de cualquier reglamentación de obligado cumplimiento que afecte a su instalación, bien sea de índole nacional, autonómico, municipal, de Compañías o, en general, de cualquier ente que pueda afectar a la puesta en marcha legal y necesaria para la consecución de las funciones del edificio, siendo por tanto competencia y responsabilidad del instalador la previa revisión del proyecto antes de que realice ningún pedido ni que ejecute ningún montaje y su denuncia a la Dirección y Propiedad de cualquier concepto no compatible con la reglamentación exigida. Esta comunicación deberá ser realizada por escrito y entregada en mano a la Dirección de obra.

Los materiales, equipos y trabajos precisos para identificar la instalación a la reglamentación de obligado cumplimiento no supondrán ningún sobre costo sobre la cifra contratada con el instalador. Si además fuese preciso reformar la instalación montada por incumplimiento de la reglamentación, no sólo los trabajos de reforma y nuevos materiales y equipos serán totalmente a cargo del instalador, sino también los daños y perjuicios que los mismos puedan ocasionar a la obra. Por todo ello el instalador, previa a la realización de ningún montaje o pedido de materiales, deberá haber presentado y conformado la documentación precisa en los organismos y entidades pertinentes.

En ningún caso el instalador podrá justificar incumplimiento de normativas por identificación de proyecto o por instrucciones directas de la Dirección de obra.

6. REDES DE AGUA

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las redes de agua, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto.

El montaje deberá ser de primera calidad y completo. Siempre que sea posible, las tuberías deberán instalarse paralelas a las líneas de edificio, a menos que se indique de otra forma. En la alineación de las tuberías no se admitirán desviaciones superiores al 2 por mil. Toda la tubería, válvulas, etc. deberán ser instaladas suficientemente separadas de otros materiales y obras. Serán instaladas para asegurar una circulación del fluido sin obstrucciones, eliminando bolsas de aire y permitiendo el fácil drenaje de los distintos circuitos. Para ello se mantendrán pendientes mínimas de 5 mm/m. en sentido ascendente para la evacuación de aire o descendente para desagüe de punto bajo.

La tubería será instalada de forma que permita su libre expansión, sin causar desperfectos a otras obras o al equipo al cual se encuentre conectada equipándola con suficientes dilatadores o liras de dilatación y anclajes deslizantes. Los recorridos horizontales de las tuberías de agua deberán tener una inclinación ascendente, realizada por medio de reducciones excéntricas en las uniones en las que se efectúa un cambio de diámetro.

Todas las derivaciones de tubería se harán con piezas prefabricadas en T, soldadas en tres cordones (entrada, salida y derivación) para diámetros inferiores a 2", y con derivaciones tipo "ZAPATO", en sentido de los flujos correspondientes para diámetros iguales o superiores a 2". Los extremos de las tuberías se limpiarán en chaflán para facilitar y dar robustez al cordón de soldadura.

Una vez recibidas en obra, las tuberías de acero negro (forjado o estirado) serán pintadas con una primera capa de minio. Durante el montaje, los extremos abiertos de las tuberías deberán estar protegidos. Al finalizar el montaje de toda la red de tuberías, estando cerrados los circuitos con las máquinas primarias y terminales, se procederá de la siguiente forma:

- Llenado de la instalación y prueba estática conjunta a vez y media la presión de trabajo (mínimo 600 Kpa).
- Llenado de la instalación con disolución química para eliminar grasas y aceites.

- Llenado de la instalación con agua dosificada anticorrosiva, verificación de niveles y puesta en marcha de bombas.
- Vaciado por todos los puntos bajos.
- Limpieza de puntos bajos y filtros de malla.

En las acometidas a bombas, la identificación al diámetro de acometida se realizará con reducción troncocónica concéntrica de 30°. En la curva de aspiración se dispondrá un punto de desagüe salvo que exista en la parte inferior de la carcasa de la bomba.

6.1. SOPORTE DE TUBERÍAS

Las tuberías de circulación de agua a baja temperatura serán provistas de soportes que permitan la continuidad del aislamiento. Para tal fin, el aislamiento será abrazado por un manguito de chapa, al cual se fijará el soporte. Los soportes serán de abrazadera. Las varillas de suspensión de los soportes serán de los diámetros siguientes:

<u>TUBERÍA</u>	<u>VARILLA</u>
Hasta 2"	3/8"
De 2 ½ a 3"	½"
De 4 a 5"	5/8"
De 6"	¾"
De 7" en adelante	7/8"

Las varillas serán fijadas a encastres recibidos en los techos.

Los soportes estarán distanciados 2 m. para tuberías hasta 1 ½" y 3 m. para tuberías mayores de 1 ½". El soporte de las tuberías se realizará con preferencia en los puntos fijos y partes centrales de los tramos a tuberías, dejando libres las zonas de posible movimiento, tales como curvas, etc. La unión entre soporte y tubería se realizará por medio de elemento elástico.

Cuando dos o más tuberías tengan recorridos paralelos y estén situadas a la misma altura, podrán tener un soporte común suficientemente rígido, seleccionando las varillas de suspensión, teniendo en cuenta los pesos adicionales y la aplicación como mínimo de lo indicado en la normativa. Los extremos de las varillas serán roscados de 500 mm como mínimo, para permitir regulación en altura de las tuberías.

6.2. MANGUITOS PASAMUROS

Siempre que la tubería atraviese obras de albañilería o de hormigón, será provista de manguitos pasamuros para permitir el paso de la tubería sin estar en contacto con la obra de fábrica. Estos manguitos sean de un diámetro suficientemente amplio para permitir el paso de la tubería aislada sin dificultad y quedarán enrasados con los pisos o tabiques en los que queden empotrados. En paredes exteriores y pisos serán de acero negro y en el resto serán galvanizados. Los espacios libres entre tuberías y manguitos serán re- llenados con empaquetadura de amianto. Los manguitos deberán sobresalir al menos 3 mm de la parte superior de los pavimentos.

6.3. MATERIALES Y NORMATIVA DE TUBERÍAS DE ACERO

Las designaciones, espesores, tolerancias, etc. se ajustarán a las normas siguientes:

- Tuberías hasta 6". Según norma DIN 2440.
- Tuberías de 6" y superiores. Según norma DIN 2448
- Curvas y accesorios según normas de su tubería correspondiente.

El hierro presentará una estructura fibrosa, con una carga de rotura a la tracción superior a 40 Kg/cm² y un alargamiento mínimo del 15%. En los ensayos de curvado de tubo a 180 con un radio interior de cuatro veces su diámetro, no se apreciarán fisuras ni pelos aparentes.

La tubería deberá haber sido probada en fábrica a una presión de 50 kg/cm². En obra serán probadas a una presión dobles de la prevista como trabajo, con un mínimo de 6 kg/cm².

Cumplirán en cualquier caso los mínimos exigidos por la normativa UNE (19040 ó 19041). Los materiales de las tuberías de agua caliente o fría en circuito cerrado serán de acero forjado negro para diámetros inferiores a 6” y estirado para 6” y superiores. Las uniones de tuberías serán soldadas mientras que los accesorios y válvulas estarán unidos por rosca para diámetros de 2” e inferiores y embridados para diámetros superiores.

7. VALVULERÍA EN REDES DE AGUA

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de la valvulería, de acuerdo con las características técnicas, implantaciones y calidades indicadas en proyecto o que por conveniencia de equilibrio, mantenimiento, regulación o seguridad según el trazado juzgue necesario para los circuitos hidráulicos la Dirección de Obra.

El acopio de la valvulería en obra será realizado con especial cuidado, evitando apilamientos desordenados que puedan afectar a las partes débiles de las válvulas (vástagos, volantes, palancas, prensas, etc.) Hasta el momento del montaje las válvulas deberán tener protecciones en sus aperturas.

En la elección de las válvulas se tendrá en cuenta las presiones tanto estáticas como dinámicas, siendo rechazado cualquier elemento que pierda agua durante el año de garantía. Toda válvula que vaya a estar sometida a presiones iguales o superiores a 600 Kpa, llevará troquelada la presión máxima a que puede estar sometida. Todas aquellas que dispongan de volante o mariposa estarán diseñadas de forma que se puedan maniobrar a mano, sin necesidad de apalancamientos o forzamientos del vástago. Las superficies de cierre estarán perfectamente acabadas de forma que su estanqueidad sea total, asegurando vez y media la presión diferencial prevista con un mínimo de 600 Kp. En las que tenga sus uniones a rosca, ésta será tal que no interfiera ni dañe la maniobra.

Será rechazado cualquier elemento que presente golpes, raspaduras o en general cualquier defecto que obstaculice su buen funcionamiento a juicio de la Dirección de Obra, debiendo ser aprobada por ésta la marca elegida antes de efectuarse el pedido correspondiente.

Al final de los montajes cada válvula llevará una identificación que corresponde al esquema de principio existente en sala de máquinas y a las instrucciones de funcionamiento.

Las válvulas se situarán para acceso y operación fáciles, de forma tal que puedan ser accionadas libremente sin estorbos ni interferencias por parte de otras válvulas, equipos, tuberías, etc. El montaje de las válvulas será preferentemente en posición vertical, con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia arriba. En ningún caso se permitirá el montaje de válvulas con el mecanismo (vástago) de accionamiento hacia abajo.

A no ser que expresamente se indique lo contrario, las válvulas hasta 2" inclusive, se suministrarán roscadas y de 2 ½" en adelante, se suministrarán para ser recibidas entre bridas o para soldar.

Estarán construidas para soportar tanto temperaturas, como presiones estáticas y diferenciales (cierre), vez y media las previstas como máximas.

7.1. VÁLVULAS DE BOLA

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de bola, de acuerdo con las características técnicas, implantaciones y calidades indicadas en proyecto o que fuesen necesarias a juicio de la Dirección de Obra. El objeto fundamental de esta válvula será el corte plenamente estanco con maniobra rápida, no debiendo emplearse para regulación.

Los materiales admisibles serán:

- Cuerpo: Latón, fundición o bronce.
- Bola: Latón o hierro con durcromado.
- Eje: Latón niquelado o acero inox.
- Asientos y estopa: Teflón.
- Palanca: Latón o fundición.

La bola estará especialmente pulimentada, siendo estanco su cierre en su asiento sobre el teflón. Sobre este material y cuando el fluido tenga temperaturas de trabajo superiores a 60°C, el instalador presentará certificado del fabricante indicando la presión admisible a 100°C, que en ningún caso será inferior a 1,5 veces la prevista.

7.2. VÁLVULAS DE MARIPOSA

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de mariposa, de acuerdo con las características técnicas, implantaciones y calidades indicadas en proyecto o que fuesen necesarios a juicio de la Dirección de Obra.

Su principal misión será el corte de fluido no debiéndose utilizar, salvo en caso de emergencia, como unidad reguladora.

El cuerpo será monobloc de hierro fundido y sin bridas. Llevará forro adherido y moldeado directamente sobre el cuerpo a base de caucho y vuelto en ambos extremos para formación de la junta de unión con la brida de la tubería. El disco regulador será de plástico inyectado y reforzado (hasta 3") y de hierro fundido con recubrimiento plástico para diámetros superiores.

Sustituirán a las válvulas de bola en todas las tuberías con diámetro interior igual o superior a 2". Su maniobra será de tipo palanca, pudiéndose efectuar la misma libremente bajo las presiones previstas. En diámetro de 4" y superiores, irán provistas de desmultiplicador que facilite su accionamiento. En cualquier caso, se deberá apreciar el grado de apertura.

7.3. VÁLVULAS DE RETENCIÓN

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las válvulas de retención de resorte, de acuerdo con las características técnicas, implantaciones y calidades previstas en documentos de proyecto o que fuesen necesarios a juicio de la Dirección de Obra.

Su misión es permitir un flujo unidireccional impidiendo el flujo inverso. Constructivamente estas unidades tendrán el cuerpo de fundición rilsanizado interior y exteriormente, obturador de neopreno con almas de acero laminado, siendo de acero inoxidable tanto el eje como las tapas, tornillos y resorte.

Estas unidades serán del tipo "resorte" y aptas para un buen funcionamiento en cualquier posición que se las coloque. El montaje de estas entre las bridas de las tuberías se hará a través de tornillos pasantes.

7.4. FILTROS

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los filtros, de acuerdo con las características técnicas, implantación y calidades previstas en documentos de proyecto o que fuesen necesarios a juicio de la Dirección de obra.

Los filtros se instalarán en todos los puntos requeridos por la reglamentación vigente y, en general, en todas aquellas zonas de los sistemas en donde la suciedad pueda interferir con el correcto funcionamiento de válvulas o partes móviles de equipos.

Los filtros se instalarán en línea, serán del tipo “Y”, con mallas del 36% de área libre. Los filtros hasta 2½ DN serán de bronce y por encima de 2½ DN serán de hierro fundido. Las mallas serán de acero inoxidable en ambos casos.

8. BOMBAS DE IMPULSIÓN

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de las bombas. Las bombas estarán perfectamente equilibradas estática y dinámicamente y se seleccionarán para soportar presiones iguales o mayores a la presión estática deducida en los anexos.

Serán del tipo centrífugo, con acoplamiento directo al motor, formando un grupo monobloc y montadas directamente en la tubería, no necesitando de fundición, si bien su soportería debe estar elásticamente aislada de los elementos estructurales.

Las carcasas de las bombas serán del tipo envolvente con conexiones de entrada y salida según norma DIN y equipadas con cojinetes de bronce fosforoso.

Serán fácilmente desmontables para la inspección del rodete y eje de la bomba. Los rodetes serán de bronce o acero inoxidable y estarán montados sobre los ejes de acero de primera calidad y cojinetes de bolas a prueba de polvo y humedad.

9. BOMBA DE CALOR REVERSIBLE AIRE-AGUA

El instalador suministrará, montará y pondrá en servicio las bombas de calor aire-agua indicadas en los planos y de las características que se indican en los documentos técnicos del proyecto. Los rendimientos de las unidades para funcionamiento de verano e invierno cumplirán en todo momento con la normativa vigente.

Se suministrarán completas, totalmente ensambladas en fábrica y con su carga total de refrigerante. Todo el cableado, tuberías controles de la unidad, estarán contenidas en el interior de esta. 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 por cada compresor.
- Luces indicadoras de funcionamiento y alarma.
- Temperatura de entrada y salida de agua.
- Detectores de flujo.

Las unidades se suministrarán probadas y reguladas en fábrica y la puesta en marcha de las mismas se realizará en presencia del fabricante de las mismas 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.

10. REDES DE AIRE

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta a punto de los elementos de distribución de aire. Todos los elementos tanto de impulsión como de retorno o extracción deberán ir provistos de mecanismos para regulación del volumen del aire, con fácil control desde el exterior. Su acabado y terminación será el que determine la Dirección de obra (anodizado, lacado, pintado al horno, etc.), así como el tipo de color.

Las rejillas, toberas o cualquier elemento terminal de distribución de aire, una vez comprobado su correcto montaje, deberán protegerse en su parte exterior con papel adherido al marco de forma que cierre y proteja el movimiento de aire por el elemento, impidiendo entrada de polvo o elementos extraños. Esta protección será retirada cuando se prueben los ventiladores correspondientes. Las dimensiones de los elementos en cualquier caso respetarán las velocidades de difusión o aspiración, según normativa ASHRAE, no provocando en ningún caso en las áreas de ocupación niveles acústicos superiores a 45 dB (A), ni velocidades residuales superiores a 0,30 m/s.

El instalador deberá suministrar elementos regulares de caudal en las derivaciones principales de conductos para una mejor regulación en el sistema de distribución de aire. Estas compuertas estarán montadas sobre bastidor, de las dimensiones del conducto correspondiente, siendo de lamas opuestas, todo ello en acero galvanizado.

Todas las tomas de aire exterior o extracción serán suministradas con tela mecánica de protección y persiana vierteaguas. Cualquier modificación que, por interferencia con los paneles de falso techo, puntos de luz u otros elementos, exija la nueva situación de las unidades, deberá ser aprobada por la Dirección de obra, según plano de replanteo presentado por el instalador.

El material y su montaje cumplirán los mínimos exigidos en IT.IC.15.

10.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS CONDUCTOS

Los conductos de aire serán fabricados con chapa galvanizada de primera calidad, de construcción engatillada longitudinal, tipo Pitsburg, de dimensiones indicadas en los planos. Toda la chapa utilizada en la fabricación de conductos será de la misma calidad, composición y fabricante, adjuntando en los envíos los certificados de origen correspondientes.

Los espesores de chapa serán los siguientes:

LADO MAYOR CONDUCTO

ESPESOR CHAPA GALVANIZADA

L < 800	0,8 mm
L < 1000	1 mm
L < 1500	1,2 mm

10.2. TIPOS DE CONSTRUCCIÓN, BRIDAS Y REFUERZOS

Las bridas para refuerzos de chapa hasta 500 mm de lado serán del tipo de vaina con refuerzos en L (tipo UT 1-R-1) y los conductos serán contruidos en secciones de 2 m. Las bridas para conductos de 600 a 1.500 mm de lado serán del tipo T (tipo UT 15) y los conductos serán contruidos en secciones de 1 m. Las bridas para conductos mayores de 1.500 mm serán de angular laminado de 40 x 40 x 4, con una capa de pintura de imprimación los lados de los conductos serán reforzados con angulares montados diagonalmente.

Todas las uniones de los conductos serán estancas y a prueba de fugas de aire, para lo cual se procederá a aplicar sellador 3M en las esquinas de las uniones de los conductos.

Durante el montaje, todas las aperturas existentes en el conducto deberán ser tapadas y protegidas de forma que no permita la entrada de polvo u otros elementos extraños en la parte ya montada. Según se vaya conformando el conducto, se limpiará su interior y se eliminarán rebabas y salientes.

Preferentemente no se abrirán huecos en los conductos para el alojamiento de rejillas y difusores hasta que no se haya realizado la prueba de estanqueidad. Si por necesidad

hubiese que realizar aperturas, el tapado posterior de protección indicado en el párrafo anterior, será lo suficientemente estanco para realizar pruebas.

Todas las chapas vendrán debidamente matrizadas en prisma piramidal, prestando especial atención durante el montaje de forma que la punta del prisma queda hacia el exterior en los conductos normalmente funcionando en sobrepresión.

El instalador adoptará las medidas de refuerzo necesarias, de forma que cuando se origine la arrancada o parada de los sistemas no se produzca ruido por deformación de la chapa.

10.3. COMPUERTAS CORTAFUEGOS

Las compuertas cortafuego se instalarán de forma que queden exentas de traqueteos y vibraciones y de manera tal que sean fácilmente accesibles. Las compuertas estarán construidas totalmente en chapa de acero galvanizado de primera calidad.

Las compuertas cortafuegos se instalarán en todos los conductos que atraviesan sectores de incendios independientes o muros de resistencia al fuego y la resistencia de las mismas será la que indique en cada caso la normativa vigente, debiendo ser como mínimo igual a la resistencia al fuego del muro que en cada caso atraviesan. Serán estancas en su posición cerrada, tanto al humo frío como al caliente y deberán adjuntar certificado acreditativo de su homologación en las dimensiones más grande que se monte en obra.

10.4. SOPORTES

Los conductos de chapa hasta 450 mm. de anchura serán suspendidos de los techos por medio de pletinas galvanizadas de 1,5 mm., abrazando el conducto por su cara inferior y fijadas al sistema por medio de tornillos Parker de rosca de chapa. Los conductos mayores de 450 mm. de anchura serán suspendidos por medio de varillas de acero laminado y angulares montados en cara inferior a los conductos. Estos materiales llevarán una capa de pintura antioxidante.

La distancia entre soportes de los conductos no será mayor a 2 m el varillaje tendrá doble tuerca. Cada tres soportes, uno tendrá “mordaza” superior para su debido arriostamiento.

Los soportes dispondrán de un elemento elástico entre soporte y conducto para evitar transmisión de vibraciones al edificio.

Las reducciones de sección se realizarán con figuras normalizadas, cuyos ángulos de encuentro en ningún caso superarán los 30°.

Las partes interiores de los conductos que sean visibles desde las rejillas y difusores serán pintadas en negro.

Todas las embocaduras de rejillas de impulsión indicadas en los planos serán provistas con aletas deflectoras de aire para ser accionadas desde el frente de la rejilla.

Todos los codos rectos indicados en los planos serán provistas con aletas de dirección de doble chapa.

La relación del lado largo a lado corto del conducto será, como máximo, de 4. Si, por necesidades de montaje, se superase esta relación deberá comunicarse a la dirección y, si ésta lo considera oportuno, adoptar los consecuentes separadores.

Siempre que los conductos atraviesen un muro, tabiquería, forjado o cualquier elemento de obra civil, deberá protegerse a su paso con manguito conformado de fibra de vidrio o proviespan, de forma que, en ningún caso, morteros, escayolas, etc., queden en contacto con la chapa.

11. CLIMATIZADORES

El cuerpo del climatizador estará formado por paneles normalizados, contruidos en chapa galvanizada de primera calidad de 1,5 o 2 mm de espesor, según el tipo. Toda la superficie interior deberá estar tratada con 2” mínimas de aislamiento termoacústico de fibra de vidrio de alta densidad, con acabado interior de panel metálico perforado o material similar, quedando garantizada la imposibilidad de desprendimientos o arrastres del mismo.

La sección del ventilador irá unida a las secciones contiguas mediante acoplamientos estancos de lona u otro material elástico que anule las vibraciones apoyándose dicha sección sobre antivibradores, bien de muelle o goma, según lo requieran las características del ventilador. las diferentes secciones que forman parte de la unidad deberán ir selladas con selladores especiales tipo 3M o similar, de forma que garantice la estanqueidad del cuerpo, sien- do todas ellas perfectamente registrables, tanto para su entretenimiento y limpieza, como para la extracción de cualquier elemento deteriorado. El registro de las diferentes secciones será con puerta abisagrada, estanca y aislada, con ojo de buey transparente en las secciones iluminadas o de previsible inspección interior

Integrado con el climatizador, pero estanco al mismo, quedará un armario, con puerta abisagrada en metacrilato donde se alojarán las panoplias y valvulería de control, así como los elementos precisos de control o eléctricos (cuadros, paneles, reguladores, indicadores, etc. que sean precisos, de forma que externamente al mueble sólo tenga que acometer con las tuberías de agua fría y caliente, desagües y acometida eléctricas. El cableado de potencia desde este cuadro hasta los ventiladores, así como el de control vendría prefabricado de origen.

El suelo de todas las secciones tendrá una terminación con chapa lisa reforzada, que garantice la suficiente rigidez para el tránsito preciso en las mismas.

11.1. VENTILADORES

Es competencia del instalador el suministro, montaje y puesta en servicio de los ventiladores centrífugos de toda la instalación, los cuales estarán formados por cinco elementos principales: oído de aspiración, transmisión, turbina, motor y envolvente.

La envolvente estará construida en chapa de acero, reforzada con pasamuros o angulares si fuese necesario. Deberá presentarse exenta de raspaduras o abollamientos.

12. APARATOS DE MEDIDA

El montaje de los aparatos será tal que se refleje realmente la magnitud y el concepto medio, evitando puntos muertos o acciones indirectas que desvíen el punto de medición que interesa consignar. Si el parámetro a medir estuviese automáticamente controlado o dispusiese de sonda de medida a distancia, tanto sondas como el punto de captación del aparato de medida, estarán próximos, de forma que no pueda aludirse diferenciación de medida o actuación por ubicación. La reposición, contraste o calibración de los aparatos podrá realizarse estando los sistemas en activo por lo que el montaje deberá estar previsto con éste condicionante. Cuando la medida necesite de elemento transmisor (aceite, glicol, etc.) deberá existir en su total capacidad en la recepción provisional.

El posicionamiento de los indicadores deberá ser tal que puedan ser fácilmente legibles por el usuario en las situaciones normales de trabajo o maniobra. Si el punto de su captación no cumpliera este requisito el indicador será del tipo a distancia.

La sensibilidad de los aparatos será la adecuada a juicio de la Dirección, según la precisión y el parámetro medido. En el indicado se marcará en azul la medida nominal o la normal medida de funcionamiento y en rojo la máxima admisible. Esta señalización estará normalizada en todos los aparatos de la instalación y será aplicada con pegamento.

El montaje del punto de captación será realizado de forma que fácilmente pueda ser desmontado para aplicar otro aparato de medida para su verificación o calibración, si ello no fuera factible se dispondrá de habitáculo de captación inmediata para aplicación del aparato portátil.

13. ENSAYOS Y RECEPCIONES

La Dirección Técnica de obra realizará todas las visitas de inspección que estime necesarias a las fábricas donde se estén realizando trabajos relacionados con esta instalación. El instalador incluirá en su presupuesto los importes derivados en estas inspecciones, así como de las pruebas y ensayos que sean necesarios realizar en los organismos oficiales, tales como pruebas acústicas, mediciones de potencia en banco, etc.

Las pruebas y ensayos se realizarán en organismo oficial o Escuela Técnica de Ingeniería que determine la Dirección de Obra.

Todas las instalaciones deberán ser probadas ante la Dirección Técnica de Obra, con anterioridad a ser cubiertas por paredes, falsos techos, etc. Estas pruebas se realizarán por zonas o circuitos sin haber sido conectado el equipo principal. De cada ensayo parcial el instalador emitirá el informe correspondiente que deberá ser visado por la Dirección Facultativa.

El instalador garantizará que todos los materiales y equipos han sido probados antes de su instalación final. Cualquier material que presente deficiencias de construcción o montaje será reemplazado a expensas del instalador.

13.1. PRUEBAS FINALES DE RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez finalizado totalmente el montaje de la instalación y habiendo sido regulada y puesta a punto, el instalador procederá a la realización de las diferentes pruebas finales previas a la recepción provisional, según se indica en los capítulos siguientes. Estas pruebas serán las mínimas exigidas pudiendo la Dirección, si lo considerase oportuno, dictaminar otras que tuviesen relación con la verificación de la prestación o seguridad de la instalación.

Las pruebas serán realizadas por el instalador en presencia de las personas que determine la Dirección, pudiendo asistir a las mismas un representante de la Propiedad. En cualquier caso, la forma interpretación de resultados y necesidad de repetición es competencia exclusiva de la Dirección.

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

La prestación de energía, agua y combustible necesarios será totalmente a cargo del instalador, salvo que el contrato de forma expresa contemple una forma diferente, tanto para la realización de las pruebas como para la simulación de las condiciones nominales necesarias.

El resultado de las diferentes pruebas se reunirá en un documento denominado “PROTOCOLO DE PRUEBAS EN RECEPCIÓN PROVISIONAL” en el que deberá indicarse para cada prueba:

- Croquis del sistema ensayado, con identificación y localización en el mismo de los puntos medidos.
- Mediciones realizadas y su comparación con las nominales.
- Incidencias o circunstancias que puedan afectar a la medición o a su desviación.
- Persona, hora y fecha de realización.

Las principales medidas a realizar se indican a continuación, bien entendido que, por el carácter generalizado de este documento, se pueden indicar algunas en que no exista el equipo. Lógicamente en ese caso no serán aplicables.

13.1.1. MEDIDAS DE TEMPERATURAS Y HUMEDADES AMBIENTALES ACONDICIONADOS

- 1 medida por fachada y planta cada 18 m. de fachada.
- 1 medida en zona interior por planta y cada 200 m²
- Medidas de condiciones exteriores en puntos diferentes.

13.1.2. MEDIDAS DE TEMPERATURA DE FLUIDOS

- Temperatura de impulsión y retorno en generadores de fluidos calientes.
- Temperatura de impulsión y retorno en generadores de fluidos fríos.
- Temperatura de aire exterior, mezcla e impulsión de cada climatizador, zonal o central.
- Temperatura de impulsión y retorno de circuitos secundarios.
- Temperatura del agua de impulsión y retorno de cada batería.
- Temperaturas en recuperadores de aire.

13.1.3. MEDIDAS CUANTITATIVAS DE FLUIDOS

- Caudal de cada bomba (obtenida por medición directa sobre válvula medidora y por aplicación sobre curva de funcionamiento de la potencia absorbida y la presión de manómetros).
- Caudal de cada ventilador (medición directa con anemómetro o pitot en conducto general de impulsión. Comprobación con curva de características, potencia absorbida y presión diferencial).
- Caudal de aire de impulsión, aire exterior y retorno en cada climatizador. (Medición directa sobre compuertas correspondientes o sección de filtrado).
- Caudal de aire en cada equipo de zona.
- Caudal de impulsión en cada rejilla y tobera. (Medición directa con anemómetro sobre el terminal).
- Caudales medibles en todas y cada una de las válvulas especiales de medición tipo T&A o similar.

13.1.4. MEDIDAS DE CONSUMO

- Potencia absorbida para cada uno de los motores que componen la instalación.

Si el motor acciona una máquina cuyo funcionamiento normal tenga un control de capacidad, la potencia absorbida se realizará a 100, 70 y 35 % del máximo nominal.

13.1.5. MEDIDAS ACÚSTICAS DE VIBRACIÓN

- 1 medición con instalación parada en cada uno de los puntos indicados en el punto AA 4.4.1.3. y sala de máquinas.
- 1 medición con toda la instalación en marcha en los mismos puntos.
- 1 medición es espacios de cumplimiento de normativas.

13.1.6. NUMERO DE MEDICIONES

Las mediciones indicadas en el apartado anterior son las mínimas exigidas, siendo optativo de la Dirección de Obra otro tipo de mediciones o pruebas si lo considerara necesario para la recepción provisional.

Las pruebas indicadas en AA 4.4.1.1. y AA 4.4.1.2. se realizarán 2 veces como mínimo y a máximas potencias.

Las pruebas indicadas en los puntos AA 4.4.1.3. y AA 4.4.1.4. se realizarán 3 veces al día durante 5 días mínimos. Las correspondientes a los puntos AA 4.4.1.5. y AA

4.4.1.6. serán realizadas una vez como mínimo.

Estas pruebas se podrán realizar conjuntamente con un representante de la Propiedad y aquellas personas que la Dirección determine.

La forma de realizar las mediciones será acorde con la norma ASHRAE.

13.1.7. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados obtenidos serán presentados en el protocolo de pruebas correspondientes dentro de los 15 días siguientes a la realización de las mismas.

La cuantificación de éstos, serán, salvo que se especifique otra cosa en otro documento de proyecto, los siguientes:

Medidas de temperatura y humedad ambientales. Las indicadas en la memoria, para las hipótesis de cálculo consideradas, con variaciones admisibles de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ en temperatura seca y $\pm 5\%$ en humedad relativa.

Medidas de temperatura de fluidos. Las indicadas en las tablas de características con las siguientes desviaciones admisibles:

Agua caliente	$\pm 5^{\circ}\text{C}$
Agua fría	$\pm 1^{\circ}\text{C}$
Aire caliente	$\pm 3^{\circ}\text{C}$
Aire frío	$\pm 1,5^{\circ}\text{C}$

Medidas cuantitativas de fluidos. Las indicadas en las tablas de características con una desviación máxima del 10%.

Medidas acústicas y de vibración. Dentro de los márgenes que según uso se indican en la normativa o protocolos ASHRAE.

13.1.8. VERIFICACIÓN A CONDICIONES MÁXIMAS

Posteriormente a la recepción provisional y antes de realizar la recepción definitiva, todas las mediciones indicadas anteriormente serán realizadas dos veces. Una en verano, con condiciones exteriores similares a las máximas estivales indicadas en la memoria y otra en invierno con las mínimas consideradas.

Previamente a estas mediciones, se notificará a la Dirección de Obra la realización de las mismas.

13.2. RECEPCIONES DE OBRA

13.2.1. RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez realizado el protocolo de pruebas por el instalador según indicaciones de la Dirección de Obra y acordes a la normativa vigente, aquel deberá presentar la siguiente documentación, debidamente encuadernada y archivada:

- Copia del certificado de la instalación presentado ante la Delegación del Ministerio de Industria y Energía.
- Protocolo de pruebas (original y copia).
- Manual de instrucciones (original y copia en soporte informático habitual).
- Manual de mantenimiento (original y copia en soporte informático habitual).
- Proyecto actualizado (original, copia y soporte informático habitual), tal y como se describe en IT 06 y en el apartado G.1.9.
- Esquemas de principio y control, coloreados y enmarcados para su ubicación en salas de máquinas.
- Cualquier documentación legal u homologación precisa para los equipos y sistemas.

El manual de Instrucciones deberá comprender, como mínimo, los siguientes conceptos:

- a) Descripción de la instalación.
- b) Tablas de características actualizadas de los diferentes equipos.
- c) Instrucciones de puesta en marcha, conducción y emergencia de los sistemas.

- d) Catálogos específicos y direcciones comerciales de los suministradores de zona de todos y cada uno de los componentes. (En los catálogos se adjuntarán instrucciones de uso y mantenimiento cuando haya lugar).
- e) Lista de repuestos recomendada.

Ante la documentación indicada, la Dirección de Obra emitirá el acta de recepción correspondiente con las firmas de conformidad correspondientes de instalador y Propiedad. Es facultad de la Dirección adjuntar con el acta, relación de puntos pendientes, cuya menor incidencia permitan la recepción de la obra, quedando claro el compromiso por parte del instalador de su corrección en el menor plazo.

Desde el momento en que la Dirección acepte la recepción provisional se contabilizarán los períodos de garantía establecidos, tanto de los elementos como de su montaje. Durante este período es obligación la modificación por el instalador de cualquier defecto o anomalía, (salvo los originados por uso o mantenimiento) advertido, todo ello sin ningún coste a la Propiedad y programado según ésta, para que no afecte al uso y explotación del edificio.

13.2.2. RECEPCIÓN DEFINITIVA

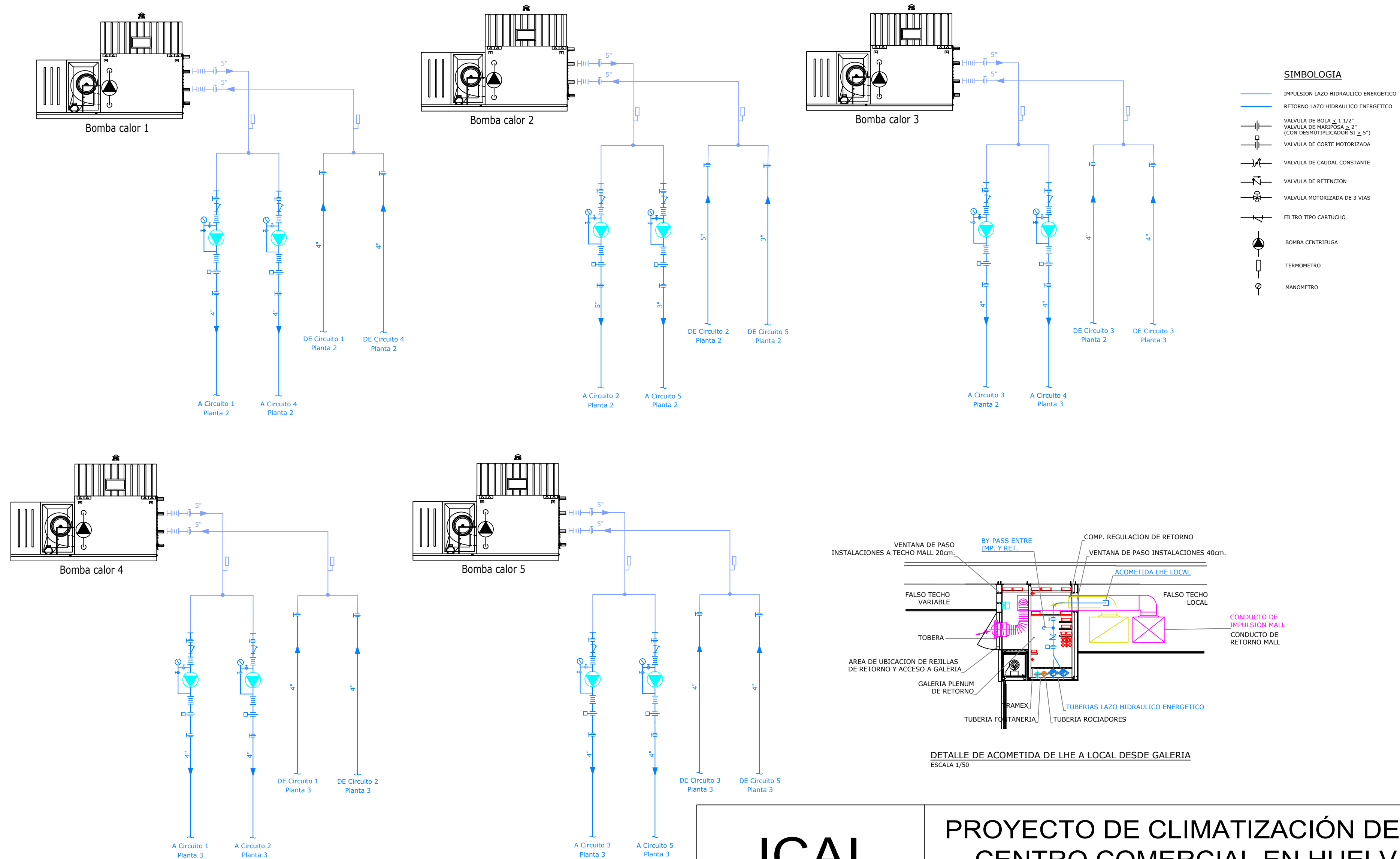
Transcurrido el plazo contractual de garantía y subsanados todos los defectos advertidos en el mismo, el instalador notificará a la Propiedad con 15 días mínimos de antelación el cumplimiento del período. Caso de que la Propiedad no objetará ningún punto pendiente, la Dirección emitirá el acta de recepción definitiva, quedando claro que la misma no estará realizada y por lo tanto la instalación seguirá en garantía hasta la emisión del mencionado documento.

DOCUMENTO 5: PLANOS

PLANOS DE LA INSTALACIÓN

ÍNDICE DE PLANOS

Esquema de principio.....	143
Red hidráulica.....	144
<i>Plano de tuberías Planta 2 norte.....</i>	<i>144</i>
<i>Plano de tuberías Planta 2 sur.....</i>	<i>145</i>
<i>Plano de tuberías Planta 3 norte.....</i>	<i>146</i>
<i>Plano de tuberías Planta 3 sur.....</i>	<i>147</i>
Red de conductos.....	148
<i>Plano de conductos Planta 2 norte.....</i>	<i>148</i>
<i>Plano de conductos Planta 2 sur.....</i>	<i>149</i>
<i>Plano de conductos Planta 3 norte.....</i>	<i>150</i>
<i>Plano de conductos Planta 3 sur.....</i>	<i>147</i>



ICAI

ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE INGENIERÍA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL EN HUELVA

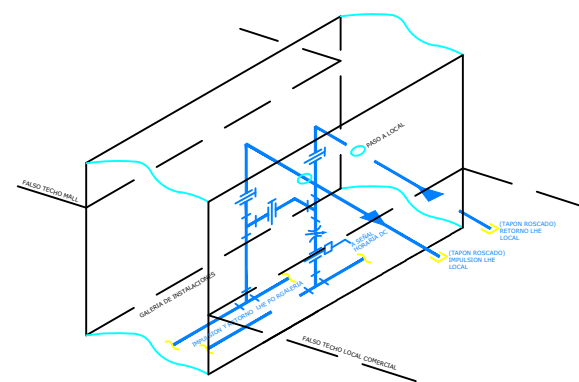
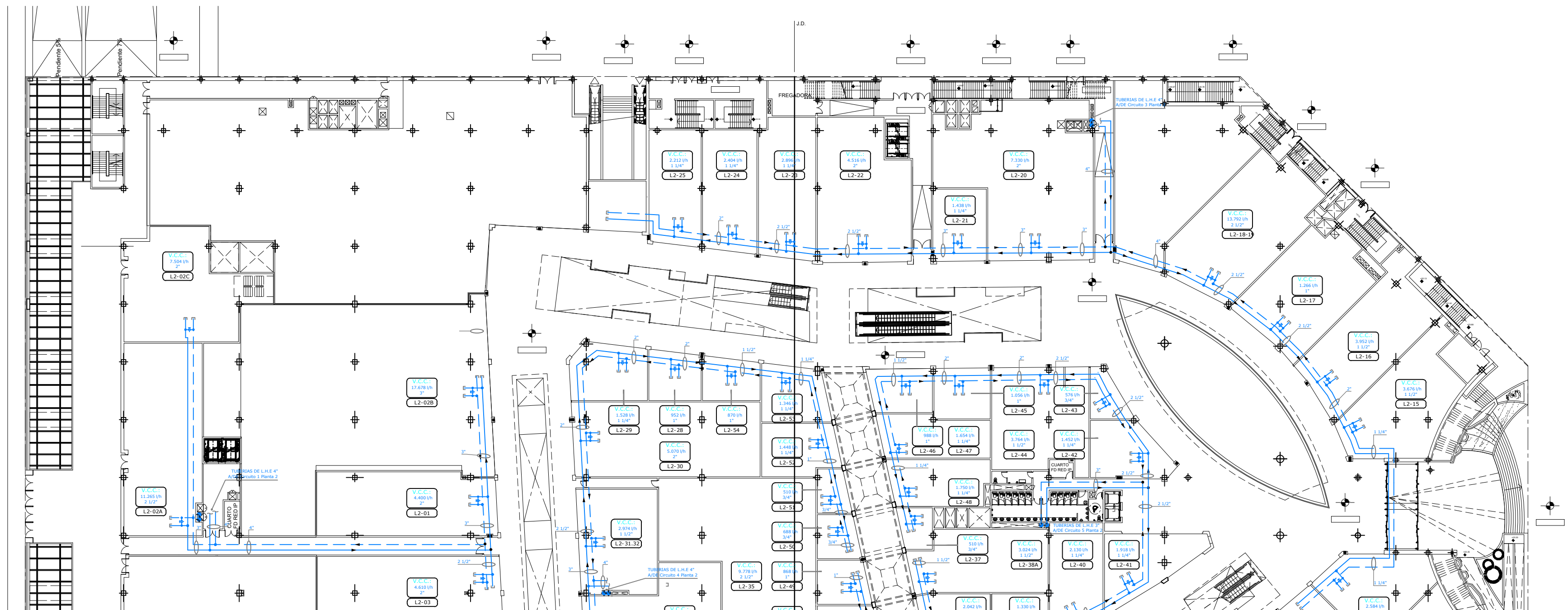
AUTOR: COVADONGA GARRIDO CORRALES

TÍTULO: Plano del esquema de principio de la instalación

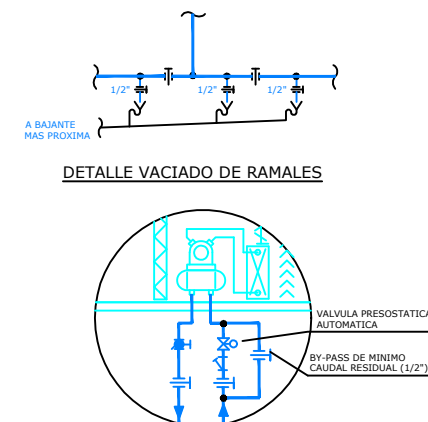
PLANO Nº: 1

ESCALA: -

FECHA: 23/08/2022

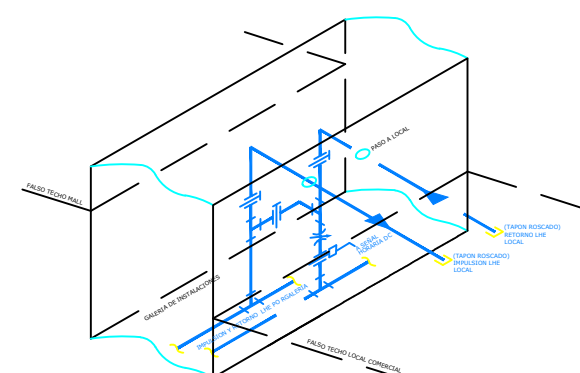
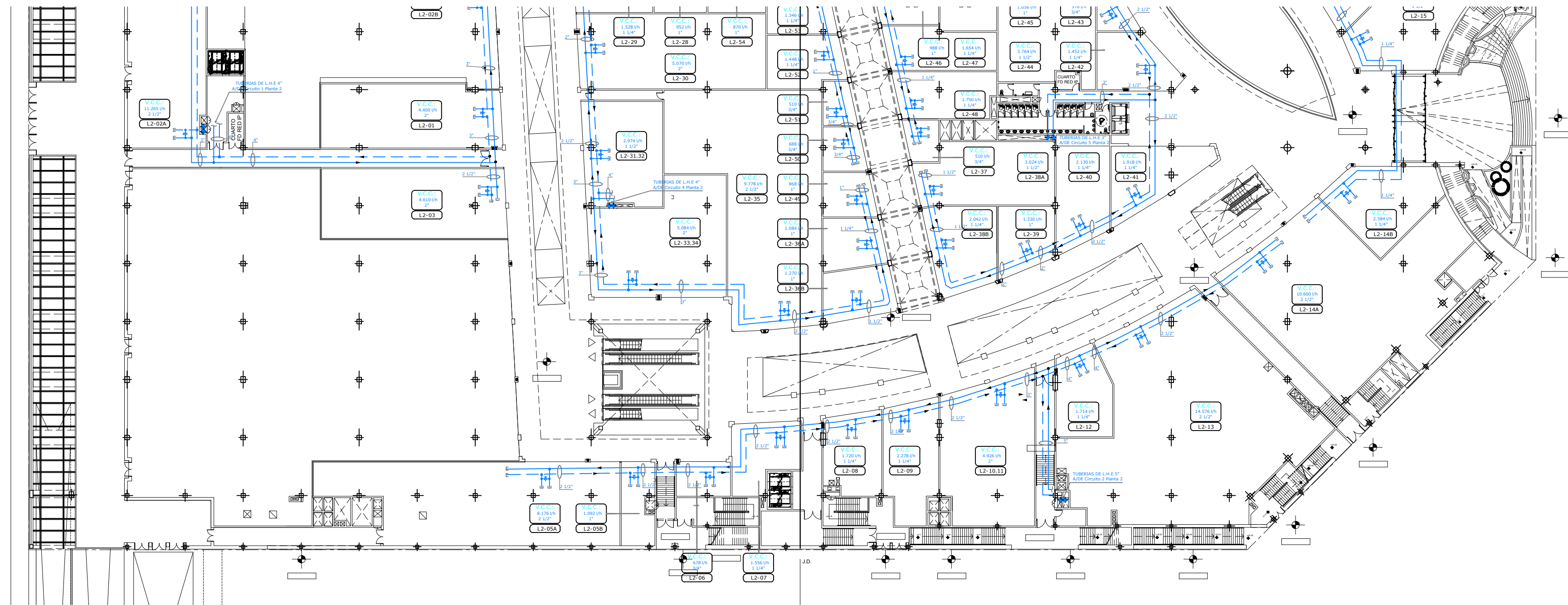


DETALLE TIPO DE ACOMETIDA A LOCAL

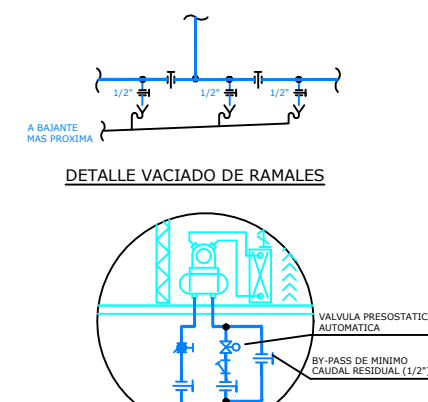


DETALLE ACOMETIDA CLIMATIZADOR (TÍPICO)

ICAI ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA TRABAJO FIN DE MÁSTER	PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL EN HUELVA		
	AUTOR: COVADONGA GARRIDO CORRALES		
	TÍTULO: Plano tuberías planta 2 - Área norte		
	PLANO Nº: 2	ESCALA: 1/200	FECHA: 23/07/2022



DETALLE TIPO DE ACOMETIDA A LOCAL



DETALLE ACOMETIDA CLIMATIZADOR (TÍPICO)

ICAI

ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE INGENIERÍA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN DE UN
CENTRO COMERCIAL EN HUELVA

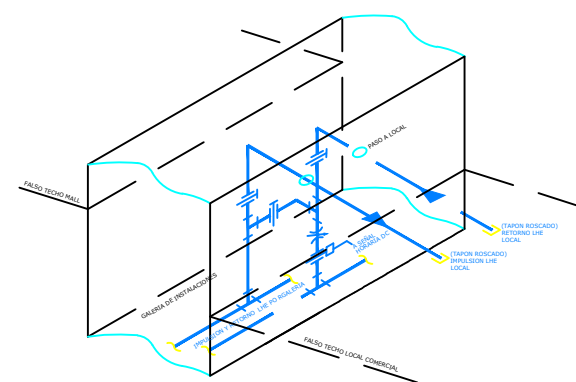
AUTOR: COVADONGA GARRIDO CORRALES

TÍTULO: Plano tuberías planta 2 - Área sur

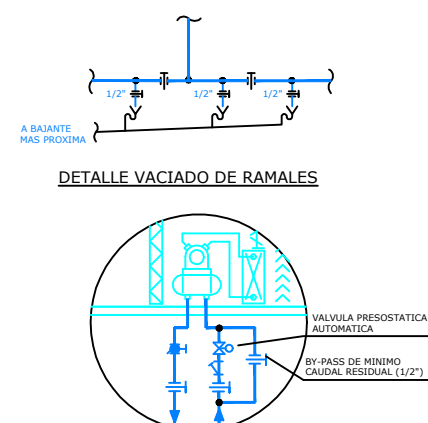
PLANO Nº: 3

ESCALA: 1/200

FECHA: 23/08/2022



DETALLE TIPO DE ACOMETIDA A LOCAL



DETALLE ACOMETIDA CLIMATIZADOR (TÍPICO)

ICAI

ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE INGENIERÍA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN DE UN
CENTRO COMERCIAL EN HUELVA

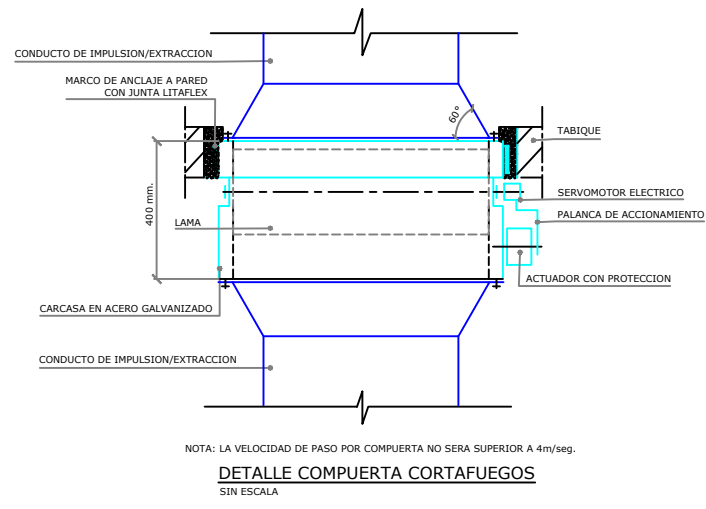
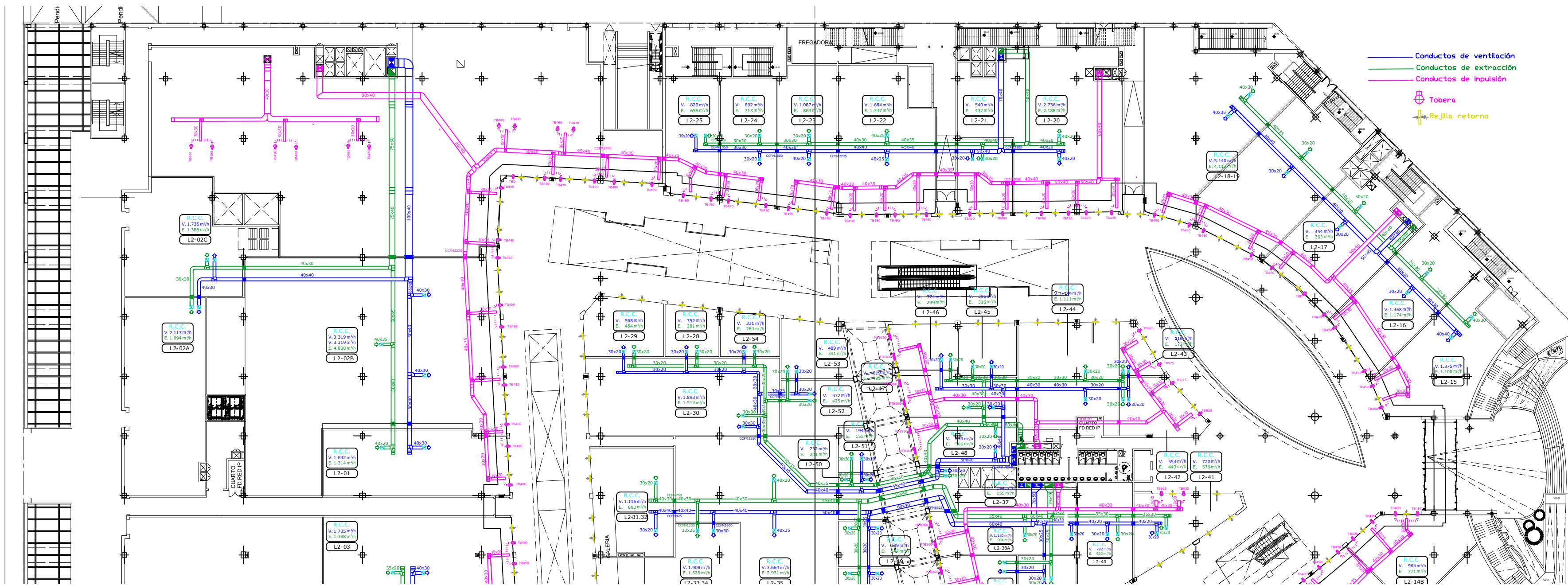
AUTOR: COVADONGA GARRIDO CORRALES

TÍTULO: Plano tuberías planta 3 - Área sur

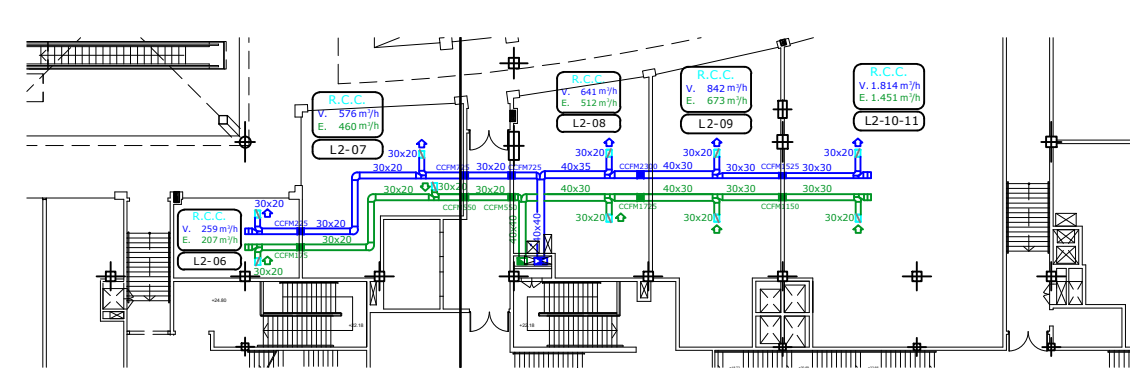
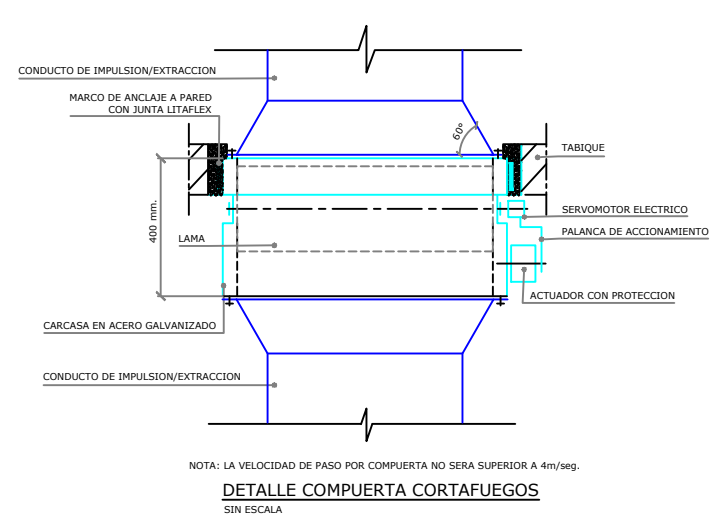
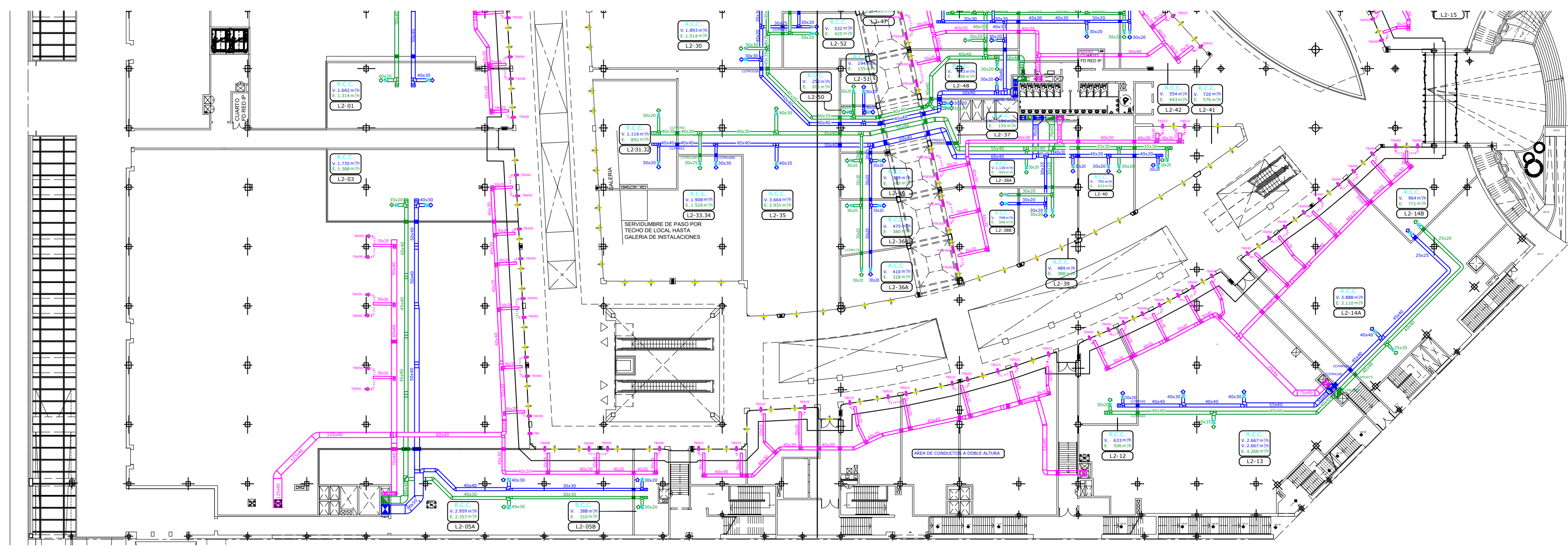
PLANO Nº: 5

ESCALA: 1/200

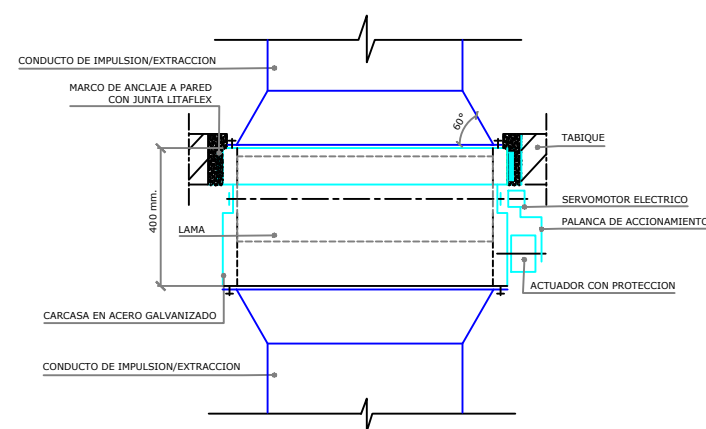
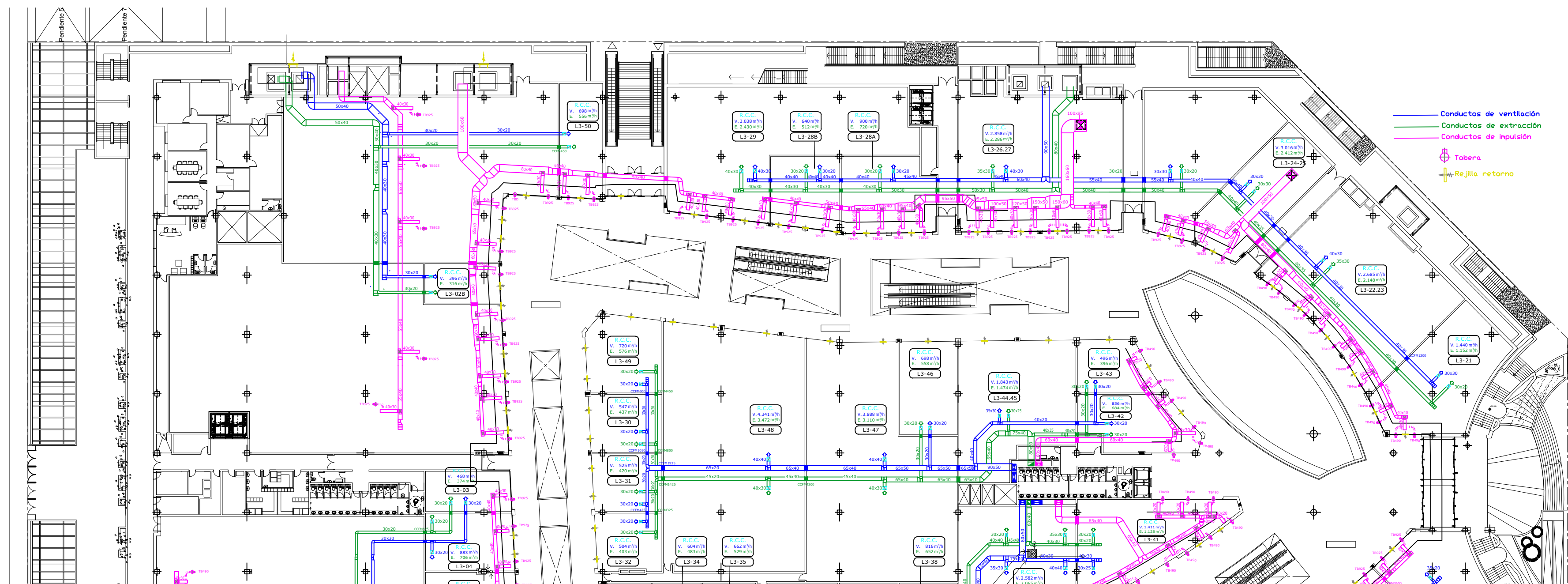
FECHA: 23/08/2022



ICAI ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA TRABAJO FIN DE MÁSTER	PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL EN HUELVA		
	AUTOR: COVADONGA GARRIDO CORRALES		
	TÍTULO: Plano conductos planta 2 - Área norte		
	PLANO Nº: 6	ESCALA: 1/200	FECHA: 23/08/2022



ICAI ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA TRABAJO FIN DE MÁSTER	PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL EN HUELVA		
	AUTOR: COVADONGA GARRIDO CORRALES		
	TÍTULO: Plano conductos planta 2 - Área sur		
	PLANO N°: 7	ESCALA: 1/200	FECHA: 23/08/2022



NOTA: LA VELOCIDAD DE PASO POR COMPUERTA NO SERA SUPERIOR A 4m³/hg.
 DETALLE COMPUERTA CORTAFUEGOS
 SIN ESCALA

ICAI

ESCUELA TÉCNICA
 SUPERIOR DE INGENIERÍA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL EN HUELVA

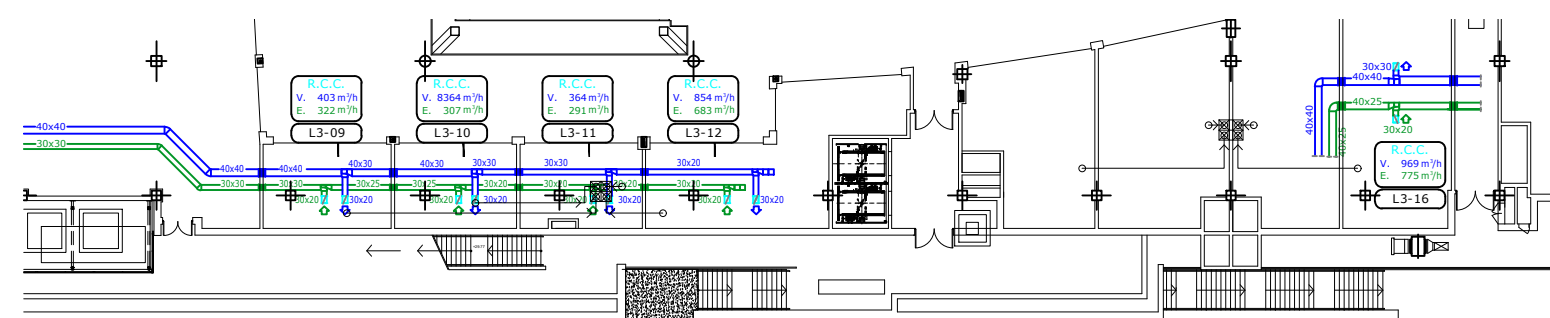
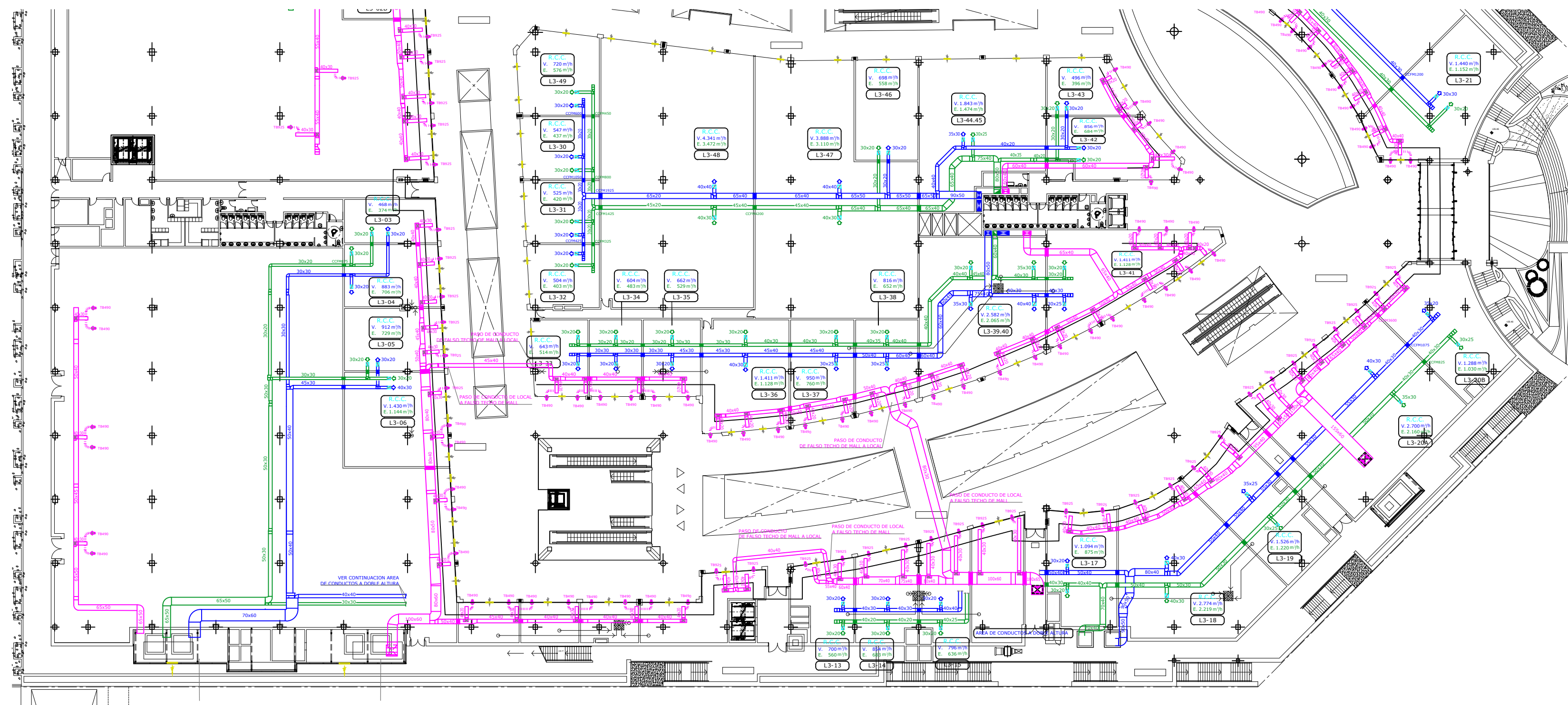
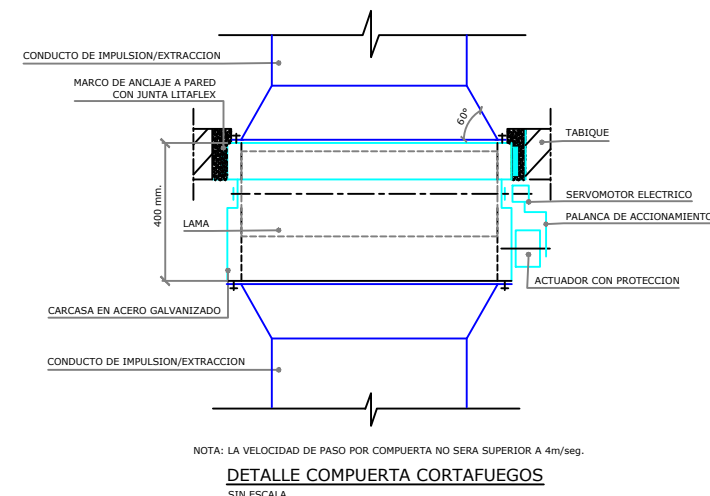
AUTOR: COVADONGA GARRIDO CORRALES

TÍTULO: Plano conductos planta 3 - Área norte

PLANO N°: 8

ESCALA: 1/200

FECHA: 23/08/2022



ICAI
ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR DE INGENIERÍA
TRABAJO FIN DE MÁSTER

PROYECTO DE CLIMATIZACIÓN DE UN CENTRO COMERCIAL EN HUELVA

AUTOR: COVADONGA GARRIDO CORRALES

TÍTULO: Plano conductos planta 3 - Área sur

PLANO N°: 9 ESCALA: 1/200 FECHA: 23/08/2022