



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
(ICAI)

MASTER EN INGENIERIA INDUSTRIAL

CLIMATIZACIÓN DE UN AEROPUERTO EN MURCIA

Autor: José Manuel Urgel Fernández

Director: Javier Martín Serrano

Madrid

Junio de 2018

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

1ª. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor D. José Manuel Urgel Fernández DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: CLIMATIZACIÓN DE UN AEROPUERTO EN MURCIA, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2ª. Objeto y fines de la cesión.

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

3ª. Condiciones de la cesión y acceso

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

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

4ª. Derechos del autor.

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

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

5ª. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

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

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

6º. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

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

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

Madrid, a 02..... de Julio.. de ...2018

ACEPTA



Fdo José Manuel Urgel Fernández

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

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título
CLIMATIZACION DE UN AEROPUERTO EN MURCIA en la ETS de
Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2017/18 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.: Jose Manuel Urgel Fernandez

Fecha: 01/ 07/ 2018

Autorizada la entrega del proyecto

EL DIRECTOR DEL PROYECTO



Fdo.: Javier Martin Serrano

Fecha:

CLIMATIZACIÓN DE UN AEROPUERTO EN MURCIA

Autor: Urgel Fernández, José Manuel

Director: Martín Serrano, Javier

Entidad Colaboradora: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

RESUMEN DEL PROYECTO

Este proyecto persigue como objetivo el diseño integral de la instalación de climatización de un aeropuerto en Murcia. Dicha instalación de climatización se diseñará de tal modo que tenga la capacidad para asegurar que en el interior del edificio se establezcan las condiciones de confort, así como de salud e higiene. Del mismo modo, se asegurará el cumplimiento de las condiciones técnicas y legales de acuerdo con lo establecido por norma para este tipo de edificios.

El diseño de la instalación de climatización contemplará tanto el diseño para invierno como para verano, por lo que tanto el diseño de la instalación como todos los cálculos requeridos con este fin serán realizados para invierno y verano.

El aeropuerto caso de estudio consiste en 4 plantas (sótano, planta baja, planta intermedia y planta primera) y cubierta. Este proyecto abarcará el diseño de la instalación de climatización para el total de las plantas de este. Con este fin, cada una de las plantas será segmentada en zonas de acuerdo con la tipología de sala, el área y volumen a climatizar y otros parámetros de relevancia en cada uno de los casos.

En primer lugar, se calcula el caudal de aire de renovación necesarios para cumplir con las condiciones de higiene y salud dentro del edificio. Este viene marcado por la calidad del aire deseada en el interior del edificio, y será calculada para cada una de las zonas identificadas de acuerdo con el nivel de ocupación y actividad en cada una de ellas.

Tras haber calculado el aire de renovación, se calcularán las cargas térmicas. Estas se componen de diversos factores o tipos de carga, que se pueden dividir en externas e internas. Como carga externa figuran la transmisión, ventilación y radiación. Como cargas internas figuran la ocupación, iluminación y equipos instalados. Con el fin de asegurar un dimensionamiento adecuado de la instalación y asegurar las condiciones de confort en todo momento, se considerará el caso más desfavorable en cuanto a las condiciones climatológicas

exteriores a considerar, eligiendo así el día y hora del año que presenten condiciones más severas tanto para invierno como para verano. Del mismo modo, con el fin de considerar el caso más desfavorable para el diseño, únicamente se tendrán en cuenta las cargas de transmisión para el diseño de la instalación de calefacción (invierno), mientras que para el diseño de la instalación de refrigeración (verano) se tendrán en cuenta todas las mencionadas anteriormente.

A partir de este cálculo, se realiza de ejercicio de *Best Value Option Analysis* con el fin de determinar el sistema de climatización más adecuado para cada una de las zonas en cada planta. Por otro lado, se ha de conseguir un sistema que sea energéticamente eficiente y minimice en la medida de lo posible el coste de la instalación.

El caso de estudio consiste principalmente con grandes superficies y volúmenes, los cuales no cuentan con una alta densidad de carga. Por tanto, tras considerar diferentes tecnologías y opciones, y teniendo en cuenta las condiciones de diseño y características del caso de estudio, se decide optar por una tecnología innovadora y poco en uso hoy en día, como son las Vigas Frías Activas para refrigeración, y suelo radiante para verano.

El sistema de vigas frías es un sistema aire-agua que consiste en terminales de gran longitud, lo cual permitirá garantizar las condiciones de confort en toda la superficie a climatizar. Además, presenta un alto caudal de aire, que, unido a su longitud y disposición dentro de cada uno de los habitáculos, permitirá romper el estatismo del aire dentro del recinto. Con el fin de apoyar a la viga fría y asegurar que no ocurra condensación en ella, se combinará con una unidad de tratamiento de aire, que tratará el aire acondicionándola a las condiciones interiores del recinto. De este modo, la potencia disponible en la viga fría presenta un mayor aprovechamiento y asegura una mayor eficiencia de la instalación en conjunto.

Aunque el sistema de vigas frías presenta la posibilidad de ser un sistema a 4 tubos, permitiendo también así su uso para el sistema de calefacción, se desestima esta opción por la elevada altitud de los recintos a climatizar. El aire caliente tenderá a desplazarse hacia las zonas más elevadas dentro del recinto, de modo que en ciertos casos podrían darse casos de gran dis-confort, conocidos como “cabeza caliente y pies fríos”. De este modo, se decide optar por un sistema de suelo radiante, que asegurará un gran confort con una gran eficiencia energética y que permite el uso de toda la superficie disponible, siendo muy adecuado así para el caso de estudio en cuestión. La UTA tratará el aire de renovación hasta llevarlo a las condiciones de confort,

el cual será impulsado a través de la viga fría, que actuará en este caso a modo de difusor y rejilla.

Por otro lado, existen una minoría de recintos de pequeño volumen y dimensión que habrán de ser climatizados con otro tipo de tecnología. Para estas superficies, se opta por climatizar mediante fancoils. Los fancoils elegidos serán a cuatro tubos, permitiendo así climatizar tanto en invierno como en verano. Para poder extraer e impulsar el aire de renovación a estos locales, se instalarán rejillas y difusores respectivamente.

En cuanto a la UTA, se decide por capacidad y seguridad de la instalación, utilizar una UTA para cada una de las plantas.

Una vez seleccionado los equipos de climatización, se ha de diseñar el resto de los equipos y accesorios que posibilitarán el funcionamiento de la instalación.

En primer lugar, para poder llevar el aire de renovación hasta el interior de los locales, y poder llevar al exterior del aire de extracción, se diseña una red de conductos. Estos son dimensionados teniendo en cuanto el caudal a transportar en cada uno de los tramos, así como unos límites en cuanto a la pérdida de carga y velocidad. En los recintos que dispongan de vigas frías, el aire será expulsado y extraído a través de estas. Sin embargo, en aquellos recintos en los que por el contrario se instalen fancoils, se requerirá la instalación de difusores y rejillas con el fin de impulsar y extraer el aire respectivamente. Estos son seleccionados de acuerdo con el caudal, pérdida de carga y ruido.

Del mismo modo, para poder transportar el agua fría y caliente hasta los distintos equipos, será necesario instalar un sistema de tuberías. Estas serán diseñadas atendiendo al caudal que deberán transportar, así como a unos límites de velocidad y pérdida de carga.

Con el fin de enfriar y calentar el agua que se transporte hasta los conductos para climatizar correctamente el edificio, se ha de instalar un grupo frigorífico y una caldera respectivamente. Con el fin de abastecer a los equipos de climatización de agua se instalarán bombas asociadas al grupo frigorífico y caldera respectivamente.

Todos los equipos que compondrán el sistema de climatización, así como el sistema de conductos y tuberías, se encuentran debidamente localizados en los planos. Por último, se estudiará el coste total de la instalación, el cual supondrá una parte importante del coste total del proyecto del aeropuerto.

AIR COINDITIONING SYSTEM DESIGN OF AN AIRPORT IN MURCIA

Author: Urgel Fernández, José Manuel

Director: Martín Serrano, Javier

Collaborating Institution: ICAI – Universidad Pontificia Comillas.

PROJECT SUMMARY

The project herein presented pursues the purpose of fully designing the air conditioning system of an airport located in Murcia, Spain. The air conditioning system will be designed ensuring enough capacity to accomplish the comfort, hygiene and health conditions inside the building at any moment. In the same way, it will be ensured the accomplishment of the legal and technical conditions according to the regulations related to this kind of building.

The design of the air conditioning system will cover the design for both winter and summer. In this way, all the calculations required on this purpose will consider both winter and summer.

The airport consists of four floors (basement, ground floor, intermediate floor and first floor) and a rooftop. This project will cover the design of the air conditioning system for all the floors. On this aim, all the floors will be divided into different areas depending on their function, area, volume and any other relevant factors.

First of all, it is calculated the flow of renovation air needed to fulfil the hygiene and health conditions inside the building. The flow of renovation air required depends on the quality of air desired inside the building and will be calculated for all the areas identified according to the level of occupation and the activity of them in each of them.

Once the renovation air is calculated, the thermal load will be calculated. The thermal loads consist of different components or load type and can be divided in external and internal. As external load, it can be identified the transmission, ventilation and radiation. As internal load, it can be identified the occupation, illumination and other equipment installed. On the aim of ensuring an accurate design of the air-conditioning system and ensuring the capability to accomplish the comfort conditions at any moment, it will be considered the most unfavourable case regarding the external climate conditions. In this way, it will be chosen the day and hour of the year presenting the most severe conditions for the design of both winter and summer.

In the same way, on the aim of considering the most severe case for the design, for the heating (winter) air conditioning system, it will only be considered the transmission load. On the contrary, all the heating loads will be considered for the cooling (summer) air conditioning system.

Taking this calculation as starting point, a Best Value Option Analysis is performed to do a decision-making process about the best-in-class technology for each of the areas appearing in the case study. Besides, it also has to be considered that the system must have the highest energy efficiency possible and minimize as much as possible the cost of the installation.

The case study mainly consists of big areas and volumes, not presenting high load density. Hence, after considering different technologies and options available, and bearing in mind the design conditions and characteristics of the case study, it is decided to implement a technology that is innovate and not very common nowadays, the chilled beams for cooling, and radiant floor for heating.

The chilled beam technology is an air-water system that consists of long length units, enabling to ensure the comfort conditions in all the area to be conditioned. Furthermore, it presents a high air flow, that combined with its dimensions and disposition in each of the areas, will break the statism of the air in the big volume rooms. On the aim of supporting the chilled beam system and ensuring that no condensation happens within it, the system will combine a air handling unit that will treat the renovation air and set it to the comfort conditions inside the building already. In this way, the available power in the chilled beam presents a better utilization and ensures a higher efficiency of the whole installation.

Despite the chilled beam system presents the possibility to install 4 tubes, thus enabling its use for both cooling and heating, this option is set aside because of the high altitude of the areas to condition. The warm air will tend to be positioned in the higher areas of the room, in such that it could be created a extreme discomfort case, well known as 'hot head, cold feet'. Then, it is decided to implement a radiant floor system for heating, that will ensure a great comfort combined with a high energy efficiency and that permits the use of the whole area available in the room, being then more accurate for the big open spaces existing in the case study. As happened in the cooling system, the air handling unit will treat the renovation air and set it to the comfort conditions. The chilled beam will be used to push in and pull out the renovation air into the room.

On the other hand, there are a few rooms of small volume and area where a different technology will be used. For these rooms, it is decided to use fancoils as air conditioning system. The fancoils chosen are four-tubes type, then enabling to use them for both heating and cooling. Besides, on the aim of pushing in and pulling out the renovation air to this rooms, air grid and diffuser will be installed respectively.

Regarding the air handling unit, considering the capacity and reliability of the installation, it is decided to install one separate for each of the floors.

After having designed the air conditioning system and its components, it is needed to design and consider other kind of equipment that is key for the proper performance of the installation.

To start with, in order to make it possible to carry the renovation air to the different rooms, and also to push it out, a duct system is dimensioned and designed. These are dimensioned considering the flow to be transported, as well as the air velocity and load loss. In those rooms with chilled beams installed, the conducts will be connected to these. However, on the rooms having fancoils installed, the conducts will be connected to the grids and diffuser. The grids and diffusers will be select attending to the flow, load loss and noise.

Similarly, to transport the water to the different air conditioning equipment, it will be required to install a piping system. The piping system will be designed attending to the flow and the velocity and load loss limits.

To cold down and heat up the water, that will be transported through the conducts to properly condition the system, a refrigerating unit and a boiler will be dimensioned and installed respectively. Pumps will dose the water from these to the air conditioning equipment through the conducts.

All the air conditioning equipment, as wells as the piping and conduct system, is properly represented and located in the drawings. Finally, a economic study is performed to quantify the total cost of the installation.



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA
(ICAI)

MASTER EN INGENIERIA INDUSTRIAL

CLIMATIZACIÓN DE UN AEROPUERTO EN MURCIA

Autor: José Manuel Urgel Fernández

Director: Javier Martín Serrano

Madrid

Junio de 2018

Contenido

Lista de imágenes	7
Lista de tablas	9
1. INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN	13
2. METODOLOGÍA	15
3. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO	17
3.1. ARQUITECTURA.....	17
3.2. ZONIFICACIÓN.....	17
4. CONDICIONES DE DISEÑO	27
4.1. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS EXTERIORES.....	27
4.2. CONDICIONES INTERIORES	28
4.3. CONDICIONES POR CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL EDIFICIO	29
5. AIRE DE RENOVACIÓN.....	35
5.1. IMPULSIÓN DE AIRE	35
5.1.1. PLANTA SÓTANO.....	35
5.1.2. PLANTA BAJA.....	36
5.1.3. PLANTA INTERMEDIA (ALTILLO)	36
5.1.4. PLANTA PRIMERA.....	36
6. CARGAS TÉRMICAS	37
6.1. INTRODUCCIÓN	37
6.2. MÉTODO DE CÁLCULO.....	37
6.2.1. CARGAS TÉRMICAS EXTERNAS.....	38
6.2.2. CARGAS TÉRMICAS INTERNAS.....	40
6.3. RESULTADOS.....	41
6.3.1. CARGAS TÉRMICAS EN VERANO	43
6.3.2. CARGAS TÉRMICAS EN INVIERNO	44
7. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN.....	47
7.1. SELECCIÓN DE TIPOLOGÍA DE CLIMATIZACIÓN	47
7.1.1. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	48
7.1.2. SISTEMA DE CALEFACCIÓN	48
7.1.3. PEQUEÑOS RECINTOS	49
7.2. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA.....	50
7.2.1. VIGAS FRÍAS ACTIVAS	50

7.2.2.	SUELO RADIANTE	52
7.2.3.	FANCOILS	53
7.3.	ESTRATEGIA DE CLIMATIZACIÓN	54
7.3.1.	SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	54
7.3.2.	SISTEMA DE CALEFACCIÓN	55
7.3.3.	FANCOILS	56
8.	DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO DE LAS UNIDADES DE CLIMATIZACIÓN	59
8.1.	VIGAS FRÍAS	59
8.1.1.	SELECCIÓN DE UNIDAD TERMINAL	59
8.1.2.	PROCESO DE DISEÑO	60
8.2.	UTA	64
8.2.1.	BALANCE DE CAUDALES	65
8.2.2.	DIMENSIONAMIENTO UTA	66
8.3.	SUELO RADIANTE	68
8.4.	PEQUEÑAS SUPERFICIES - FANCOIL	73
8.4.1.	DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL FANCOIL	73
8.4.2.	SISTEMA DE EXTRACCIÓN E IMPULSIÓN DE AIRE.....	76
8.5.	DISPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS.....	80
9.	CÁLCULO DE CONDUCTOS	81
9.1.	METODOLOGÍA.....	82
9.2.	DISEÑO.....	83
9.3.	CÁLCULO.....	84
9.3.1.	IMPULSIÓN	84
9.3.2.	EXTRACCIÓN	87
10.	CÁLCULO DE TUBERÍAS.....	91
10.1.	REFRIGERACIÓN – AGUA FRÍA	93
10.2.	CALEFACCIÓN – AGUA CALIENTE	96
11.	DISEÑO DE OTROS EQUIPOS.....	101
11.1.	ENFRIADORA	101
11.2.	CALDERA.....	102
11.3.	BOMBAS	104
11.3.1.	PÉRDIDA DE CARGA.....	104
11.3.2.	DISEÑO DE BOMBAS.....	105
12.	PRESUPUESTO	109

12.1.	FANCOILS.....	109
12.2.	VIGAS FRÍAS	110
12.3.	SUELO RADIANTE	111
12.4.	UTA	112
12.5.	REJILLAS	112
12.6.	DIFUSORES.....	112
12.7.	OTROS EQUIPOS	113
12.8.	ANÁLISIS DE COSTES.....	113
13.	ANEXOS	115
13.1.	CÁLCULO DE CARGAS TÉRMICAS – HOJAS DE CÁLCULO TIPO	115
13.1.1.	CARGAS DE VERANO.....	115
13.1.2.	CARGAS DE INVIERNO.....	116
13.2.	CATÁLOGO VIGA FRÍA.....	117
13.3.	DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO VIGA FRÍA	120
13.3.1.	PLANTA SOTANO + BAJA	120
13.3.2.	PLANTA ALTILLO.....	125
13.3.3.	PLANTA PRIMERA.....	129
13.4.	CATÁLOGO UTA	134
13.5.	CATÁLOGO FANCOIL	137
13.6.	DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO FANCOIL	141
13.6.1.	PLANTA SÓTANO.....	141
13.6.2.	PLANTA BAJA.....	141
13.6.3.	PLANTA ALTILLO.....	141
13.6.4.	PLANTA PRIMERA.....	142
13.7.	CATÁLOGO REJILLA.....	143
13.8.	CATÁLOGO REJILLA.....	146
13.9.	CATÁLOGO ENFRIADORA	148
13.10.	CATÁLOGO CALDERA	150
13.11.	CATÁLOGO BOMBA	152
14.	PLIEGO DE CONDICIONES.....	155
14.1.	GENERALIDADES	155
14.1.1.	OBJETO Y ALCANCE	155
14.1.2.	DEFINICIONES.....	156
14.2.	DIRECCIÓN DE OBRA	157

14.3.	AISLAMIENTO TÉRMICO	158
14.3.1.	GENERAL.....	158
14.3.2.	MATERIALES Y CARACTERÍSTICAS	159
14.3.3.	NIVELES DE AISLAMIENTO	159
14.3.4.	BARRERA ANTI-VAPOR	159
14.3.5.	COLOCACIÓN.....	160
14.3.6.	AISLAMIENTO DE TUBERÍAS.....	160
14.3.7.	AISLAMIENTO DE CONDUCTOS	161
14.3.8.	PROTECCIÓN DEL AISLAMIENTO	161
14.4.	COMPUERTAS CORTAFUEGOS	161
14.4.1.	GENERAL.....	161
14.4.2.	INSTALACIÓN.....	162
14.5.	CONDUCTOS FLEXIBLES	162
14.5.1.	GENERAL.....	162
14.5.2.	INSTALACIÓN.....	162
14.6.	FANCOILS	163
14.6.1.	GENERALIDADES	163
14.6.2.	ELEMENTOS CONSTITUTIVOS	163
14.6.3.	INSTALACIÓN.....	164
14.6.4.	CONTROL Y REGULACIÓN	164
14.6.5.	INFORMACIÓN TÉCNICA	164
14.7.	COMPENSADORES DE DILATACIÓN	165
14.7.1.	GENERAL.....	165
14.7.2.	MONTAJE	165
14.8.	ROTULACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS Y FLUIDOS	166
14.8.1.	GENERAL.....	166
14.9.	UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE	166
14.9.1.	GENERAL.....	166
14.9.2.	MATERIALES	167
14.9.3.	ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS	167
14.9.4.	INSTALACIÓN.....	168
14.9.5.	INFORMACIÓN TÉCNICA	168
14.10.	DEPÓSITOS DE EXPANSIÓN	169

14.10.1.	GENERAL.....	169
14.10.2.	MATERIALES	170
14.10.3.	INSTALACIÓN.....	170
14.11.	DIFUSORES Y REJILLAS	171
14.11.1.	GENERAL.....	171
14.11.2.	MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN	171
14.11.3.	DISTRIBUCIÓN Y MONTAJE	171
14.11.4.	MEDICIÓN DE CAUDAL.....	172
14.12.	ELEMENTOS DE REGULACIÓN Y CONTROL.....	172
14.12.1.	GENERAL.....	172
14.12.2.	MATERIALES E INSTALACIÓN	172
14.13.	VALVULERÍA	173
14.13.1.	GENERAL.....	173
14.13.2.	CONEXIONES	173
14.14.	BOMBAS	174
14.14.1.	GENERAL.....	174
14.14.2.	INFORMACIÓN TÉCNICA	174
14.15.	ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS.....	175
14.15.1.	GENERAL.....	175
14.15.2.	INSTALACIÓN.....	176
14.16.	DRENAJES Y VACIADOS	176
14.16.1.	DRENAJES.....	176
14.16.2.	VACIADOS	176
14.17.	ACOMETIDAS DE AGUA A EQUIPOS Y REDES	176
14.18.	PRUEBAS Y ENSAYOS	177
14.18.1.	GENERAL.....	177
14.18.2.	PRUEBAS PARCIALES.....	178
14.18.3.	OTRAS PRUEBAS	180
14.19.	RECEPCIÓN.....	181
14.19.1.	EQUIPOS FRIGORÍFICOS	181
14.19.2.	ELEMENTOS EMISORES.....	183
14.19.3.	ELEMENTOS DE BOMBEO.....	183
15.	BIBIOGRAFÍA	185
16.	PLANOS.....	187

Lista de imágenes

<i>Ilustración 1. Zonificación Planta Sótano.....</i>	<i>18</i>
<i>Ilustración 2. Zonificación Planta Baja.....</i>	<i>19</i>
<i>Ilustración 3. Zonificación Planta Intermedia</i>	<i>21</i>
<i>Ilustración 4. Zonificación Planta Primera.....</i>	<i>23</i>
<i>Ilustración 5. Descripción de la estación meteorológica de referencia.....</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 6. Sección del muro exterior.....</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 7. Coeficientes de resistencias térmicas de un muro exterior.....</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 8. Sección del muro interior</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 9. Coeficientes de resistencias térmicas de un muro interior.....</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 10. Espacio climatizado mediante vigas frías</i>	<i>50</i>
<i>Ilustración 11. Esquema de principio de una viga fría</i>	<i>51</i>
<i>Ilustración 12. Suelo radiante.....</i>	<i>52</i>
<i>Ilustración 13. Fancoil de techo</i>	<i>53</i>
<i>Ilustración 14. Refrigeración - Esquema del proceso de aire.....</i>	<i>54</i>
<i>Ilustración 15. Diagrama psicométrica – refrigeración viga fría</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 16. Calefacción – Esquema del proceso</i>	<i>55</i>
<i>Ilustración 17. Fancoils- Esquema del proceso</i>	<i>56</i>
<i>Ilustración 18. Esquema del modelo de viga fría seleccionada (DID312)</i>	<i>59</i>
<i>Ilustración 19. Esquema de la viga fría – Retorno e impulsión de aire</i>	<i>60</i>
<i>Ilustración 20. Descripción completa de la viga fría</i>	<i>61</i>
<i>Ilustración 21. Esquema aire UTA.....</i>	<i>65</i>
<i>Ilustración 22. Base aislante del sistema de suelo radiante</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 23. Tubo del sistema de suelo radiante</i>	<i>69</i>
<i>Ilustración 24. Sistema de distribución – suelo radiante</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 25. Sistema de regulación electrónica – suelo radiante.....</i>	<i>70</i>
<i>Ilustración 26. Catálogo Polytherm suelo radiante</i>	<i>71</i>
<i>Ilustración 27. Unidad Básica – Fan Coil Aquaris Silent.....</i>	<i>74</i>
<i>Ilustración 28. Difusor rotacional – Catálogo Trox</i>	<i>77</i>
<i>Ilustración 29. Serie AR – Rejilla Trox.....</i>	<i>78</i>
<i>Ilustración 30. Cálculo de Rejilla – Catálogo Trox.....</i>	<i>79</i>
<i>Ilustración 31. Catálogo Novatub</i>	<i>84</i>
<i>Ilustración 32. Tabla para dimensionamiento de tuberías</i>	<i>92</i>
<i>Ilustración 33. Esquema de la instalación por planta - Enfriadora</i>	<i>101</i>
<i>Ilustración 34. Enfriadora de agua con compresor de tornillo - Carrier 30 XWH.....</i>	<i>102</i>
<i>Ilustración 35. Caldera ADISA</i>	<i>104</i>
<i>Ilustración 36. Bomba SACI Serie KDN</i>	<i>106</i>

<i>Ilustración 37. Selección de bomba – agua fría</i>	107
<i>Ilustración 38. Selección de bomba – agua caliente</i>	108
<i>Ilustración 39. Descripción – Catálogo Viga Fría</i>	117
<i>Ilustración 40. Retorno e impulsión de aire – Catálogo Viga Fría</i>	118
<i>Ilustración 41. Selección - Catálogo Viga Fría</i>	119
<i>Ilustración 42. Selección – Catálogo UTA</i>	134
<i>Ilustración 43. Características constructivas – Catálogo UTA</i>	135
<i>Ilustración 44.. Características constructivas II – Catálogo UTA</i>	136
<i>Ilustración 45. Selección – Catálogo Fan Coil</i>	137
<i>Ilustración 46. Descripción del equipo - Fancoil</i>	138
<i>Ilustración 47. Descripción del equipo II - Fancoil</i>	139
<i>Ilustración 48. Sistema de regulación – Fancoil</i>	140
<i>Ilustración 49. Descripción – Catálogo Trox</i>	143
<i>Ilustración 50. Dirección salida de aire – Catálogo Trox</i>	144
<i>Ilustración 51. Preselección – Catálogo Trox</i>	145
<i>Ilustración 52. Catálogo rejilla – Material - Datos Técnicos</i>	146
<i>Ilustración 53. Catálogo rejilla – Datos Técnicos</i>	147
<i>Ilustración 54. Catálogo Enfriadora Carrier</i>	148
<i>Ilustración 55. Dimensiones – Catálogo Enfriadora</i>	149
<i>Ilustración 56. Especificaciones caldera – catálogo ADISA</i>	150
<i>Ilustración 57. Detalles constructivos caldera – catálogo ADISA</i>	151
<i>Ilustración 58. Catálogo bomba Saci – Serie KDN – características</i>	152
<i>Ilustración 59. Catálogo bomba Saci – Serie KDN – Selección</i>	153

Lista de tablas

<i>Tabla 1. Localización del aeropuerto</i>	17
<i>Tabla 2. Descripción – Zona 1</i>	18
<i>Tabla 3. Descripción – Zona 2</i>	18
<i>Tabla 4. Descripción – Zona 3</i>	19
<i>Tabla 5. Descripción – Zona 4</i>	19
<i>Tabla 6. Descripción – Zona 5</i>	20
<i>Tabla 7. Descripción – Zona 6</i>	20
<i>Tabla 8. Descripción – Zona 7</i>	20
<i>Tabla 9. Descripción – Zona 8</i>	20
<i>Tabla 10. Descripción – Zona 9</i>	20
<i>Tabla 11. Descripción – Zona 10</i>	21
<i>Tabla 12. Descripción – Zona 11</i>	22
<i>Tabla 13. Descripción – Zona 12</i>	22
<i>Tabla 14. Descripción – Zona 14</i>	22
<i>Tabla 15. Descripción – Zona 15</i>	22
<i>Tabla 16. Descripción – Zona 27</i>	22
<i>Tabla 17. Descripción – Zona 28</i>	23
<i>Tabla 18. Descripción – Zona 29</i>	23
<i>Tabla 19. Descripción – Zona 18</i>	24
<i>Tabla 20. Descripción – Zona 19</i>	24
<i>Tabla 21. Descripción – Zona 21</i>	24
<i>Tabla 22. Descripción – Zona 22</i>	24
<i>Tabla 23. Descripción – Zona 23</i>	24
<i>Tabla 24. Descripción – Zona 24</i>	25
<i>Tabla 25. Descripción – Zona 25</i>	25
<i>Tabla 26. Descripción – Zona 26</i>	25
<i>Tabla 27. Condiciones exteriores</i>	27
<i>Tabla 28. Condiciones exteriores de temperatura y humedad relativa</i>	28
<i>Tabla 29. Características del muro exterior</i>	30
<i>Tabla 30. Características del muro interior</i>	32
<i>Tabla 31. Caudales de aire exterior (Ref: RITE - Tabla 1.4.2.1)</i>	35
<i>Tabla 32. Caudal de Renovación - Planta Sótano</i>	35
<i>Tabla 33. Caudal de Renovación – Planta Baja</i>	36
<i>Tabla 34. Caudal de Renovación – Planta Intermedia</i>	36
<i>Tabla 35. Caudal de renovación – Planta Primera</i>	36
<i>Tabla 36. Coeficiente de viento y seguridad</i>	39

<i>Tabla 37. Cargas por ocupación en función de la actividad</i>	40
<i>Tabla 38. Equipos y potencias caloríficas asociadas</i>	41
<i>Tabla 39. Resumen condiciones de diseño – cargas térmicas y caudal de ventilación</i>	42
<i>Tabla 40. Cargas Térmicas de Verano - Planta Sótano</i>	43
<i>Tabla 41. Cargas Térmicas de Verano - Planta Baja</i>	43
<i>Tabla 42. Cargas Térmicas de Verano – Planta Altillo</i>	43
<i>Tabla 43. Cargas Térmicas de Verano – Planta Primera</i>	44
<i>Tabla 44. Cargas Térmicas de Invierno – Planta Sótano</i>	44
<i>Tabla 45. Cargas Térmicas de Invierno – Planta Baja</i>	44
<i>Tabla 46. Cargas Térmicas de Invierno – Planta Altillo</i>	45
<i>Tabla 47. Cargas Térmicas de Invierno – Planta Primera</i>	45
<i>Tabla 48. Clasificación para equipos de climatización</i>	49
<i>Tabla 49. Características y capacidad de la unidad terminal</i>	62
<i>Tabla 50. Cálculo de Vigas Frías – Zona #8</i>	63
<i>Tabla 51. Resumen diseño Vigas Frías</i>	64
<i>Tabla 52. Caudal de extracción</i>	66
<i>Tabla 53. Condiciones humedad y temperatura – diseño UTA</i>	67
<i>Tabla 54. Condiciones de diseño para UTA</i>	67
<i>Tabla 55. Características UTA Bikat – Modelo Serie BK 10</i>	68
<i>Tabla 56. Parámetros de diseño – UTA</i>	68
<i>Tabla 57. Diseño de suelo radiante</i>	73
<i>Tabla 58. Características del modelo Fan Coil Aquaris Silent – 4 tubos – Modelo SP 30</i>	75
<i>Tabla 59. Parámetros diseño fancoils</i>	75
<i>Tabla 60. Cálculo de Fancoil – Zona #1 Planta Baja</i>	76
<i>Tabla 61. Resumen cálculo de Fancoils</i>	76
<i>Tabla 62. Distribución de difusores</i>	77
<i>Tabla 63. Cálculo rejillas</i>	79
<i>Tabla 64. Caudales máximos de cada unidad terminal</i>	81
<i>Tabla 65. Resumen de caudales de impulsión y retorno</i>	82
<i>Tabla 66. Límites para cálculo de conductos</i>	83
<i>Tabla 67. Conductos de impulsión – elemento terminal</i>	84
<i>Tabla 68. Conductos de impulsión – planta sótano</i>	85
<i>Tabla 69. Conductos de impulsión – Planta baja</i>	85
<i>Tabla 70. Conductos de impulsión – Planta Altillo</i>	86
<i>Tabla 71. Conductos de impulsión – Planta Primera</i>	87
<i>Tabla 72. Conducto de extracción – Elementos terminales</i>	87
<i>Tabla 73. Conducto de extracción – Planta sótano</i>	87

<i>Tabla 74. Conducto de extracción – Planta Altillo</i>	88
<i>Tabla 75. Conducto de extracción – Planta Primera</i>	89
<i>Tabla 76. Límites para dimensionado de tuberías</i>	91
<i>Tabla 77. Demanda agua fría – dimensionamiento tuberías</i>	93
<i>Tabla 78. Tuberías de unidades terminales - Refrigeración</i>	94
<i>Tabla 79. Cálculo de tuberías – refrigeración – Planta sótano</i>	94
<i>Tabla 80. Cálculo de tuberías – refrigeración – Planta Baja</i>	94
<i>Tabla 81. Cálculo de tuberías – refrigeración – Planta altillo</i>	95
<i>Tabla 82. Cálculo de tuberías – refrigeración – Planta primera</i>	96
<i>Tabla 83. Demanda agua caliente – dimensionamiento tuberías</i>	97
<i>Tabla 84. Tuberías de unidades terminales – Calefacción</i>	97
<i>Tabla 85. Cálculo de tuberías – refrigeración – Planta sótano y baja</i>	98
<i>Tabla 86. Cálculo de tuberías – calefacción – Planta Altillo</i>	98
<i>Tabla 87. Cálculo de tuberías – calefacción – Planta Primera</i>	99
<i>Tabla 88. Cálculo para diseño de enfriadora</i>	102
<i>Tabla 89. Cálculo de caldera – demanda</i>	103
<i>Tabla 90. Pérdidas de carga – equipos</i>	104
<i>Tabla 91. Pérdida de carga refrigeración</i>	105
<i>Tabla 92. Pérdida de carga calefacción</i>	105
<i>Tabla 93. Parámetros de diseño – bomba</i>	106
<i>Tabla 94. Coste fancoils</i>	109
<i>Tabla 95. Coste vigas frías</i>	110
<i>Tabla 96. Coste suelo radiante</i>	111
<i>Tabla 97. Coste UTA</i>	112
<i>Tabla 98. Coste rejillas</i>	112
<i>Tabla 99. Costes difusores</i>	112
<i>Tabla 100. Coste de otros equipos</i>	113
<i>Tabla 101. Coste total de la instalación</i>	113
<i>Tabla 102. Modelo cálculo de cargas térmicas de verano</i>	115
<i>Tabla 103. Modelo cálculo de cargas térmicas de invierno</i>	116
<i>Tabla 104. Cálculo de Viga Fría - #3</i>	120
<i>Tabla 113. Cálculo de Viga Fría - #4</i>	121
<i>Tabla 114. Cálculo de Viga Fría - #5</i>	121
<i>Tabla 115. Cálculo de Viga Fría - #6</i>	122
<i>Tabla 116. Cálculo de Viga Fría - #7</i>	122
<i>Tabla 117. Cálculo de Viga Fría - #8</i>	123
<i>Tabla 118. Cálculo de Viga Fría - #9</i>	123

<i>Tabla 119. Cálculo de Viga Fría - #10</i>	124
<i>Tabla 120. Cálculo de Viga Fría - #11</i>	125
<i>Tabla 121. Cálculo de Viga Fría - #12</i>	126
<i>Tabla 122. Cálculo de Viga Fría - #14</i>	126
<i>Tabla 123. Cálculo de Viga Fría - #15</i>	127
<i>Tabla 124. Cálculo de Viga Fría - #27</i>	127
<i>Tabla 125. Cálculo de Viga Fría - #28</i>	128
<i>Tabla 126. Cálculo de Viga Fría - #29</i>	128
<i>Tabla 127. Cálculo de Viga Fría - #18</i>	129
<i>Tabla 128. Cálculo de Viga Fría - #19</i>	130
<i>Tabla 129. Cálculo de Viga Fría - #21</i>	130
<i>Tabla 130. Cálculo de Viga Fría - #22</i>	131
<i>Tabla 131. Cálculo de Viga Fría - #23</i>	131
<i>Tabla 132. Cálculo de Viga Fría - #24</i>	132
<i>Tabla 133. Cálculo de Viga Fría - #25</i>	133
<i>Tabla 134. Cálculo de Viga Fría - #26</i>	133
<i>Tabla 135. Fancoil - Zona #1 Planta Sótano</i>	141
<i>Tabla 136. Fancoil - Zona #2 Planta Sótano</i>	141
<i>Tabla 137. Fancoil - Zona #1 Planta Baja</i>	141
<i>Tabla 138. Fancoil - Zona #2 Planta Baja</i>	141
<i>Tabla 139. Fancoil - Zona #1 Planta Altillo</i>	141
<i>Tabla 140. Fancoil - Zona #2 Planta Altillo</i>	142
<i>Tabla 141. Fancoil - Zona #10 Planta Altillo</i>	142
<i>Tabla 142. Fancoil - Zona #11 Planta Altillo</i>	142
<i>Tabla 143. Fancoil - Zona #1 Planta Primera</i>	142
<i>Tabla 144. Fancoil - Zona #2 Planta Primera</i>	142

1. INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN

El objetivo de este trabajo de fin de máster consiste en el diseño de la instalación de climatización de un aeropuerto en la ciudad de Murcia.

El ser humano siempre ha intentado crear unas condiciones de temperatura, humedad y limpieza del aire en los espacios en los que ha vivido, ya sea utilizando un abanico de mano, hace más de 4.000 años, hasta los climatizadores de última generación de nuestros días.

Toda gran civilización de la era antigua tenía sus formas de lograr, en su medida, condiciones de confort. Sin embargo, no es hasta el siglo XIX cuando se desarrollan los principios físicos de la termodinámica y de la transmisión de calor, sentando así las bases de la técnica del aire acondicionado y la refrigeración. En 1902 Willis Carrier sentó las bases del moderno aire acondicionado y desarrollo del concepto de climatización. Por esa época, un impresor neoyorquino tenía serias dificultades durante el proceso de impresión, que impedían el comportamiento normal del papel, obteniendo una calidad muy pobre debido a las variaciones de temperatura, calor y humedad, entonces fue cuando Willis Carrier se puso a investigar con tenacidad para resolver el problema. Diseñó una maquina específica que controlaba la humedad a través de tubos enfriados, dando lugar a la primera unidad de climatización de la historia. Durante aquellos años, el objetivo principal de Carrier era mejorar el desarrollo del proceso industrial a través de continuos cambios tecnológicos que permitieran el control de la temperatura y la humedad.

Actualmente en nuestra sociedad muchos productos y servicios dependen del control del clima interno. La comida para nuestra mesa, la ropa que vestimos y la biotecnología de donde obtenemos productos químicos, plásticos y fertilizantes. Sin el control exacto de temperatura y humedad, los microprocesadores, circuitos integrados y la electrónica de alta tecnología no podrían ser producidos. El vuelo de aviones y naves sería solo un sueño, los arquitectos no podrían haber diseñado los enormes edificios que han cambiado las ciudades, etc. El aire acondicionado ha hecho posible el crecimiento y desarrollo de las áreas tropicales, proporcionando los medios para más y mejores vidas productivas. Decenas de ciudades desérticas,

desde el Ecuador hasta Arabia Saudita no existirían aún hoy, sin la capacidad del hombre para controlar su medio ambiente.

En cuanto al edificio a climatizar, el caso de estudio consiste en la climatización de un aeropuerto en el cual. De este modo, se trata de un edificio donde la climatización resulta de vital importancia y presenta unas características peculiares. Un aeropuerto se trata de un tipo de edificio en el cual se puede llegar a concretar un gran número de personas en ciertas zonas en determinados momentos, además de presentar grandes superficies, con geometrías atípicas y grandes alturas de los habitáculos.

2. METODOLOGÍA

Con el fin de llevar a cabo con éxito el diseño de la instalación de climatización de este edificio se procederá con distintos pasos, los cuales consisten en:

- Clasificación y agrupación de los habitáculos del aeropuerto de acuerdo con su uso, dimensión y orientación
- Estudio y determinación de las condiciones de diseño tanto para invierno como para verano
- Cálculo de las cargas térmicas para cada uno de los habitáculos definidos
- Caudal y propiedades del aire de ventilación
- Diseño de conductos de ventilación
- Determinación y dimensionamiento de los equipos a instalar, así como de las tuberías de agua
- Presupuesto económico

3. DESCRIPCIÓN DEL CASO DE ESTUDIO

El edificio objeto de estudio de este trabajo es un aeropuerto en la ciudad de Murcia. La localización del aeropuerto marcará unas ciertas condiciones de diseño, las cuales vienen recogidas en la Tabla 1.

<i>Situación</i>	Murcia
<i>Latitud</i>	37º 48' Norte
<i>Longitud</i>	1º 07' Oeste
<i>Altitud sobre el nivel del mar</i>	193 m
<i>Velocidad del viento dominante</i>	3 Km/h NW

Tabla 1. Localización del aeropuerto

3.1. ARQUITECTURA

El edificio, que en la actualidad no se encuentra construido, consta de las siguientes plantas:

- Planta sótano
- Planta baja
- Planta altillo (intermedia)
- Planta primera
- Cubierta

Los planos de cada una de estas plantas se encuentran adjuntos en la sección correspondiente a planos.

3.2. ZONIFICACIÓN

Para cada una de las plantas, se hace una división de acuerdo con distintos criterios (orientación, función, ...) que servirán a modo de módulos a climatizar. A continuación, se describe los principales elementos que componen cada una de las plantas, algunos de los cuales serán iguales para las distintas plantas.

3.2.1. Planta sótano

La planta sótano se encuentra mayormente dedicada a espacios donde alojar maquinaria y distintos equipos necesarios para distintos fines del edificio, de este modo, únicamente será necesario climatizar una pequeña área de esta planta.

Las diferentes áreas en las que se ha dividido esta planta climatizar se muestran en la Ilustración 1.

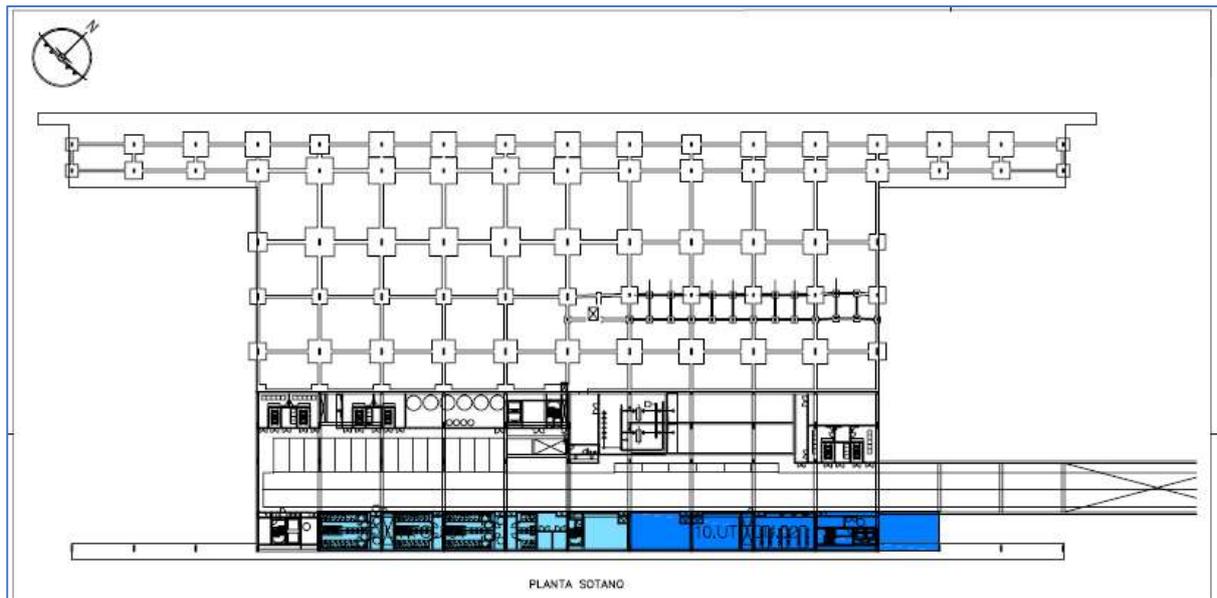


Ilustración 1. Zonificación Planta Sótano

En esta, se diferencian principalmente dos zonas:

- Zona 1: ■

<i>Localización</i>	Planta Sótano
<i>Función</i>	Baños
<i>Planta</i>	50 x 8 (m)
<i>Altura</i>	2.60 + 2.50 (m)
<i>Fachada</i>	SE

Tabla 2. Descripción – Zona 1

- Zona 2: ■

<i>Localización</i>	Planta Sótano
<i>Función</i>	Salas funciones varias
<i>Planta</i>	63 x 8 (m)
<i>Altura</i>	5.10 (m)
<i>Fachada</i>	SE

Tabla 3. Descripción – Zona 2

3.2.2. Planta baja

A diferencia de la planta sótano, en la planta baja, donde se realizan distintas funciones (recepción de equipaje, facturación, ...), se requiere climatizar la mayoría de la planta. De acuerdo con el lay-out y las distintas funciones existentes, se ha dividido la planta en diferentes módulos, tal y como se recoge en la Ilustración 2.

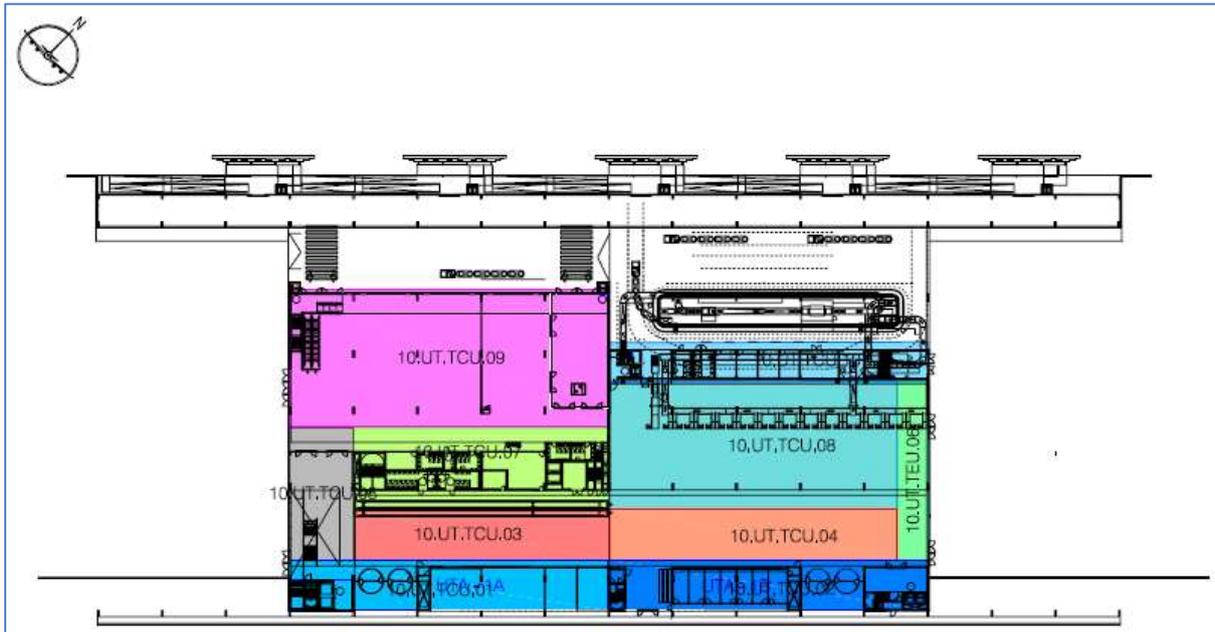


Ilustración 2. Zonificación Planta Baja

En esta, se diferencian principalmente las siguientes zonas:

- Zona 1: ■
- Zona 2: ■
- Zona 3: ■

Localización	Planta Baja
Función	Pasillo
Planta	50 x 13 (m)
Altura	10+2.60 (m)
Fachada	-

Tabla 4. Descripción – Zona 3

- Zona 4: ■

Localización	Planta Baja
Función	Pasillo
Planta	50 x 13 (m)
Altura	10+2.60 (m)
Fachada	-

Tabla 5. Descripción – Zona 4

- Zona 5: 

<i>Localización</i>	Planta Baja
<i>Función</i>	Entreplanta lateral
<i>Planta</i>	13 x 22 (m)
<i>Altura</i>	2.70+0.3 (m)
<i>Fachada</i>	-

Tabla 6. Descripción – Zona 5

- Zona 6: 

<i>Localización</i>	Planta Baja
<i>Función</i>	Salida Lateral
<i>Planta</i>	13 x 36 (m)
<i>Altura</i>	10+2.60 (m)
<i>Fachada</i>	NE

Tabla 7. Descripción – Zona 6

- Zona 7: 

<i>Localización</i>	Planta Baja
<i>Función</i>	Aseos y varios
<i>Planta</i>	50 x 22 (m)
<i>Altura</i>	2.70 + 0.3 (m)
<i>Fachada</i>	-

Tabla 8. Descripción – Zona 7

- Zona 8: 

<i>Localización</i>	Planta Baja
<i>Función</i>	Mostradores facturación
<i>Planta</i>	50 x 23 (m)
<i>Altura</i>	5.50 + 1.05 (m)
<i>Fachada</i>	-

Tabla 9. Descripción – Zona 8

- Zona 9: 

<i>Localización</i>	Planta Baja
<i>Función</i>	Recogida equipaje
<i>Planta</i>	63 x 30 (m)
<i>Altura</i>	5.70 + 0.85 (m)
<i>Fachada</i>	SO, NO

Tabla 10. Descripción – Zona 9

- Zona 10: ■

Localización	Planta Baja
Función	Salida Equipaje
Planta	63 x 7 (m)
Altura	2.50 + 0.55 (m)
Fachada	NO, NE

Tabla 11. Descripción – Zona 10

3.2.3. Planta altillo (intermedia)

Esta planta es una planta intermedia entre la planta baja y la primera, en la cual se encuentran diferentes módulos, principalmente dedicados a posibilitar subir/bajar al avión tanto a pasajeros como a empleados. De este modo, en esta planta se pueden diferenciar las zonas representadas en la Ilustración 3.

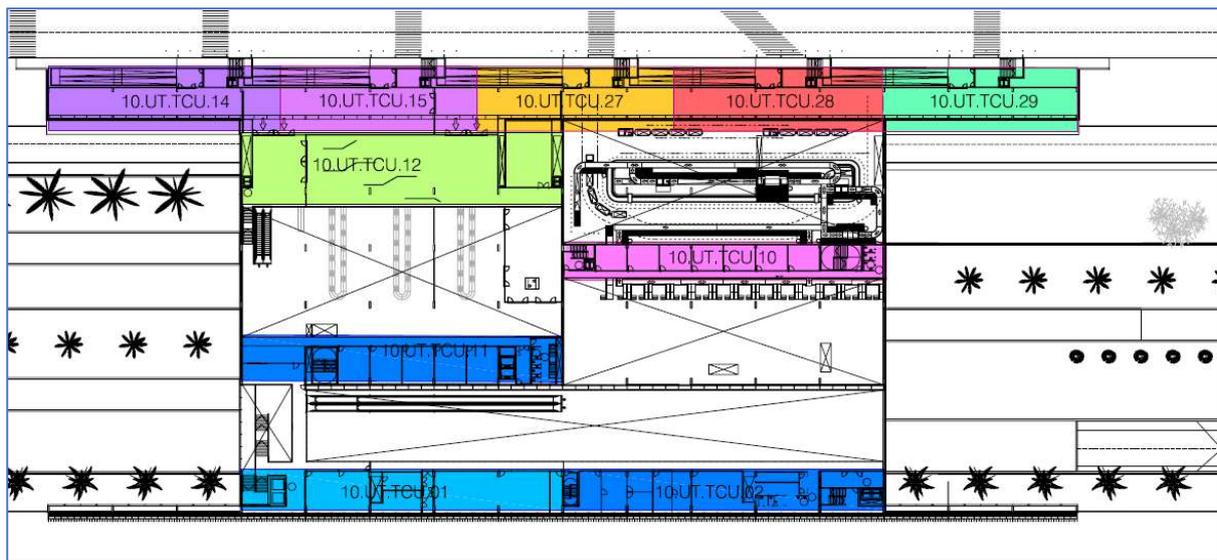


Ilustración 3. Zonificación Planta Intermedia

En esta, se diferencian las siguientes zonas:

- Zona 1: ■
- Zona 2: ■
- Zona 10: ■
- Zona 11: ■

Localización	Planta Altillo
--------------	----------------

<i>Función</i>	Oficinas Open Space
<i>Planta</i>	63 x 10 (m)
<i>Altura</i>	2.50 + 0.55 (m)
<i>Fachada</i>	SO

Tabla 12. Descripción – Zona 11

- Zona 12: 

<i>Localización</i>	Planta Altillo
<i>Función</i>	Puestos de control
<i>Planta</i>	63 x 14 (m)
<i>Altura</i>	2.50 + 0.55 (m)
<i>Fachada</i>	SO

Tabla 13. Descripción – Zona 12

- Zona 14: 

<i>Localización</i>	Planta Altillo
<i>Función</i>	Zona Embarque (1)
<i>Planta</i>	44 x 10 (m)
<i>Altura</i>	2.50 + 0.55 (m)
<i>Fachada</i>	NO, SO, SE

Tabla 14. Descripción – Zona 14

- Zona 15: 

<i>Localización</i>	Planta Altillo
<i>Función</i>	Zona Embarque (2)
<i>Planta</i>	40 x 10 (m)
<i>Altura</i>	2.50 + 0.55 (m)
<i>Fachada</i>	NO

Tabla 15. Descripción – Zona 15

- Zona 27: 

<i>Localización</i>	Planta Altillo
<i>Función</i>	Zona Embarque (3)
<i>Planta</i>	36 x 10 (m)
<i>Altura</i>	2.50 + 0.55 (m)
<i>Fachada</i>	NO

Tabla 16. Descripción – Zona 27

- Zona 28: 

Localización	Planta Altillo
Función	Zona Embarque (4)
Planta	40 x 10 (m)
Altura	2.50 + 0.55 (m)
Fachada	NO

Tabla 17. Descripción – Zona 28

- Zona 29: ■

Localización	Planta Altillo
Función	Zona Embarque (5)
Planta	36 x 10 (m)
Altura	2.50 + 0.55 (m)
Fachada	NE, NO, SE

Tabla 18. Descripción – Zona 29

3.2.4. Planta primera

Análogamente, se realiza la zonificación para la planta primera, la cual se muestra en la Ilustración 4.

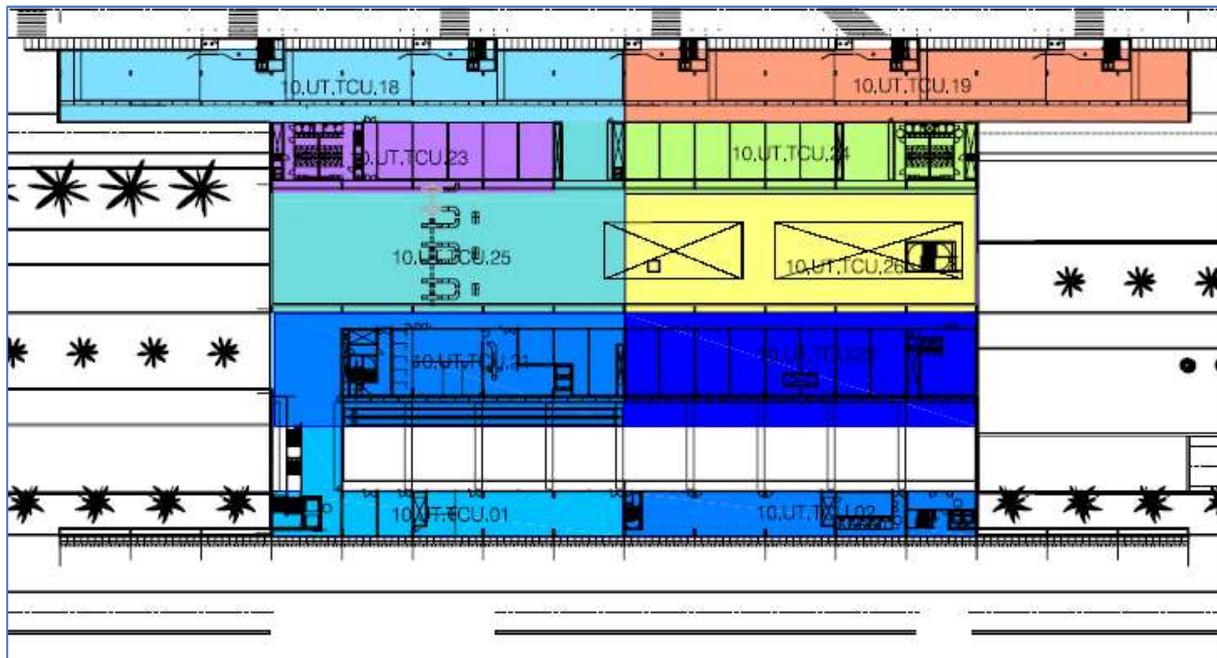


Ilustración 4. Zonificación Planta Primera

En esta, se diferencian las siguientes zonas:

- Zona 1: ■
- Zona 2: ■

- Zona 18: 

<i>Localización</i>	Planta Primera
<i>Función</i>	Llegadas (1)
<i>Planta</i>	100 x 10 (m)
<i>Altura</i>	2.50 + 0.55 (m)
<i>Fachada</i>	NO, SO, SE

Tabla 19. Descripción – Zona 18

- Zona 19: 

<i>Localización</i>	Planta Primera
<i>Función</i>	Llegadas (2)
<i>Planta</i>	100 x 10 (m)
<i>Altura</i>	2.50 + 0.55 (m)
<i>Fachada</i>	NE, NO, SE

Tabla 20. Descripción – Zona 19

- Zona 21: 

<i>Localización</i>	Planta Primera
<i>Función</i>	Oficinas Open Space
<i>Planta</i>	63x15 (m)
<i>Altura</i>	2.70 + 0.80 (m)
<i>Fachada</i>	SO

Tabla 21. Descripción – Zona 21

- Zona 22: 

<i>Localización</i>	Planta Primera
<i>Función</i>	Salas VIP
<i>Planta</i>	63x15 (m)
<i>Altura</i>	2.70 + 0.80 (m)
<i>Fachada</i>	NE

Tabla 22. Descripción – Zona 22

- Zona 23: 

<i>Localización</i>	Planta Primera
<i>Función</i>	Varios
<i>Planta</i>	50x12 (m)
<i>Altura</i>	2.70 + 0.80 (m)
<i>Fachada</i>	SO

Tabla 23. Descripción – Zona 23

- Zona 24: 

<i>Localización</i>	Planta Primera
<i>Función</i>	Salas Espera
<i>Planta</i>	63x12 (m)
<i>Altura</i>	2.70 + 0.80 (m)
<i>Fachada</i>	NE

Tabla 24. Descripción – Zona 24

- Zona 25: 

<i>Localización</i>	Planta Primera
<i>Función</i>	Check-in Area
<i>Planta</i>	63x22 (m)
<i>Altura</i>	5.00 + 1.30 (m)
<i>Fachada</i>	SO

Tabla 25. Descripción – Zona 25

- Zona 26: 

<i>Localización</i>	Planta Primera
<i>Función</i>	Restauracion
<i>Planta</i>	63x22 (m)
<i>Altura</i>	5.00 + 1.30 (m)
<i>Fachada</i>	NE

Tabla 26. Descripción – Zona 26

4. CONDICIONES DE DISEÑO

Para diseñar la instalación de climatización del edificio caso de estudio de este proyecto, existen una serie de condiciones climatológicas de distintas tipologías que vendrán dadas en función de ciertos factores.

Estas condiciones son:

- Condiciones climatológicas exteriores
- Condiciones interiores (de confort)
- Condiciones por tipología de sala
- Condiciones por características constructivas del edificio

Cada una de las anteriores vienen explicada en detalle a continuación.

4.1. CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS EXTERIORES

Las condiciones climatológicas exteriores vienen dadas por la situación geográfica del edificio caso de estudio. Estas se tomarán para el caso más desfavorable, considerando los percentiles que aseguren la posibilidad de alcanzar las condiciones de confort en todo momento y garantizando así el confort de los clientes.

Estas condiciones vienen establecidas por el IDAE en la *Guía Técnica: Condiciones climáticas exteriores de proyecto* [2]. Para ello, se han localizado dos estaciones meteorológicas con gran proximidad al aeropuerto caso de estudio, los cuales aparecen recogidos en la Ilustración 5.

Provincia	Estación					Indicativo
Murcia	Murcia (San Javier)					7031
UBICACIÓN: AEROPUERTO			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO			
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad
2	37°47'12"	00°48'08"W	87.600 (1998-2007)	(3) 29.200 (1998-2007)		3.264 (2004-2007)

Ilustración 5. Descripción de la estación meteorológica de referencia

De este modo, las condiciones exteriores de diseño quedan recogidas en la Tabla 27.

	Tª seca (°C)	HR (%)
Verano	34.2	39.4
Invierno	1.6	

Tabla 27. Condiciones exteriores

4.2. CONDICIONES INTERIORES

Las condiciones interiores del edificio vienen definidas por diversos parámetros que deberán ser contemplados en el cálculo de las cargas térmicas y condiciones deseadas en el interior del edificio en todo momento, denominadas de confort.

De este modo, podemos distinguir entre los aspectos definidos en las siguientes secciones, donde vienen descritas de modo genérico.

4.2.1. *Temperatura y humedad*

Las condiciones de temperatura y humedad en el interior del aeropuerto para todos sus habitáculos deberán ser en todo momento las de confort. Estas condiciones se definen en cuanto a temperatura y humedad relativa tanto para invierno como para verano.

Estas condiciones vienen resumidas en la Tabla 28.

	Temperatura (°C)	HR (%)
Verano	24	50
Invierno	21	50

Tabla 28. Condiciones exteriores de temperatura y humedad relativa

4.2.2. *Calidad del aire*

La calidad del aire marcada en el RITE [3] viene definida de acuerdo con el tipo y uso del edificio.

De este modo, se decide establecer calidad de aire IDA 2, ya que se considera que es la que mejor se adecua a las exigencias del edificio caso de estudio. El RITE [3] define como IDA 2 lo siguiente: *Oficinas, residencias (estudiantes y ancianos), locales comunes de edificios hoteleros, salas de lecturas, museos, salas de tribunales, aulas de enseñanza y similares, piscinas.*

4.2.3. *Ocupación*

De acuerdo con el dimensionamiento del aeropuerto y las distintas salas se hará una estimación del número de personas existentes en cada uno de los habitáculos diferenciados. La ocupación vendrá dada principalmente por dos partidas:

- Pasajeros
- Personal

La ocupación se determinará para cada uno de los habitáculos más adelante.

4.2.4. Iluminación

Las luminarias y fuentes de iluminación serán estimadas de acuerdo con la potencia máxima de iluminación establecida en el CTE-DB-HE [1]. De este modo, consultando la Tabla 2.2 del CTE-DB-HE, se considerarán 15 W/m².

4.2.5. Infiltraciones

Se supondrá que el local se encuentra presurizado, despreciando así las infiltraciones que ocurran en el edificio, no considerando así las cargas debido a este motivo.

4.2.6. Condensaciones

No se considerará ningún tipo de condensación en el interior de nuestro edificio ya que, al establecerse aire interior de gran calidad, estas se pueden despreciar.

4.2.7. Equipos

Los distintos equipos instalados en nuestro edificio caso de estudio tendrá un impacto directo en las condiciones interiores de nuestro local. Los equipos existentes en cada uno de los habitáculos se definirán más adelante.

4.3. CONDICIONES POR CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DEL EDIFICIO

Los elementos constructivos de los cuales se componga nuestro edificio determinarán ciertas cargas, impactando así de manera directa en el diseño de la instalación de climatización.

Los principales elementos constructivos de nuestro edificio vienen definidos en los siguientes apartados.

4.3.1. Acristalamiento

El acristalamiento se compone de una ventana de doble acristalamiento con cámara de aire interna, presentando así las siguientes características:

$$k_{ventana} = 2.9 \frac{kcal}{h m^2 \text{ } ^\circ C}$$
$$f_{ventana} = 0.6$$

4.3.2. Muro exterior

El muro exterior se compone de diversas capas, las cuales vienen representadas en la Ilustración 6, y cuyas características vienen recogidas en la Tabla 29.

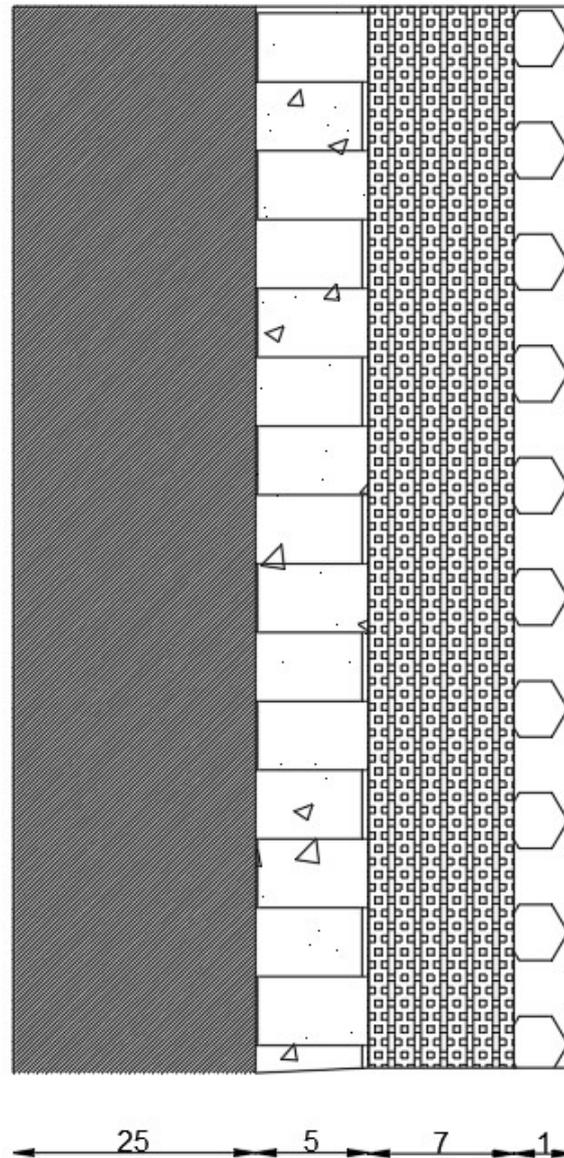


Ilustración 6. Sección del muro exterior

	Espesor cm	ρ kg/m ³	λ W/m°C
Ladrillo hueco	25	1200	0.49
Lana de roca	5	50	0.042
Rasilla	7	770	0.32
Enlucido yeso	1	800	0.3

Tabla 29. Características del muro exterior

A partir de las características del muro exterior, es posible calcular la resistencia térmica aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} + \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \dots \quad (1)$$

Donde h_e y h_i vienen dados por el CTE [1] de acuerdo con la Ilustración 7.

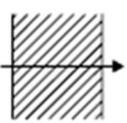
Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor	Rse	Rsi
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal 	0,04	0,13

Ilustración 7. Coeficientes de resistencias térmicas de un muro exterior

De este modo, se sustituyendo los valores pertinentes en la fórmula se obtiene que:

$$k_{muro\ exterior} = 0.47 \frac{W}{m^2\ ^\circ C} = 0.405 \frac{kcal}{h\ m^2\ ^\circ C}$$

4.3.3. Muros interiores/particiones

El muro exterior se compone de diversas capas, las cuales vienen representadas en la Ilustración 8, y cuyas características vienen recogidas en la Tabla 30.

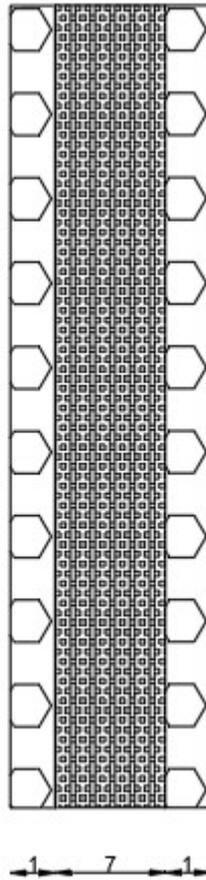


Ilustración 8. Sección del muro interior

	Espesor cm	ρ kg/m ³	λ W/m°C
Enlucido yeso	1	800	0.3
Rasilla	7	770	0.32
Enlucido yeso	1	800	0.3

Tabla 30. Características del muro interior

De nuevo, se ha de aplicar la ecuación (1) para obtener la resistencia térmica del muro interior. Para ello, se considera la información relativa a la resistencia térmica del mundo interior de acuerdo con el CTE [1], información que se muestra en la Ilustración 9.

Tabla 6 Resistencias térmicas superficiales de particiones interiores en m²K/W

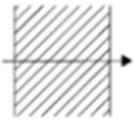
Posición de la <i>partición interior</i> y sentido del flujo de calor	R _{se}	R _{si}
Particiones interiores verticales o con pendiente sobre la horizontal >60° y flujo horizontal 	0,13	0,13

Ilustración 9. Coeficientes de resistencias térmicas de un muro interior

De este modo, se calcula la resistencia térmica del muro interior, obteniendo que:

$$k_{muro\ exterior} = 1.833 \frac{W}{m^2\ ^\circ C} = 1.576 \frac{kcal}{h\ m^2\ ^\circ C}$$

4.3.4. Cubierta y suelo

La cubierta no afecta al desarrollo de este trabajo, ya que las plantas del aeropuerto a estudiar no tienen contacto al exterior por el techo superior. Sin embargo, tras el estudio de su composición y aplicando la fórmula (1) se obtiene que:

$$k_{cubierta} = 0.9 \frac{kcal}{h\ m^2\ ^\circ C}$$

Del mismo modo, el suelo presentará una resistencia térmica de:

$$k_{suelo} = 0.8 \frac{kcal}{h\ m^2\ ^\circ C}$$

5. AIRE DE RENOVACIÓN

5.1. IMPULSIÓN DE AIRE

El aire de renovación exigido viene marcado por la necesidad de renovación de aire interior en el edificio de acuerdo con las exigencias dadas para el caso de estudio. En el apartado 4 se estableció calidad de aire IDA 2.

De acuerdo con el RITE [3], existen hasta tres metodologías distintas para calcular el aire de renovación necesario. De entre los distintos métodos existentes, se ha optado por hacer uso del método indirecto de caudal de aire exterior por persona, se define en la *Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior en dm³/s por persona*, la cual viene reflejada en la Tabla 31. A partir de la calidad de aire establecida para nuestro edificio, queda definido en el RITE el caudal mínimo del aire exterior de ventilación.

Categoría	dm ³ /s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12.5
IDA 3	8
IDA 4	5

Tabla 31. Caudales de aire exterior (Ref: RITE - Tabla 1.4.2.1)

Por tanto, se puede concluir que el aire exterior mínimo de renovación será de 12,5 dm³/s por persona.

De este modo, definiendo el número de personas que pueden existir en cada uno de los habitáculos, se puede calcular fácilmente el número caudal de renovación mínimo que debe existir en cada uno de los habitáculos.

Este resultado, obtenido para cada uno de los habitáculos y plantas, viene recogido en las siguientes secciones.

5.1.1. PLANTA SÓTANO

Zona #	Función	# Personas	Q _v (m ³ /h)
#1	Baños Sótano	10	450
#2	Usos múltiples	4	180
Total			630

Tabla 32. Caudal de Renovación - Planta Sótano

5.1.2. PLANTA BAJA

Zona #	Función	# Personas	Q _v (m ³ /h)
#3	Pasillo	20	900
#4	Pasillo	20	900
#5	EntrePlanta Lateral	5	225
#6	Salida Lateral	10	450
#7	Aseos y varios	15	675
#8	Mostradores Facturación	40	1800
#9	Recogida Equipaje	80	3600
#10	Salidas Equipaje	10	450
Total			9000

Tabla 33. Caudal de Renovación – Planta Baja

5.1.3. PLANTA INTERMEDIA (ALTILLO)

Zona #	Función	# Personas	Q _v (m ³ /h)
#1	Baños Sótano	10	450
#2	Usos múltiples	4	180
#10	Salidas Equipaje	10	450
#11	Oficinas Open Space	30	1350
#12	Puestos de Control	30	1350
#14	Zona Embarque (1)	60	2700
#15	Zona Embarque (2)	60	2700
#27	Zona Embarque (3)	60	2700
#28	Zona Embarque (4)	60	2700
#29	Zona Embarque (5)	60	2700
Total			17280

Tabla 34. Caudal de Renovación – Planta Intermedia

5.1.4. PLANTA PRIMERA

Zona #	Función	# Personas	Q _v (m ³ /h)
#1	Baños Sótano	10	450
#2	Usos múltiples	4	180
#18	Llegadas (1)	50	2250
#21	Oficinas	20	900
#22	Salas VIP	20	900
#23	Varios	10	450
#24	Salas Espera	10	450
#25	Check-in Area	50	2250
#26	Restauración	40	1800
Total			9630

Tabla 35. Caudal de renovación – Planta Primera

6. CARGAS TÉRMICAS

6.1. INTRODUCCIÓN

La carga térmica se puede definir como la cantidad de energía que se requiere vencer en un área para mantener determinadas condiciones de temperatura (carga sensible) y humedad (carga latente) para una aplicación específica.

Las cargas térmicas, cuyo cálculo detallado se desglosará de manera customizada para cada habitáculo y zona, se hará una composición de las siguientes partidas, relacionadas con lo anteriormente descrito en cuanto a las condiciones internas y externas del local:

- Externas
 - Transmisión a través de cerramientos
 - Radiación
 - Ventilación
- Internas
 - Iluminación
 - Equipos
 - Ocupación

Para el cálculo de las cargas térmicas se diferenciará entre verano e invierno. Para cada uno de los casos, se contemplará el caso más desfavorable, es decir, excluyendo aquellas cargas que contribuyen positivamente a la climatización del habitáculo. Por tanto, se puede concluir que se considerará:

- Cargas térmicas en verano: todas las anteriormente descritas
- Cargas térmicas en invierno: únicamente transmisión y ventilación, ya que todas las demás contribuirían positivamente para la adecuación del aire a las condiciones de confort

6.2. MÉTODO DE CÁLCULO

A continuación, se explica de manera detallada el cálculo de las distintas fuentes de carga térmica.

6.2.1. CARGAS TÉRMICAS EXTERNAS

Las cargas térmicas externas son debidas a la interacción del habitáculo con el exterior, de modo que las condiciones exteriores jugarán un papel determinante en el cálculo de estas.

6.2.1.1. Transmisión a través de cerramientos

La transmisión a través de los cerramientos resultará en un aporte de carga de carácter exclusivamente sensible.

Para el cálculo de las cargas por transmisión en verano, la carga se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Q = K \cdot S \cdot \Delta T \quad (2)$$

Siendo: K coeficiente de transmisión térmica del cerramiento

S superficie en contacto

$$\Delta T = T_{ext} - T_{int}$$

T_{ext} representa la temperatura externa, y la cual hay que aplicar un factor de corrección que corrige la temperatura real a la cual se encuentra el muro, calculando así la temperatura equivalente del muro. Este depende de la orientación de la fachada en cuestión.

Sin embargo, para invierno la carga se calculará como:

$$Q = K \cdot S \cdot \Delta T \cdot f_v \cdot c_p \quad (3)$$

Donde: K coeficiente de transmisión térmica del cerramiento

S superficie en contacto

$$\Delta T = T_{ext} - T_{int}$$

f_v factor de viento, dependiente de la orientación y material

c_p coeficiente de seguridad, dependiente de la orientación

Los valores para el factor de viento y el coeficiente de seguridad para cada uno de los casos vienen resumidos en la Tabla 36.

Orientación	Cerramiento	f_v	c_p
N	Pared	1.2	1.15
	Cristal	1.35	
S	Pared	1	1.1
	Cristal	1	
E	Pared	1.15	1.1
	Cristal	1.25	
O	Pared	1.1	1.15
	Cristal	1.2	
LNC	Pared	1	1
	Cristal	1	

Tabla 36. Coeficiente de viento y seguridad

6.2.1.2. Radiación

La radiación ocurre a través de los acristalamientos. Aporta únicamente carga sensible.

$$Q = R \cdot S \cdot f \quad (4)$$

Siendo: R valor de la radiación solar, el cual depende de la orientación y momento del día y año

S superficie que sufre la radiación

f factor de ganancia solar, el cual depende del material en cuestión

6.2.1.3. Ventilación

La ventilación, calculada de acuerdo con el caudal mínimo de aire de renovación, aportará carga tanto latente como sensible. Sin embargo, esta carga será mayormente vencida antes de llegar al habitáculo, llegando en su mayoría en condiciones de confort. De este modo, habrá una parte que no será tratada debido a un cierto factor de bypass en la batería. Esta cantidad de aire será la que aporte carga, tanto sensible como latente.

La carga sensible se calculará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Q_s = M_i \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (5)$$

Donde: M_i caudal

c_p calor específico del aire

ΔT diferencia de temperaturas

La carga latente se calculará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$Q_L = M_i \cdot 2501 \cdot \Delta W \quad (6)$$

Donde: M_i caudal

ΔW diferencia de humedad

6.2.2. CARGAS TÉRMICAS INTERNAS

6.2.2.1. Ocupación

En primer lugar, se establecerán el número de personas existentes en cada uno de los habitáculos. En función de la actividad que realizan los distintos ocupantes del espacio, se puede calcular la carga que aportarán. Esta información viene recogida en la Tabla 37. Como se puede observar en dicha tabla, será un aporte de calor tanto sensible como latente.

Actividad	Q_{sen} (W)	Q_{lat} (W)	Q_{lat} (W)
<i>Sentado reposo</i>	71	31	102
<i>Sentado trabajando</i>	86	79	165
<i>De pie sin movimiento</i>	75	49	124
<i>De pie con movimiento ligero</i>	89	121	210

Tabla 37. Cargas por ocupación en función de la actividad

De este modo, se calculará una ocupación media y su actividad en cada habitáculo y a partir de ello se calcularán las cargas térmicas por ocupación.

6.2.2.2. Iluminación

La carga debida a la iluminación tendrá carácter sensible y se calcula de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Q = P \cdot 0.86 \cdot 1.25 \quad (7)$$

Donde: P es la potencia instalada en W

6.2.2.3. Equipos

Los distintos equipos que pueden existir en el edificio caso de estudio y sus respectivas potencias caloríficas vienen contempladas en la Tabla 38.

Categoría	W
<i>Pantallas</i>	250
<i>Ordenadores</i>	250
<i>Impresora</i>	100
<i>Megafonía</i>	20
<i>Cintas transportadoras</i>	50

Tabla 38. Equipos y potencias caloríficas asociadas

La combinación de los distintos tipos de equipos en cada habitáculo determinará la carga térmica existente, que será de carácter sensible.

6.3. RESULTADOS

Para cada una de las distintas zonas diferenciadas en anteriormente, se procede al cálculo de las cargas térmicas tanto en invierno como en verano.

Con ese fin, se ha de definir los diferentes parámetros en relación con cada una de las partidas de carga térmica definidas en apartados anteriores. De este modo, se ha generado una hoja de cálculo en Excel genérica, y posteriormente customizado a las condiciones específicas de cada habitáculo. A continuación, se presentan los resultados de manera global para cada uno de los habitáculos en cada una de las plantas.

El resumen de los cálculos realizados se presenta en la Tabla 39.

				VERANO						INVIERNO			
Zona #	Función	AREA (m ²)	Q _v (m ³ /h)	Q _s (Kcal/h)	Q _t (Kcal/h)	Q _s (W)	Q _t (KW)	FCS	Q _s / AREA(Kcal/h/m ²)	Q _s (Kcal/h)	Q _s (KW)	Q _s / AREA(Kcal/h/m ²)	
SÓTANO	#1	Baños Sótano	504	450	25334	3812	30401	4574	0.87	50	2933	3520	6
	#2	Usos múltiples	504	180	31331	3465	37597	4158	0.90	62	4231	5077	8
	Total		1008	630	56665	7277	67998	8732	0.89	56	7164	8597	7
PLANTA BAJA	#1	Baños	504	450	27383	3812	32860	4574	0.88	54	4144	4973	8
	#2	Usos múltiples	504	180	27276	3465	32731	4158	0.88	54	4231	5077	8
	#3	Pasillo	650	900	33251	4901	39901	5881	0.89	51		0	0
	#4	Pasillo	650	900	33251	4901	39901	5881	0.87	51		0	0
	#5	EntrePlanta	286	225	18971	2178	22765	2614	0.87	66	2246	2695	8
	#6	Salida Lateral	468	450	30183	3570	36220	4284	0.90	64	4717	5660	10
	#7	Aseos y varios	1100	675	50235	8349	60282	10019	0.89	46		0	0
	#8	Mostradores Facturación	1150	1800	59117	8712	70940	10454	0.86	51		0	0
	#9	Recogida Equipaje	1890	3600	160670	14278	192804	17134	0.87	85	21412	25694	11
	#10	Salidas Equipaje	441	450	64457	3328	77348	3994	0.92	146	8560	10272	19
Total		7643	9630	504794	57494	605753	68993	0.90	66	45310	54372	6	
PLANTA ALTILO	#1	Baños Sótano	504	450	27529	3812	33035	4574	0.88	55	4144	4973	8
	#2	Usos múltiples	504	180	27276	3465	32731	4158	0.89	54	4231	5077	8
	#10	Salidas Equipaje	441	450	64457	3328	77348	3994	0.95	146	917	1100	2
	#11	Oficinas Open Space	630	1350	36130	4780	43356	5736	0.88	57	1021	1225	2
	#12	Puestos de Control	882	1350	49700	6655	59640	7986	0.88	56	1430	1716	2
	#14	Zona Embarque (1)	440	2700	42980	3328	51576	3994	0.93	98	6702	8042	15
	#15	Zona Embarque (2)	400	2700	30947	3025	37136	3630	0.91	77	4852	5822	12
	#27	Zona Embarque (3)	360	2700	28283	2723	33940	3268	0.91	79	4367	5240	12
	#28	Zona Embarque (4)	400	2700	30947	3025	37136	3630	0.91	77	4852	5822	12
	#29	Zona Embarque (5)	360	2700	29917	2723	35900	3268	0.92	83	6766	8119	19
Total		4921	17280	368166	36864	441799	44237	0.91	75	39282	47138	8	
PLANTA PRIMERA	#1	Baños Sótano	504	450	33280	3465	39936	4158	0.91	66	16934	20321	34
	#2	Usos múltiples	504	180	33178	3812	39813	4574	0.90	66	17021	20425	34
	#18	Llegadas (1)	1000	2250	83100	7563	99720	9076	0.92	83	33798	40558	34
	#19	Llegadas (2)	1000	2250	80686	7563	96823	9076	0.91	81	33943	40732	34
	#21	Oficinas	945	900	65448	7139	78537	8567	0.90	69	20819	24983	22
	#22	Salas VIP	945	900	60699	7139	72838	8567	0.89	64	21282	25538	23
	#23	Varios	600	450	41764	4538	50117	5446	0.90	70	12577	15092	21
	#24	Salas Espera	756	450	48221	5748	57865	6898	0.89	64	12654	15185	17
	#25	Check-in Area	1386	2250	95964	10467	115157	12560	0.90	69	32856	39427	24
	#26	Restauración	1386	1800	92223	2723	110668	3268	0.97	67	34192	41030	25
Total		9026	11880	634562.2	60157	761475	72188	0.91	70	236076	283291	26	

Tabla 39. Resumen condiciones de diseño – cargas térmicas y caudal de ventilación

A continuación, se presentan las hojas Excel para cada uno de ellos.

6.3.1. CARGAS TÉRMICAS EN VERANO

6.3.1.1. Planta Sótano

Zona #	Función	Q _s (Kcal/h)	Q _L (Kcal/h)	FCS	Q _v (m ³ /h)
#1	Baños Sótano	25334	3025	0.89	450
#2	Usos múltiples	31331	3812	0.89	180
Total		56665	6837	0.89	630

Tabla 40. Cargas Térmicas de Verano - Planta Sótano

6.3.1.2. Planta Baja

Zona #	Función	Q _s (Kcal/h)	Q _L (Kcal/h)	FCS	Q _v (m ³ /h)
#1	Baños	27383	3812	0.88	450
#2	Usos múltiples	27276	3465	0.89	180
#3	Pasillo	33251	4901	0.87	900
#4	Pasillo	33251	4901	0.87	900
#5	EntrePlanta	18971	2178	0.90	225
#6	Salida Lateral	30183	3570	0.89	450
#7	Aseos y varios	50235	8349	0.86	675
#8	Mostradores Facturación	59117	8712	0.87	1800
#9	Recogida Equipaje	160670	14278	0.92	3600
#10	Salidas Equipaje	64457	3328	0.95	450
Total		504794	57494	0.90	9630

Tabla 41. Cargas Térmicas de Verano - Planta Baja

6.3.1.3. Planta Altillo

Zona #	Función	Q _s (Kcal/h)	Q _L (Kcal/h)	FCS	Q _v (m ³ /h)
#1	Baños Sótano	27529	3812	0.88	450
#2	Usos múltiples	27276	3465	0.89	180
#10	Salidas Equipaje	64457	3328	0.95	450
#11	Oficinas Open Space	36130	4780	0.88	1350
#12	Puestos de Control	49700	6655	0.88	1350
#14	Zona Embarque (1)	42980	3328	0.93	2700
#15	Zona Embarque (2)	30947	3025	0.91	2700
#27	Zona Embarque (3)	28283	2723	0.91	2700
#28	Zona Embarque (4)	30947	3025	0.91	2700
#29	Zona Embarque (5)	29917	2723	0.92	2700
Total		368166	36864	0.91	17280

Tabla 42. Cargas Térmicas de Verano – Planta Altillo

6.3.1.4. *Planta Primera*

Zona #	Función	Q _s (Kcal/h)	Q _L (Kcal/h)	FCS	Q _v (m ³ /h)
#1	Baños	33280	3465	0.91	450
#2	Usos múltiples	33178	3812	0.90	180
#18	Llegadas (1)	83100	7563	0.92	2250
#19	Llegadas (2)	80686	7563	0.91	2250
#21	Oficinas	65448	7139	0.90	900
#22	Salas VIP	60699	7139	0.89	900
#23	Varios	41764	4538	0.90	450
#24	Salas Espera	48221	5748	0.89	450
#25	Check-in Area	95964	10467	0.90	2250
#26	Restauración	92223	2723	0.97	1800
Total		634562	60157	0.91	11880

Tabla 43. Cargas Térmicas de Verano – Planta Primera

6.3.2. CARGAS TÉRMICAS EN INVIERNO

6.3.2.1. *Planta Sótano*

Zona #	Función	Q _s (Kcal/h)	Q _v (m ³ /h)
#1	Baños	2933	450
#2	Usos múltiples	4231	180
Total		7164	630

Tabla 44. Cargas Térmicas de Invierno – Planta Sótano

6.3.2.2. *Planta Baja*

Zona #	Función	Q _s (Kcal/h)	Q _v (m ³ /h)
#1	Baños	4144	450
#2	Usos múltiples	4231	180
#5	EntrePlanta	2246	225
#6	Salida Lateral	4717	450
#9	Recogida Equipaje	21412	3600
#10	Salidas Equipaje	8560	450
Total		328940	5355

Tabla 45. Cargas Térmicas de Invierno – Planta Baja

6.3.2.3. *Planta Altillo*

Zona #	Función	Q _s (Kcal/h)	Q _v (m ³ /h)
#1	Baños Sótano	4144	450
#2	Usos múltiples	4231	180
#10	Salidas Equipaje	917	450
#11	Oficinas Open Space	1021	1350
#12	Puestos de Control	1430	1350
#14	Zona Embarque (1)	6702	2700
#15	Zona Embarque (2)	4852	2700
#27	Zona Embarque (3)	4367	2700
#28	Zona Embarque (4)	4852	2700
#29	Zona Embarque (5)	6766	2700
Total		32516	17280

Tabla 46. Cargas Térmicas de Invierno – Planta Altillo

6.3.2.4. *Planta Primera*

Zona #	Función	Q _s (Kcal/h)	Q _v (m ³ /h)
#1	Baños Sótano	16934	450
#2	Usos múltiples	17021	180
#18	Llegadas (1)	33798	2250
#19	Llegadas (2)	33943	2250
#21	Oficinas	20819	900
#22	Salas VIP	21282	900
#23	Varios	12577	450
#24	Sala Espera	12654	450
#25	Check-in Area	32856	2250
#26	Restauración	34192	1800
Total		236076	11880

Tabla 47. Cargas Térmicas de Invierno – Planta Primera

7. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

Una vez conocidas las condiciones de diseño para nuestro caso de estudio en cuanto a cargas térmicas para cada una de las zonas, así como los caudales mínimos de aire de renovación, se procede con el diseño de la instalación de climatización.

Esta ha de asegurar las condiciones de confort en cada uno de los habitáculos en todo momento en todos los aspectos (temperatura, humedad, ruido, velocidad del aire, ...).

El proceso de diseño de la instalación de climatización consistirá de diferentes pasos, a saber:

- Diseño y elección de climatizadores
- Cálculo y diseño de conductos
- Diseño de difusores y rejillas
- Cálculo y diseño de tuberías de agua
- Diseño de bombas
- Diseño de calderas
- Diseño de grupos frigoríficos

Todos los puntos anteriormente descritos estarán afectados de manera muy relevante por el tipo de unidad climatizadora seleccionada para la climatización del caso de estudio.

Por tanto, se procederá en primer lugar a realizar un “Best Value Option Analysis” (BVOA) con el fin de analizar y decidir cuál la tecnología que mejor se adecua a nuestras necesidades y caso de estudio concreto.

7.1. SELECCIÓN DE TIPOLOGÍA DE CLIMATIZACIÓN

Al analizar el caso de estudio, con su tipología, dimensiones, función y cargas térmicas, se puede observar que el aeropuerto se compone principalmente de grandes superficies y volúmenes, los cuales no cuentan en general con una alta densidad de carga.

De este modo, se ha de encontrar una tecnología que asegure poder climatizar todo el volumen de cada uno de los recintos que se han diferenciado a la hora de calcular las cargas.

Por otro lado, se ha de conseguir un sistema que sea energéticamente eficiente y minimice en la medida de lo posible el coste de la instalación.

7.1.1. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

Tras considerar diferentes tecnologías y opciones, y teniendo en cuenta las condiciones de diseño y características del caso de estudio, se decide optar por una tecnología innovadora y poco en uso hoy en día, como son las *Vigas Frías Activas*.

Este sistema aire-agua consiste en terminales de gran longitud, lo cual permitirá garantizar las condiciones de confort en toda la superficie a climatizar. Además, presenta un alto caudal de aire, que, unido a su longitud y disposición dentro de cada uno de los habitáculos, permitirá romper el estatismo del aire dentro del recinto.

Con el fin de apoyar a la viga fría y asegurar que no ocurra condensación en ella, se combinará con una unidad de tratamiento de aire, que tratará el aire acondicionándola a las condiciones interiores del recinto. De este modo, la potencia disponible en la viga fría presenta un mayor aprovechamiento y asegura una mayor eficiencia de la instalación en conjunto.

7.1.2. SISTEMA DE CALEFACCIÓN

Aunque el sistema de vigas frías presenta la posibilidad de ser un sistema a 4 tubos, permitiendo también así su uso para el sistema de calefacción, se desestima esta opción por la elevada altitud de los recintos a climatizar. El aire caliente tenderá a desplazarse hacia las zonas más elevadas dentro del recinto, de modo que en ciertos casos podrían darse casos de gran dis-confort, conocidos como “cabeza caliente y pies fríos”.

De este modo, se decide optar por un sistema de suelo radiante, que asegurará un gran confort con una gran eficiencia energética y que permite el uso de toda la superficie disponible, siendo muy adecuado así para el caso de estudio en cuestión.

7.1.3. PEQUEÑOS RECINTOS

Lo anteriormente descrito será aplicable a todas aquellas zonas dentro de nuestro caso de estudio que presentan grandes superficies y volúmenes. Sin embargo, existen una minoría de recintos de pequeño volumen y dimensión que habrán de ser climatizados con otro tipo de tecnología.

Para estas superficies, se opta por climatizar mediante fancoils. Los fancoils elegidos serán a cuatro tubos, permitiendo así climatizar tanto en invierno como en verano.

Estas pequeñas superficies se muestran en la Tabla 48.

	Zona #	Función	AREA (m ²)	# VIGA FRIAS	# FANCOILS
SÓTA NO	#1	Baños	504		x
	#2	Usos múltiples	504		x
PLANTA BAJA	#1	Baños	504		x
	#2	Usos múltiples	504		x
	#3	Pasillo	650	x	
	#4	Pasillo	650	x	
	#5	EntrePlanta	286	x	
	#6	Salida Lateral	468	x	
	#8	Mostradores Facturación	1150	x	
	#9	Recogida Equipaje	1890	x	
	#10	Salidas Equipaje	441	x	
PLANTA ALTILO	#1	Baños	504		x
	#2	Usos múltiples	504		x
	#10	Salidas Equipaje	441		x
	#11	Oficinas Open Space	630		x
	#12	Puestos de Control	882	x	
	#14	Zona Embarque (1)	440	x	
	#15	Zona Embarque (2)	400	x	
	#27	Zona Embarque (3)	360	x	
	#28	Zona Embarque (4)	400	x	
#29	Zona Embarque (5)	360	x		
PLANTA PRIMERA	#1	Baños	504		x
	#2	Usos múltiples	504		x
	#18	Llegadas (1)	1000	x	
	#19	Llegadas (2)	1000	x	
	#21	Oficinas Open Space	945	x	
	#22	Salas VIP	945	x	
	#23	Varios	600	x	
	#24	Sala Espera	756	x	
	#25	Restauración	1386	x	
#26	Restauración	1386	x		

Tabla 48. Clasificación para equipos de climatización

7.2. DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

7.2.1. VIGAS FRÍAS ACTIVAS

A modo de descripción genérica, se podría decir que las Vigas Frías son sistemas energéticamente eficientes, que combinan enfriamiento radiante y ventilación convencional superior para así reducir el uso de energía, mejorar los niveles de confort y reducir el impacto arquitectónico de la ductería y otros sistemas mecánicos. El sistema de Vigas Frías es un sistema de acondicionamiento de aire, para enfriamiento y ventilación en espacios en donde una buena temperatura interior y un control individual son apreciados. El sistema es un sistema “aire/agua”, que utiliza las buenas propiedades de transferencia de calor del agua y provee una buena y eficiente climatización interior.

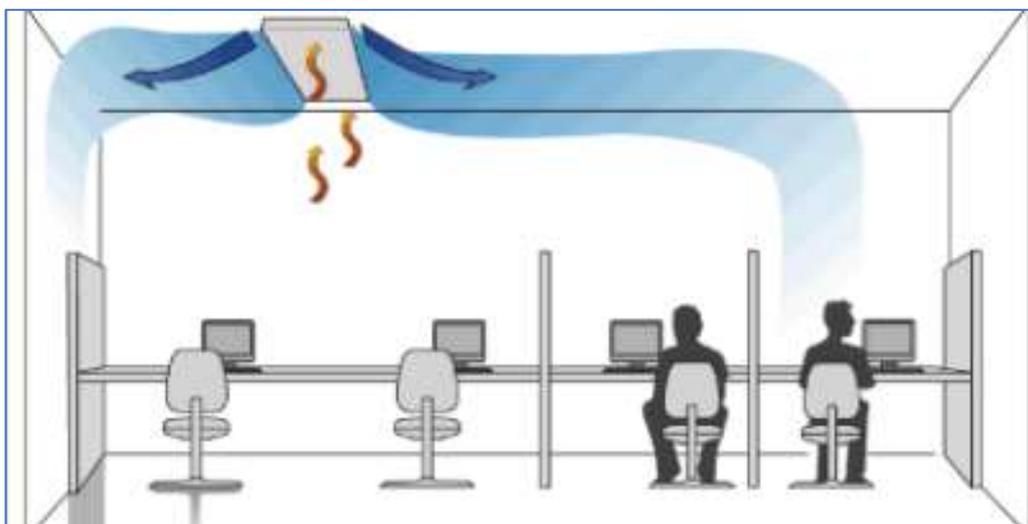


Ilustración 10. Espacio climatizado mediante vigas frías

El esquema de principio se muestra en la Ilustración 11. Como se puede apreciar en dicha imagen, el aire caliente asciende de manera natural a la parte superior de la habitación, donde se encuentra situada la viga fría. La viga fría tiene unos tubos por donde fluye agua a unas ciertas condiciones, actuando a modo de batería fría, por la cual pasará el aire caliente enfriándose y climatizando el espacio.

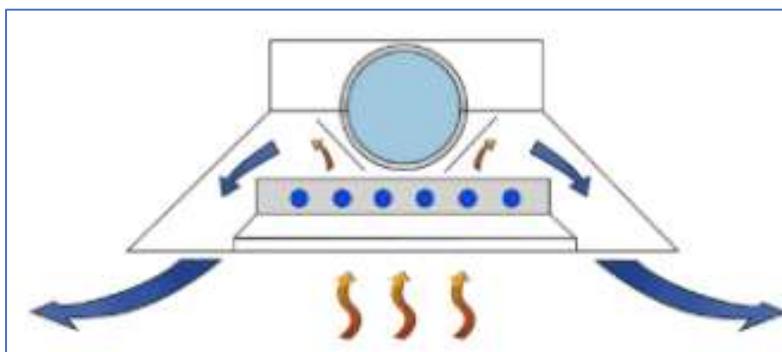


Ilustración 11. Esquema de principio de una viga fría

Existen tres tipos básicos de Vigas Frías:

- **Pasivas:** trabaja por proceso de convección natural. El aire caliente asciende hasta los serpentines, es enfriado y entonces desciende libremente hasta el nivel de ocupación sin necesidad de ventiladores. Para el caso de calefacción aparecerían algunas complicaciones ya que se recircularía el aire caliente de la parte superior del habitáculo y se generaría un dis-confort muy grande como ya se ha comentado anteriormente.
- **Activas:** utiliza inyección de aire primario, lo que aporta mayor capacidad de enfriamiento. El aire primario se mezcla con el aire enfriado en los serpentines.

El hecho de que este tipo de viga fría impulse aire a la habitación, además del movimiento convección natural ya generado, provoca movimiento forzado del aire dentro de la habitación. De este modo, el movimiento del aire no depende únicamente del movimiento natural del aire como en el caso anterior, y, por tanto, este tipo de vigas frías puede ser utilizado también para calefacción ya que el movimiento forzaría el paso del aire de todo el recinto por la viga fría, asegurando así alcanzar el confort en todo el habitáculo.

Del mismo modo, el impulsar aire, el sistema activo provee un control efectivo de humedad a través del aire primario administrado a través del equipo. El control de humedad es clave para que el sistema funcione. Se debe controlar la humedad internamente de tal manera que siempre esté por debajo del punto de rocío, asegurando que no exista condensación en el terminal. Actualmente existen formas y controles que permiten mantener un estrecho monitoreo de la humedad.

- **Multi-Servicios:** realizan la misma función principal, con el valor añadido de que pueden integrar otros servicios como iluminación, sistemas de sonido, protección contra incendios u otros.

7.2.2. SUELO RADIANTE

El suelo radiante es un sistema de climatización que usa los suelos o superficies de la vivienda como emisor de calor/frío, sustituyendo así a los radiadores convencionales, fancoils, aparatos de aire acondicionado, etc.

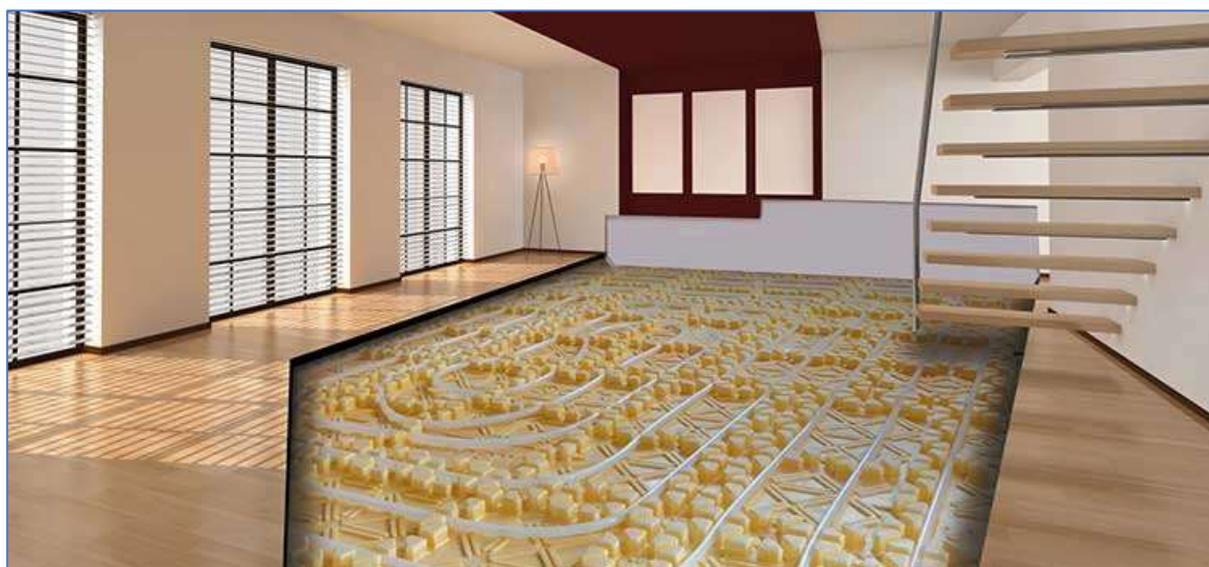


Ilustración 12. Suelo radiante

Los sistemas de climatización por suelo radiante mejoran la calidad del ambiente. El calor, actúa directamente sobre el cuerpo, sin necesidad de calentar o enfriar previamente el aire de la habitación, de modo que se logra un mayor grado de confort. En lo que a calefacción se refiere, se consigue el famoso efecto “cabeza fría y pies calientes” tan beneficioso para la salud. Otro de sus beneficios, es que no genera polvo y al no haber movimiento de este, las personas afectadas por alergias disfrutan de un ambiente más limpio.

Esta emisión se transmite a través de unos tubos de polietileno o polibutileno, que se instalan bajo el pavimento, por los que circula agua a temperatura ente 8° y 45°, calentando o enfriando la estancia por diversos tipos de grupos térmicos (calderas convencionales, aerotermia, geotermia, etc).

Es posible utilizar diferentes fuentes de calor, pero será más eficaz con fuentes de energía renovables, tales como aerotermias, geotermias, energías solares, etc. El uso de un sistema de calefacción por suelo radiante en combinación con fuentes de energía renovable permite ahorrar hasta un 90% de energía en comparación con los sistemas de calefacción convencionales.

7.2.3. FANCOILS

El término anglosajón fancoil se puede traducir como ventiladorconvector. Es un elemento compacto que consta de un ventilador (fan) que toma el aire de la propia estancia y la recircula a través de un filtro, presente en la mayoría de los equipos, y de un intercambiador de temperatura o arrollamiento (coil). Las instalaciones con estos elementos pueden suministrar calor, siendo por tanto un sistema de calefacción, o frío, pasando a ser una instalación de refrigeración, lo que dota de gran versatilidad al sistema. Una instalación de fan coil se caracteriza por su gran ahorro de energía al ser una climatización personalizada y por su bajo coste, tanto de instalación como de mantenimiento.



Ilustración 13. Fancoil de techo

Los sistemas basados en estos elementos precisan de una unidad exterior que genera el agua refrigerada o el agua caliente que circulará por los fancoils de las estancias a climatizar. Pueden basar su funcionamiento en el principio de la bomba de calor o en cualquier otra tecnología por lo que son fácilmente integrables en sistemas basados en energías renovables. En la actualidad son muchas las instalaciones con ventiladorconvectores que utilizan una red geotérmica para generar el frío o el calor necesario para enfriar o calentar el agua de los circuitos.

7.3. ESTRATEGIA DE CLIMATIZACIÓN

7.3.1. SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

El sistema de refrigeración, compuesto por UTA y viga fría, seguirá el proceso descrito en la Ilustración 14.

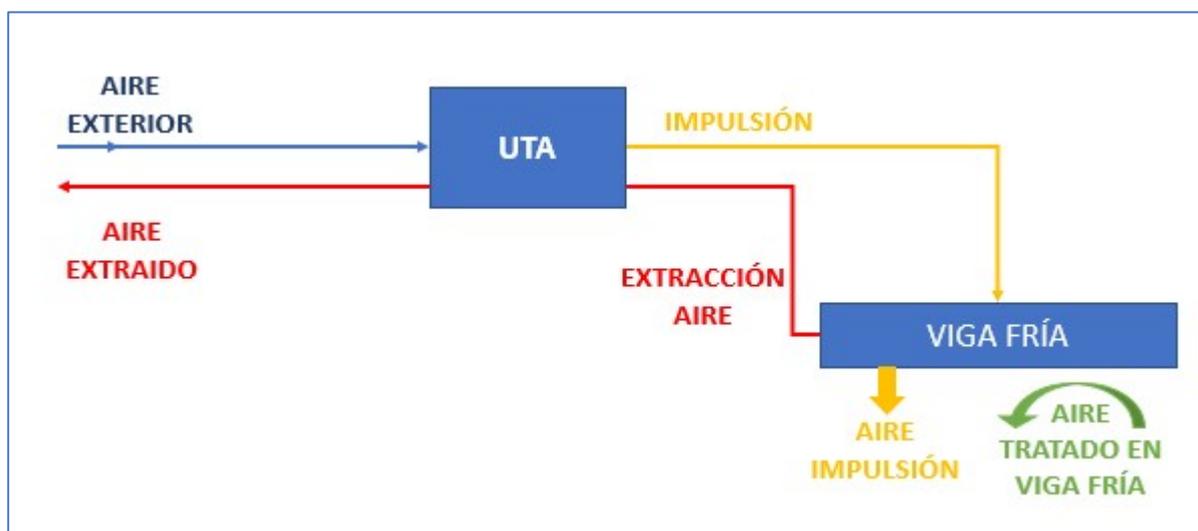


Ilustración 14. Refrigeración - Esquema del proceso de aire

De este modo, se pueden distinguir entre dos procesos:

- UTA: tratará el aire de mezcla hasta estar en las condiciones establecidas para el interior del recinto como confort
- VIGA FRÍA: presentará dos caudales de aire
 - Aire primario: impulsado por la UTA, llega a la viga fría a las condiciones interiores del recinto
 - Aire secundario: debido a las corrientes de aire producidas en el interior del recinto, la viga fría tomará un cierto caudal de aire, lo enfriará al pasar por la batería fría, y lo devuelve al recinto enfriado
- La cantidad de aire extraído será menor a la cantidad de aire impulsado (siendo la diferencia de aproximadamente el 50% del volumen de cada recinto), con el fin de presurizar el edificio y evitar así cargas por infiltración de aire exterior

De este modo, de modo general, se puede decir que, al aire tomado del exterior, completará el proceso psicrométrico descrito en la Ilustración 15.

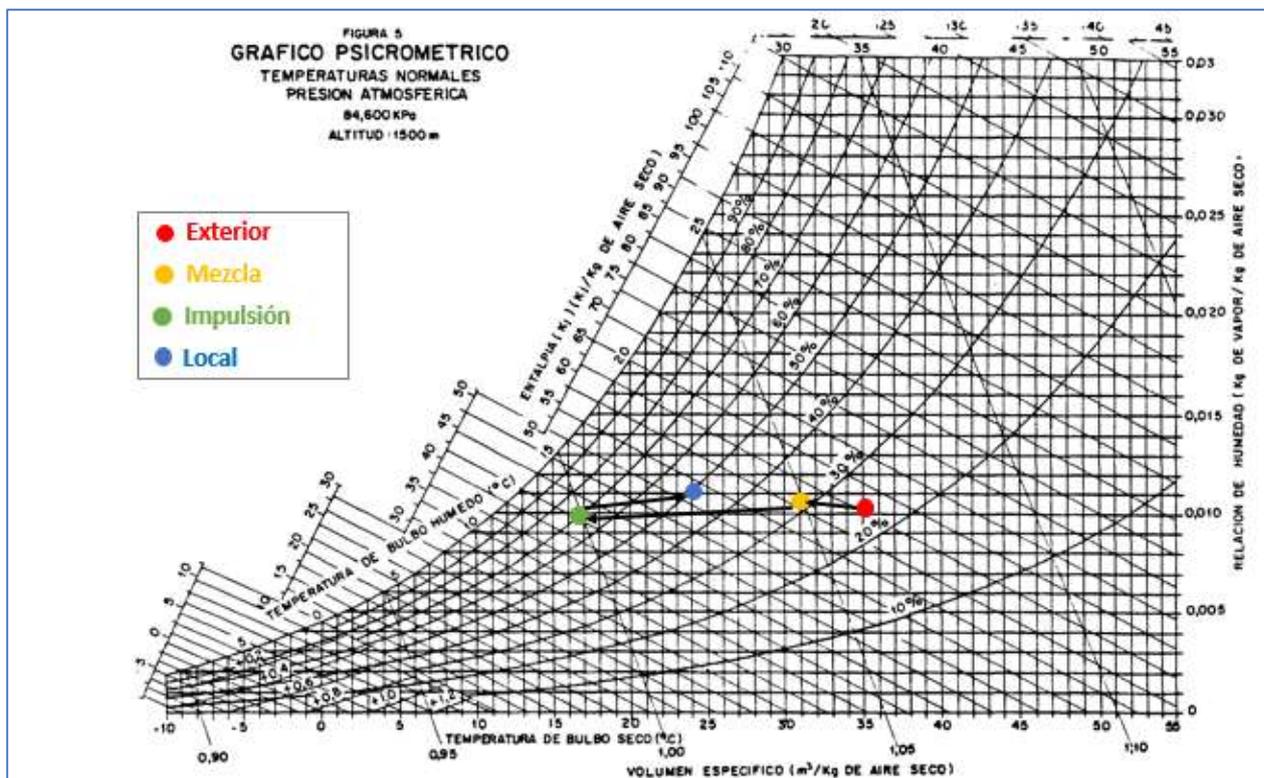


Ilustración 15. Diagramo psicométrica – refrigeración viga fría

7.3.2. SISTEMA DE CALEFACCIÓN

El esquema del proceso de calefacción viene representado en la Ilustración 16.

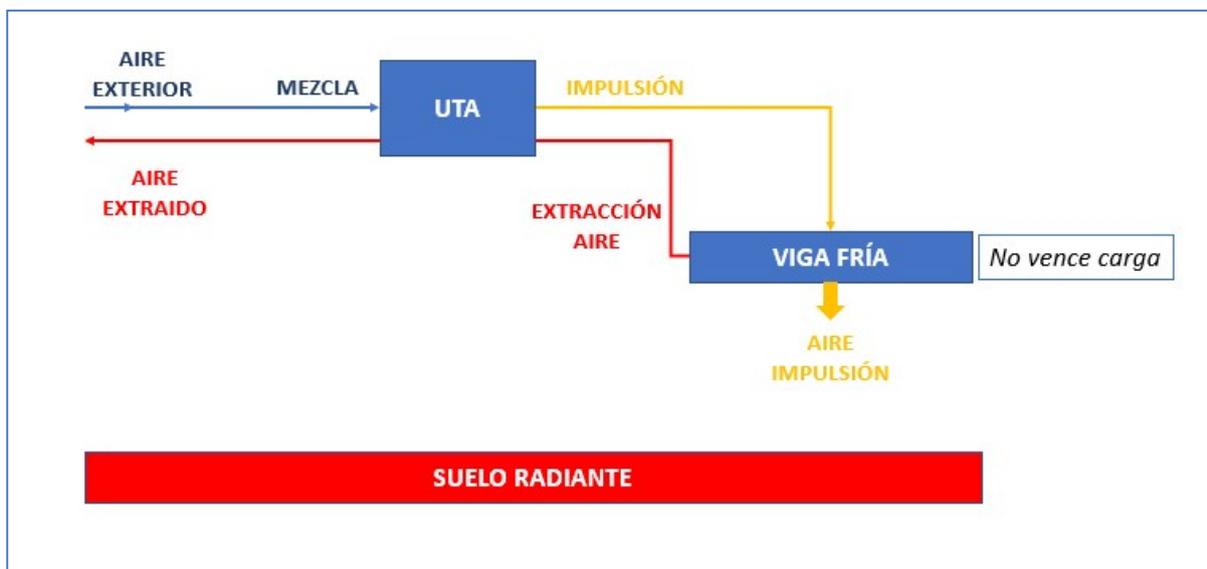


Ilustración 16. Calefacción – Esquema del proceso

En esta se puede observar como principalmente ocurrirán dos procesos en paralelo:

- Aire de renovación: la UTA se encargará de introducir el caudal de aire de renovación y tratarlo para alcanzar las condiciones en el interior. De este modo, las condiciones de aire de impulsión serán las del interior. Únicamente podrá variar la humedad en caso de que haya que vencer cierta carga latente. El aire será extraído de cada recinto a través de la viga fría, ya que dispone del sistema para ello.
- La cantidad de aire extraído será menor a la cantidad de aire impulsado (siendo la diferencia de aproximadamente el 50% del volumen de cada recinto), con el fin de presurizar el edificio y evitar así cargas por infiltración de aire exterior
- Suelo radiante: el suelo radiante vencerá toda la carga sensible existiendo en cada uno de los habitáculos

7.3.3. FANCOILS

El esquema para el sistema de fancoils en los recintos de pequeñas dimensiones se encuentra reflejado en la Ilustración 17.

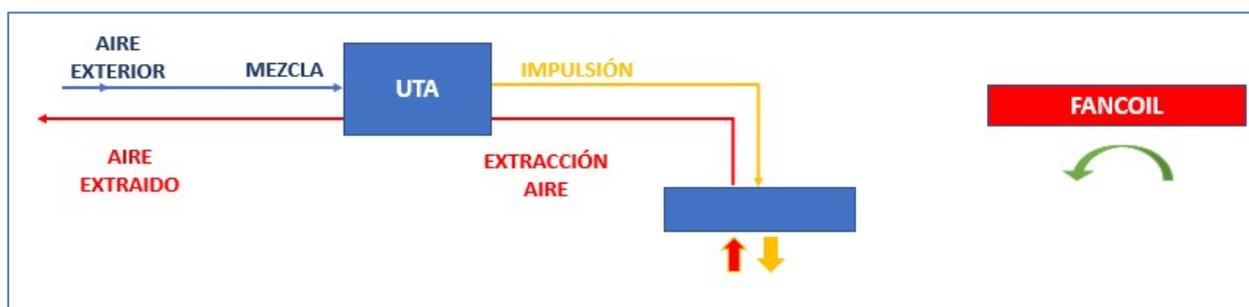


Ilustración 17. Fancoils- Esquema del proceso

En este, de manera análoga a lo que ocurría con el suelo radiante, existen dos procesos en paralelo. Sin embargo, en este caso, el fancoil vencerá la carga sensible tanto en verano como en invierno. De este modo, el sistema se puede resumir de la siguiente manera:

- Aire de renovación: la UTA se encargará de introducir el caudal de aire de renovación y tratarlo para alcanzar las condiciones en el interior. De este modo, las condiciones de aire de impulsión serán las del interior. Únicamente podrá variar la humedad en caso de que haya que vencer

cierta carga latente. El aire será extraído de cada recinto a través de la viga fría, ya que dispone del sistema para ello.

- La cantidad de aire extraído será menor a la cantidad de aire impulsado (siendo la diferencia de aproximadamente el 50% del volumen de cada recinto), con el fin de presurizar el edificio y evitar así cargas por infiltración de aire exterior
- Fancoil: el suelo radiante vencerá toda la carga sensible existiendo en cada uno de los habitáculos

8. DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO DE LAS UNIDADES DE CLIMATIZACIÓN

Una vez definidas las tipologías de unidades y equipos de climatización a emplear, se procede a la elección y dimensionamiento de la instalación.

8.1. VIGAS FRÍAS

8.1.1. SELECCIÓN DE UNIDAD TERMINAL

El proceso de dimensionamiento de las unidades terminales (vigas frías) ha sido llevado a cabo considerando una serie de suposiciones y criterios de carácter general, los cuales han marcado el proceso de diseño de las unidades terminales, y que se explica en detalle a continuación.

Se ha considerado como proveedor de las vigas frías al principal fabricante de vigas frías en España, TROX, utilizando como referencia su catálogo, el cual se encuentra adjunto en el Anexo.

En primer lugar, se decide utilizar la viga fría modelo DID312, a dos tubos, ya que únicamente será utilizado para calefacción. Esta viga también incluye un sistema de retorno de aire, de modo que evitará instalar un sistema de rejillas complementario ya que este se encuentra integrado en la propia viga. El esquema del modelo seleccionado se muestra en la Ilustración 18.

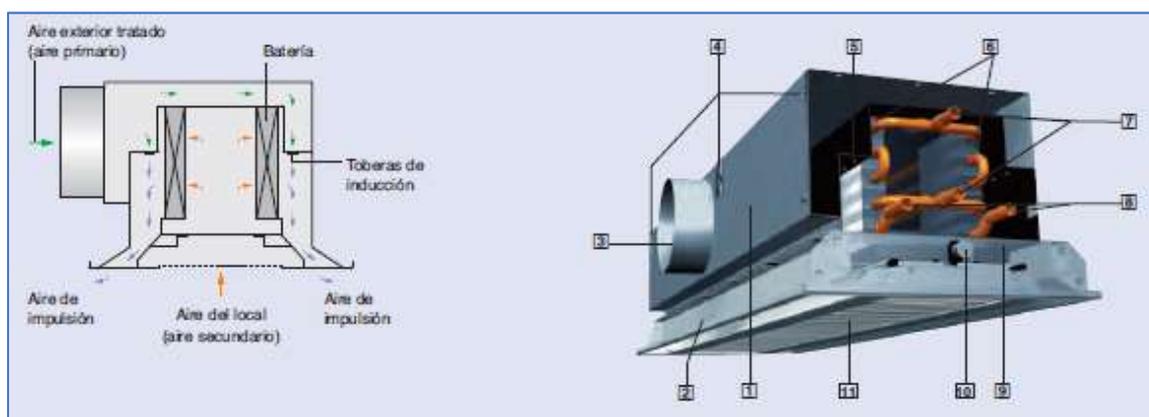


Ilustración 18. Esquema del modelo de viga fría seleccionada (DID312)

Adicionalmente, esta viga también presenta la posibilidad de incluir un sistema de retorno de aire, de modo que evitará instalar un sistema de rejillas complementario ya que este se encuentra integrado en la propia viga. Además, ya que la impulsión de

aire tiene un impacto directo en la distribución del aire, se conseguirá que el retorno del aire interfiera lo mínimo posible en la impulsión. Esta opción y su disposición se muestra de manera detallada en la Ilustración 19.

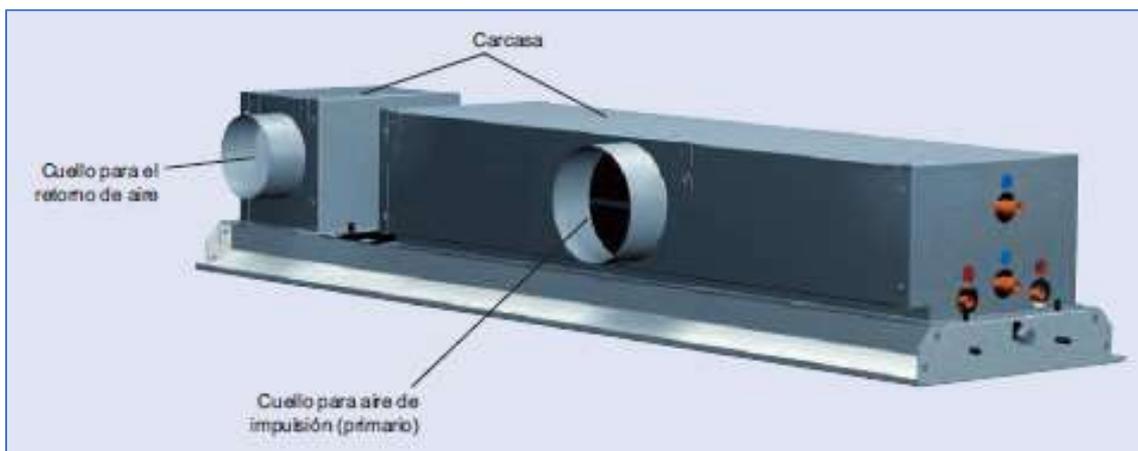


Ilustración 19. Esquema de la viga fría – Retorno e impulsión de aire

8.1.2. PROCESO DE DISEÑO

Una vez definido el modelo de unidad terminal a instalar, se procede a seleccionar las características de manera específica para cada una de los recintos en cuanto a número de terminales, capacidad, etc.

Para ello, el procedimiento seguido para seleccionar la viga fría se resume en los siguientes pasos:

- Se fija el caudal de impulsión al establecido por el modelo de viga fría seleccionado, comprobando que este es mayor al caudal mínimo de aire de renovación requerido.
- Se supondrá que la parte de caudal de aire de aire primario, llegando a la viga fría a las condiciones de la zona, venciendo así la carga por ventilación
- Se comprueba que la carga la carga sensible a vencer por el circuito de agua de la viga fría (teniendo en cuenta el salto térmico disponible por la viga fría y que no tenga lugar condensación), sea inferior a la capacidad total de la viga fría.

Con esta metodología, la principal variable de control de la instalación será la temperatura del circuito de agua. Se ha asegurado con el dimensionamiento que la instalación es capaz de vencer la carga de diseño, para cargas menores será

necesaria un control de la instalación para adecuar el funcionamiento a los requerimientos de las condiciones.

El proceso de diseño se hará de manera individual para cada uno de los diferentes recintos diferenciados en nuestro caso de estudio, ya que presentan diferentes exigencias térmicas y características geométricas.

Con el fin de simplificación y estandarización del diseño, se decide optar por tomar un cierto número de características a modo genérico del modelo elegido con unas características adecuadas, y luego estimar el número de unidades necesarias para vencer la carga total. De este modo, todas las unidades del edificio consistirán en el mismo modelo de viga fría, facilitando su instalación, uso y acondicionamiento. Además, permitirá una mayor distribución del aire, pudiendo generar así una mayor sensación de confort al aumentar la posibilidad de una distribución de uniforme del aire dentro del habitáculo.

De este modo, se realiza una aproximación a modo iterativo para saber qué unidad sería apropiada teniendo en cuenta el orden de magnitud de las cargas y las restricciones en cuanto a espacio. La unidad elegida dentro de los posibles modelos viene representada en la Ilustración 20.

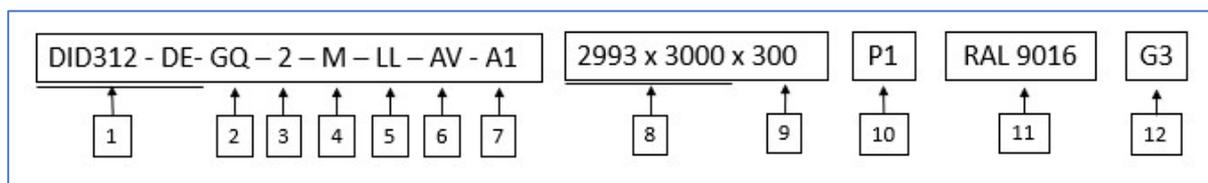


Ilustración 20. Descripción completa de la viga fría

A continuación, se especifican de manera concreta las distintas características del modelo elegido:

1. Serie del modelo (viga fría activa)
2. Rejilla de aire inducido: lamas transversales, debido a la disposición longitudinal que se les dará a los terminales en la habitación
3. Batería: Sistema a 2 tubos
4. Variante de tobera: tipo M, por dos motivos principales. En primer lugar, por la disposición de la habitación y la disposición longitudinal de las unidades

terminales en ella, y, por otro lado, por ser la que genera un ruido lo suficientemente pequeño para no generar dis-confort en la habitación.

5. Disposición de las carcacas y conectores: tipo LL por ser suministrables en ejecución combinada para impulsión y retorno de aire. De este modo, no se necesitarán de rejillas de ventilación para el retorno de aire.
6. Cuello de retorno de aire: AV, disposición frontal
7. Conexiones de agua: A1, diámetro del tubo $\varnothing 12$ mm con rosca exterior y junta plana
8. Longitud total del difusor frontal x longitud nominal: teniendo en cuenta la combinación impulsión – retorno de aire: 2993 x 3000
9. Anchura de placa frontal: 300
10. Superficie vista: pintado al polvo RAL
11. Color: RAL 9006 (aluminio blanco, grado de brillo 30%)
12. Superficie de la batería: Negro (RAL 9005)

Este modelo presenta una capacidad de acuerdo con lo representado en la Tabla 49.

AIRE PRIMARIO	$Q_{AIRE}(l/s)$	70
	$\Delta p_t (Pa)$	136
REFRIGERACION	$Q_{tot}(W)$	1831
	$Q_{WK(AGUA)}(W)$	987
	$\Delta t_w (K)$	3
	$\Delta p_{W(AGUA)}(kPa)$	6.5

Tabla 49. Características y capacidad de la unidad terminal

De acuerdo con esta información y siguiendo el proceso de diseño anteriormente descrito, se llega a determinar el número de unidades terminales a instalar con el fin de vencer la carga térmica existente en cada recinto.

A modo de ejemplo de los cálculos realizados y herramientas utilizadas con este fin, se muestra como ejemplo concreto la zona de facturación de la Planta Baja (Zona #8), representado en la Tabla 50. A partir de esta tabla también quedará definido el caudal de agua y aire, que servirán de referencia para el cálculo de tuberías y conductos respectivamente.

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nº unidades terminales</i>		40	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	68753	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	500	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2800	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	3	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		68753	W
<i>Capacidad total</i>		73240	W	
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	40	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	36.0	m²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	1150	m³
	<i>% Area</i>	%	3	%

Tabla 50. Cálculo de Vigas Frías – Zona #8

Realizando este mismo cálculo para cada uno de los recintos de cada una de las plantas, se llega al resultado que viene resumido en la Tabla 51.

	Zona #	Función	AREA (m ²)	# VIGA FRIAS
SÓTANO	#1	Baños y otros	504	
	#2	Usos múltiples	504	
	Total		1008	0
PLANTA BAJA	#1	Baños y otros	504	
	#2	Usos múltiples	504	
	#3	Pasillo	650	22
	#4	Pasillo	650	22
	#5	EntrePlanta	286	14
	#6	Salida Lateral	468	20
	#8	Mostradores Facturación	1150	40
	#9	Recogida Equipaje	1890	110
	#10	Salidas Equipaje	441	42
	Total		7643	305
PLANTA ALTILLO	#1	Usos múltiples	504	
	#2	Usos múltiples	504	
	#10	Salidas Equipaje	441	
	#11	Oficinas Open Space	630	
	#12	Puestos de Control	882	32
	#14	Zona Embarque (1)	440	28
	#15	Zona Embarque (2)	400	20
	#27	Zona Embarque (3)	360	20
	#28	Zona Embarque (4)	400	20
	#29	Zona Embarque (5)	360	20
Total		4921	140	
PLANTA PRIMERA	#1	Usos múltiples	504	
	#2	Usos múltiples	504	
	#18	Llegadas (1)	1000	60
	#19	Llegadas (2)	1000	60
	#21	Oficinas Open Space	945	42
	#22	Salas VIP	945	42
	#23	Varios	600	28
	#24	Sala Espera	756	32
	#25	Restauración	1386	62
	#26	Restauración	1386	60
Total		9026	386	

Tabla 51. Resumen diseño Vigas Frías

Las tablas de cálculo para cada uno de los módulos se pueden encontrar adjuntas en el Anexo.

8.2. UTA

La unidad de tratamiento tendrá que tener la capacidad para recoger como mínimo el aire de renovación de cada uno de los recintos y tratarlo hasta alcanzar las condiciones establecidas en el interior del edificio.

La carga que genera el aire de renovación con este fin se calcula de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$Q_s = M_i \cdot c_p \cdot (T_z - T_i) \quad (8)$$

$$Q_L = M_i \cdot 2501 \cdot (W_z - W_i) \quad (9)$$

Donde: T representa temperatura
 W representa humedad
 M representa caudal másico

Por otro lado, con el fin de aprovechar el aire que ya se encuentra climatizado y se extrae de la instalación, se mezclará un cierto porcentaje del mismo antes de llegar a la UTA, tal y como se muestra en la Ilustración 21.

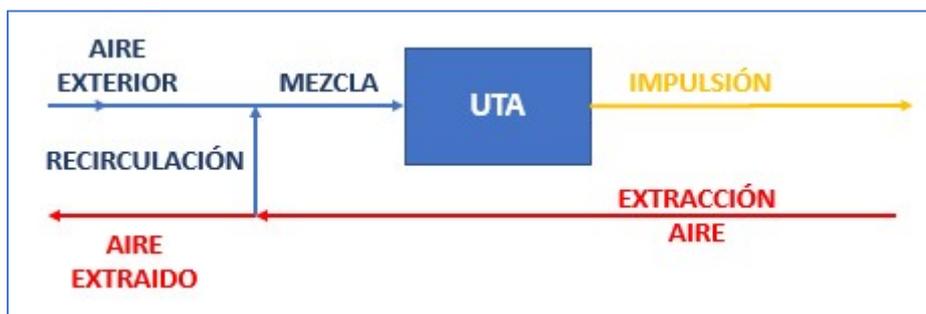


Ilustración 21. Esquema aire UTA

8.2.1. BALANCE DE CAUDALES

A parte de las cargas que habrá de vencer la UTA, será de vital importancia conocer los caudales que se manejarán. En relación con este aspecto, se extraerá de los habitáculos una cantidad de aire inferior a la impulsada con el fin de que exista cierta sobrepresión en el interior de los habitáculos, evitando así la carga por infiltración, de acuerdo con el balance de caudales establecido.

De acuerdo con esto, se calcula el caudal de extracción para cada uno de los habitáculos, tal y como se muestra en la Tabla 52.

	Zona #	AREA (m ²)	Q _{IMPULSION} (m ³ /h)	Q _{EXTRACCIÓN} (m ³ /h)
SÓTANO	#1	504	450	360
	#2	504	180	144
	Total	1008	630	504
PLANTA BAJA	#1	504	450	360
	#2	504	180	144
	#3	650	900	720
	#4	650	900	720
	#5	286	225	180
	#6	468	450	360
	#8	1150	1800	1440
	#9	1890	3600	2880
	#10	441	450	360
	Total	7643	9630	7704
PLANTA ALTILO	#1	504	450	360
	#2	504	180	144
	#10	441	450	360
	#11	630	1350	1080
	#12	882	1350	1080
	#14	440	2700	2160
	#15	400	2700	2160
	#27	360	2700	2160
	#28	400	2700	2160
	#29	360	2700	2160
Total	4921	17280	13824	
PLANTA PRIMERA	#1	504	450	360
	#2	504	180	144
	#18	1000	2250	1800
	#19	1000	2250	1800
	#21	945	900	720
	#22	945	900	720
	#23	600	450	360
	#24	756	450	360
	#25	1386	2250	1800
	#26	1386	1800	1440
Total	9026	11880	9504	

Tabla 52. Caudal de extracción

8.2.2. DIMENSIONAMIENTO UTA

De acuerdo con estas fórmulas se puede calcular la carga debido al aire de renovación que la UTA deberá ser capaz de vencer.

Las condiciones de impulsión vienen dadas por las condiciones de confort, y las condiciones del exterior por las condiciones de diseño establecidas anteriormente. Las condiciones de mezcla se calculan estableciendo una recirculación del 10%. Estas condiciones vienen recogidas en la Tabla 53.

	Temperatura (°C)	Humedad (kg/kg)
<i>Impulsion</i>	24	-
<i>Exterior</i>	34	0.0093
<i>Mezcla</i>	2	0.0086

Tabla 53. Condiciones humedad y temperatura – diseño UTA

De este modo, las condiciones para diseñar la UTA se calculan a partir de estos datos, y considerando un factor de bypass del 10%. Los resultados, segmentados por plantas, vienen recogidas en la Tabla 54.

	AREA (m ²)	Q _v (m ³ /h)	VERANO		INVIERNO
			Q _s (KW)	Q _L (KW)	Q _s (KW)
<i>Planta Baja + Sotano</i>	8651	10260	37	36	81
<i>Planta Altillo</i>	4921	17280	73	60	137
<i>Planta Primera</i>	9026	11880	50	41	94

Tabla 54. Condiciones de diseño para UTA

Tomando como base estos parámetros, se puede proceder a diseñar la UTA, que constará de los siguientes elementos:

- Filtro
- Recuperador de Energía
- Batería Fría
- Batería Caliente
- Humidificador
- Deshumidificador
- Silenciador

De acuerdo con estos parámetros, se diseña y dimensiona la UTA tomando como referencia al fabricante de UTA “Bikat”. Este fabricante dispone de una serie de modelos de acuerdo con los caudales requeridos, sobre los cuales se permite un diseño modular, dimensionando así cada uno de los componentes de manera customizada para los requerimientos específicos de cada caso de estudio.

Se decide, atendiendo a los requerimientos y dimensiones de cada las distintas plantas a climatizar dentro del aeropuerto, instalar una UTA para cada una de las plantas, que trabajarán de manera independiente. Concretamente, se elegirá el modelo UTA SERIE BK 10, que presenta las características que se recogen en la Tabla 55.

CAUDAL (m ³ /h)	DIMENSIONES EXTERIORES			BATERÍA		BASE	
	ALTO (mm)	ANCHO (mm)	PERFIL (mm)	A (mm)	B (mm)	ÁREA (m ²)	TIPO
10530	1120	1650	50	900	1300	1.17	BANCADA 100

Tabla 55. Características UTA Bikat – Modelo Serie BK 10

Los distintos módulos que componen la UTA tendrán que ser diseñados por el fabricante de manera customizada al caso de estudio, de acuerdo con los parámetros de diseño contemplados en la Tabla 56.

COMPONENTE	DRIVER
FILTRO	IDA 2
BATERÍAS	CARGA SENSIBLE
HUMECTACIÓN	CARGA LATENTE
RECUPERADOR DE ENERGÍA	CAUDAL
SILENCIADOR	CAUDAL

Tabla 56. Parámetros de diseño – UTA

El valor para cada uno de los parámetros de diseño para cada una de las plantas viene reflejado en la Tabla 54.

8.3. SUELO RADIANTE

A la hora de diseñar el suelo radiante, se identifica al proveedor *Polytherm*, el cual ofrece una tecnología adecuada para el tipo de edificio objetivo de este estudio. Concretamente, se selecciona el modelo *Sistema de Suelo Radiante Dimanic-Pro*, por ser el que mejor se ajusta a las cargas térmicas y geometría del caso de estudio. Además, este ejercicio de selección del modelo ha sido alineado y consolidado con el fabricante.

Este sistema está formado por:

- Una base aislante termo-acústica tri-capa con una densidad media de 25 Kg/m³ y espesores entre 22 y 50 mm. Consigue un gran poder aislante evitando que el calor o el frío se transmita hacia el forjado

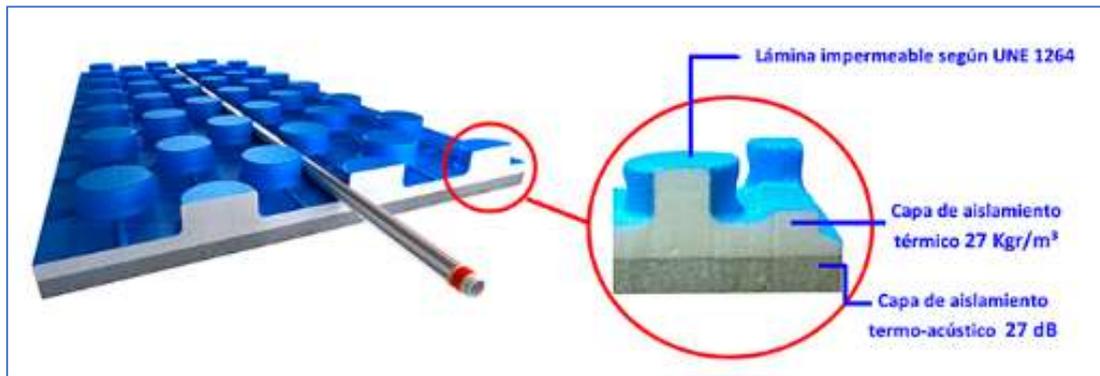


Ilustración 22. Base aislante del sistema de suelo radiante

- Tubo Evohflex PRO de 5 capas, que protege del oxígeno al agua de la instalación. La capa exterior con partículas metálicas aumenta la resistencia a la abrasión y evita la degradación de la capa de Evoh lo que aumenta la vida útil de la instalación

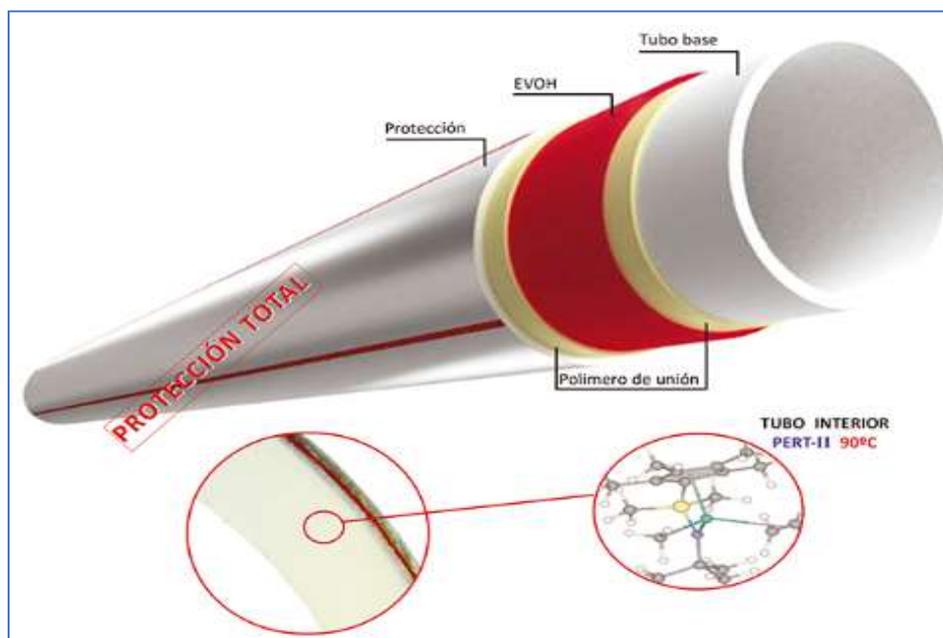


Ilustración 23. Tubo del sistema de suelo radiante

- Distribuidores FBH con sistema de equilibrado, separador de lodos, separador de aire, termómetros y válvulas para independizar cada uno de los circuitos



Ilustración 24. Sistema de distribución – suelo radiante

- Regulación electrónica Polyalpha directo con cronotermostatos digitales en cada estancia con programas independientes para frío/calor y control de funcionamiento de la caldera o bomba de calor



Ilustración 25. Sistema de regulación electrónica – suelo radiante

En cuanto al dimensionamiento del suelo radiante para los diferentes habitáculos, se realiza de acuerdo con las posibilidades ofrecidas por el proveedor. Los parámetros de cálculo o posibilidades a elegir son:

- Temperatura del agua (entrada en colectores)
- Distancia entre tubos

Se fija la temperatura de entrada a los colectores de a 40°C, y posteriormente se dimensionará la caldera para poder asegurar esta temperatura de agua.

A partir de la carga sensible existente en nuestros locales en W/m^2 , se decidirá la capacidad a instalar. Por otro lado, el fabricante limite la superficie máxima a instalar de suelo radiante, por lo que se hará es instalar un cierto número de módulos de la capacidad elegida para no sobrepasar los límites que establece. De entre las diferentes opciones que ofrece el fabricante, se selecciona el tubo de $\varnothing 16$. La tabla de selección rápida para este diámetro se muestra en la Ilustración 26.

TABLA DE CALCULO PARA INSTALACIONES CON TUBERIA DE $\varnothing 16$

Calor Especifico q (W/m²)	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170				
Temperatura media en superficie de suelo	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35																			
Temperatura de entrada 40°C en colectores Temperatura ambiente 20°C	$R_{12} = 0.01 \text{ m}^2/\text{W}$ Cerámico / Pívidos / drenaje	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	RA Recomend. 10° max.		
	$R_{12} = 0.05 \text{ m}^2/\text{W}$ Madera fina y lino/lin.	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	RA Recomend. 10° max.	
	$R_{12} = 0.10 \text{ m}^2/\text{W}$ Madera aserrar medio y moquetas finas	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	RA Recomend. 10° max.
	$R_{12} = 0.15 \text{ m}^2/\text{W}$ Maderas gruesas y moquetas	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	RA Recomend. 10° max.
Temperatura de entrada 45°C en colectores Temperatura ambiente 20°C	$R_{12} = 0.01 \text{ m}^2/\text{W}$ Cerámico / Pívidos / drenaje																														RA Recomend. 10° max.	
	$R_{12} = 0.05 \text{ m}^2/\text{W}$ Madera fina y lino/lin.																														RA Recomend. 10° max.	
	$R_{12} = 0.10 \text{ m}^2/\text{W}$ Madera aserrar medio y moquetas finas																															RA Recomend. 10° max.
	$R_{12} = 0.15 \text{ m}^2/\text{W}$ Maderas gruesas y moquetas																															RA Recomend. 10° max.
Temperatura de entrada 50°C en colectores Temperatura ambiente 20°C	$R_{12} = 0.01 \text{ m}^2/\text{W}$ Cerámico / Pívidos / drenaje																														RA Recomend. 10° max.	
	$R_{12} = 0.05 \text{ m}^2/\text{W}$ Madera fina y lino/lin.																														RA Recomend. 10° max.	
	$R_{12} = 0.10 \text{ m}^2/\text{W}$ Madera aserrar medio y moquetas finas																														RA Recomend. 10° max.	
	$R_{12} = 0.15 \text{ m}^2/\text{W}$ Maderas gruesas y moquetas																															RA Recomend. 10° max.
Temperatura de entrada 55°C en colectores Temperatura ambiente 20°C	$R_{12} = 0.01 \text{ m}^2/\text{W}$ Cerámico / Pívidos / drenaje																														RA Recomend. 10° max.	
	$R_{12} = 0.05 \text{ m}^2/\text{W}$ Madera fina y lino/lin.																														RA Recomend. 10° max.	
	$R_{12} = 0.10 \text{ m}^2/\text{W}$ Madera aserrar medio y moquetas finas																														RA Recomend. 10° max.	
	$R_{12} = 0.15 \text{ m}^2/\text{W}$ Maderas gruesas y moquetas																														RA Recomend. 10° max.	

Ilustración 26. Catálogo Polytherm suelo radiante

A partir de las cargas térmicas existentes, se dimensiona el suelo radiante de acuerdo con los criterios explicados anteriormente. Se asumirá suelo cerámico. Los resultados se muestran en la

Zona #	AREA (m²)	Q s (W)	DISEÑO			
			Q (W/m²)	DISTANCIA ENTRE TUBOS (cm)	SUPERFICIE MAX.	# CIRCUITOS

PLANTA BAJA	#3	650	0	35	33	40	16
	#4	650	0	35	33	40	20
	#5	286	2695	35	33	40	6
	#6	468	5660	35	33	40	7
	#8	1150	0	35	33	40	20
	#9	1890	25694	35	33	40	50
	#10	441	10272	35	33	40	9
	<i>Total</i>	5535	54372				128
PLANTA ALTILLO	#12	882	1716	35	33	40	17
	#14	440	8042	35	33	40	6
	#15	400	5822	35	33	40	5
	#27	360	5240	35	33	40	5
	#28	400	5822	35	33	40	5
	#29	360	8119	35	33	40	6
	<i>Total</i>	2842	47138				44
PLANTA PRIMERA	#18	1000	40558	35	33	40	14
	#19	1000	40732	35	33	40	14
	#21	945	24983	35	33	40	14
	#22	945	25538	35	33	40	14
	#23	600	15092	35	33	40	10
	#24	756	15185	35	33	40	10
	#25	1386	39427	35	33	40	32
	#26	1386	41030	35	33	40	32
<i>Total</i>	8018	283291				140	

Tabla 57. En alguno de los casos, se instalará un número de circuitos mayor al necesario por demanda con la intención de poder abarcar toda el área existente en los distintos espacios y climatizar correctamente el local.

			DISEÑO				
	Zona #	AREA (m ²)	Q s (W)	Q (W/m ²)	DISTANCIA ENTRE TUBOS (cm)	SUPERFICIE MAX.	# CIRCUITOS
PLANTA BAJA	#3	650	0	35	33	40	16
	#4	650	0	35	33	40	20
	#5	286	2695	35	33	40	6
	#6	468	5660	35	33	40	7
	#8	1150	0	35	33	40	20
	#9	1890	25694	35	33	40	50
	#10	441	10272	35	33	40	9
	Total	5535	54372				128
PLANTA ALTILLO	#12	882	1716	35	33	40	17
	#14	440	8042	35	33	40	6
	#15	400	5822	35	33	40	5
	#27	360	5240	35	33	40	5
	#28	400	5822	35	33	40	5
	#29	360	8119	35	33	40	6
	Total	2842	47138				44
PLANTA PRIMERA	#18	1000	40558	35	33	40	14
	#19	1000	40732	35	33	40	14
	#21	945	24983	35	33	40	14
	#22	945	25538	35	33	40	14
	#23	600	15092	35	33	40	10
	#24	756	15185	35	33	40	10
	#25	1386	39427	35	33	40	32
	#26	1386	41030	35	33	40	32
	Total	8018	283291				140

Tabla 57. Diseño de suelo radiante

Posteriormente se diseñará la fuente de calor que asegure que pueda suministrar a la instalación de suelo radiante asegurando su correcto funcionamiento.

8.4. PEQUEÑAS SUPERFICIES - FANCOIL

8.4.1. DISEÑO Y DIMENSIONAMIENTO DEL FANCOIL

De manera análoga a como se procedió con el diseño de la viga fría, se seleccionará un modelo que se ajuste a las necesidades concretas del caso de estudio. Posteriormente, se realizará un estudio para hallar el número de unidades necesarias en cada una de las áreas a climatizar con esta tecnología.

Con este fin, se identifica el fabricante Schako. Dentro de los diferentes modelos que ofrece, se decide optar por el *Fan Coil Aquaris Silent*. Este modelo está diseñado precisamente con el fin de cubrir la demanda de climatización en instalaciones con

zonas individualizadas (oficinas, locales comerciales, hoteles, etc.), el cual se corresponde con el caso concreto de los recintos que se pretenden climatizar.

Con la idea de adaptarse lo máximo posible a las necesidades arquitectónicas del local a climatizar, la línea de fan coils Aquaris Silent se fabrica en varias ejecuciones, desde equipos para instalaciones empotradas en falsos techos y suelos (ejecución horizontal), hasta equipos instalados a la vista con mueble decorativo (ejecución vertical y horizontal). De este modo, se podrá adaptar a las necesidades geométricas y arquitectónicas específicas de cada recinto.

Este modelo, en su unidad básica, se compone de diferentes elementos, tal y como se muestra en la Ilustración 27.

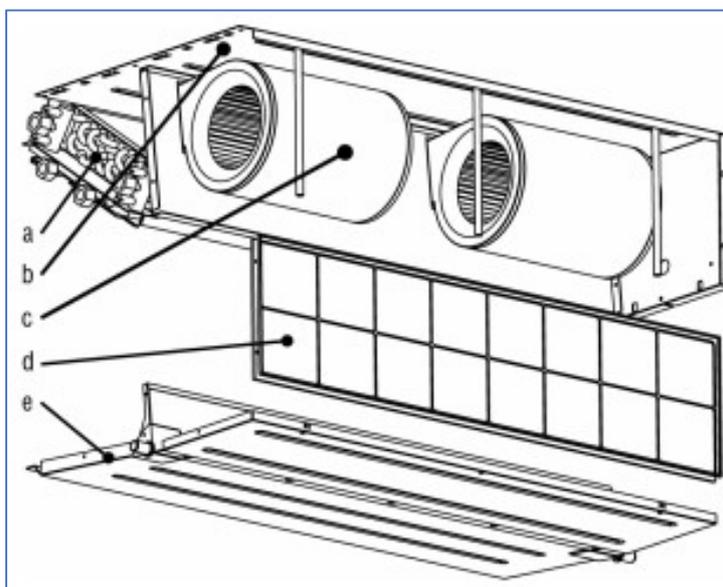


Ilustración 27. Unidad Básica – Fan Coil Aquaris Silent

Los distintos componentes que se presentan en la Ilustración 27 son:

- a) Batería (s) de intercambio térmico
- b) Carcasa
- c) Grupo motoventilador
- d) Filtro
- e) Bandeja de condensados

De entre las diferentes capacidades existentes para este modelo, se decide optar por el modelo SP a cuatro tubos, ofreciendo la posibilidad de ser utilizado tanto para refrigeración como para calefacción. Concretamente, tras un proceso iterativo

estudiando las cargas medias existentes en los recintos a climatizar, se decide utilizar el tamaño 30, siendo así el modelo elegido el siguiente: *Fan Coil Aquaris Silent – 4 tubos – Modelo SP 30*. Las características se muestran en la Tabla 58.

AIRE	$V_{AIRE}(l/s)$	1010
REFRIGERACION	$Q(kW)$	5.3
	$V_{WK}(AGUA) (l/h)$	913
	$\Delta t_w (K)$	5
CALEFACCION	$Q(kW)$	5.11
	$V_{WH}(AGUA) (l/h)$	440
	$\Delta t_w (K)$	10

Tabla 58. Características del modelo *Fan Coil Aquaris Silent – 4 tubos – Modelo SP 30*

De acuerdo con esta información y siguiendo el proceso de diseño anteriormente descrito, se llega a determinar el número de unidades terminales a instalar con el fin de vencer la carga térmica existente en cada recinto.

En cada una de las áreas a climatizas mediante fancoils, se han definido los módulos existentes, así como las cargas que existen en cada uno de ellos. El resumen de este análisis viene se presenta en la Tabla 59.

	Zona #	AREA (m ²)	Q _s VERANO (W)	Q _s INVIERNO (W)	MODULOS		
					# MODULOS	Q _s VERANO (W)	Q _s INVIERNO (W)
SÓTANO	#1	504	29463	3520	5	5893	704
	#2	504	36438	5077	5	6073	1015
PLANTA BAJA	#1	504	31846	4973	4	5308	1243
	#2	504	31722	5077	8	3965	635
PLANTA ALTILLO	#1	504	31846	4973	4	7962	1243
	#2	504	31722	5077	7	4532	725
	#10	441	77348	917	5	9669	183
	#11	630	43356	1021	7	6194	146
PLANTA PRIMERA	#1	504	111606	39427	9	11161	4381
	#2	504	107255	41030	6	13407	6838

Tabla 59. Parámetros diseño fancoils

A partir de estos datos, se determinarán el número de fancoils necesarios en cada uno de los recintos. Se observa como en todos los casos, el caso de verano es más crítico que el de invierno, diseñando así para este. Del mismo modo, quedará definido el caudal de agua, que servirá de referencia para el cálculo de tuberías. El dimensionamiento de los conductos quedará definido a partir del aire de renovación en cada uno de los recintos.

A modo de ejemplo de la hoja de cálculo utilizada con el fin de estimar el número de fancoils necesarios en cada uno de los recintos, se muestra la Tabla 60. El resto de hoja de cálculos se encuentra recogida en el Anexo.

UNIDAD TERMINAL	<i>Nº unidades terminales</i>		2	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	6369	W
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2020	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2	kg/s
	<i>Qs a vencer total</i>		6369	W
	<i>Capacidad total</i>		10600	W

Tabla 60. Cálculo de Fancoil – Zona #1 Planta Baja

El resultado calculado para las distintas zonas se encuentra reflejado en la Tabla 61.

	Zona #	# MODULOS	#FANCOILS	TOTAL FANCOILS
SÓTANO	#1	5	2	10
	#2	5	2	10
PLANTA BAJA	#1	4	1	4
	#2	8	1	8
PLANTA ALTILLO	#1	4	2	8
	#2	7	1	7
	#10	5	2	10
	#11	7	2	14
PLANTA PRIMERA	#1	9	3	27
	#2	6	3	18

Tabla 61. Resumen cálculo de Fancoils

8.4.2. SISTEMA DE EXTRACCIÓN E IMPULSIÓN DE AIRE

Como se comentaba anteriormente, el sistema de fancoils no tiene la capacidad para extraer e impulsar aire de renovación. De este modo, un sistema paralelo tendrá que ser implementado, para lo cual será necesario la instalación de difusores y rejillas en estos módulos.

8.4.2.1. Difusores

Para el cálculo y dimensionamiento de los difusores se considera el caudal que habrán de impulsar. Otros parámetros relevantes a la hora de elegir el modelo a instalar serán el ruido y pérdida de carga provocada. Concretamente, se establecerá una pérdida de carga inferior a 25 Pa y ruido inferior a 40 dB.

Al igual que con las vigas frías, se selecciona Trox como el proveedor para los difusores, eligiendo de entre las diferentes opciones que ofrece los difusores

rotacionales de la serie VDW. El catálogo con una explicación más amplia al respecto se puede encontrar adjunta en el Anexo.



Ilustración 28. Difusor rotacional – Catálogo Trox

Se elegirá el difusor VDW con dimensiones 400x16, que presenta una posibilidad de caudal que oscila entre 108 y 396 m³/h. Además, cumple que las condiciones impuestas en cuanto a caída de presión y ruido.

El resumen del número de difusores a instalar en cada uno de los habitáculos viene resumido en la Tabla 62.

	Zona #	Qv (m3/h)	# MODULOS	#DIFUSORES	TOTAL DIFUSORES
SÓTANO	#1	540	5	1	5
	#2	216	5	1	5
PLANTA BAJA	#1	540	4	1	4
	#2	216	8	1	8
PLANTA ALTILLO	#1	540	4	1	4
	#2	216	7	1	7
	#10	441	5	1	5
	#11	630	7	1	7
PLANTA PRIMERA	#1	540	9	1	9
	#2	216	6	1	6

Tabla 62. Distribución de difusores

8.4.2.2. Rejillas

Con el fin de realizar la extracción de aire, han de colocarse rejillas para posibilitar la extracción de aire en los locales que disponen de fancoils, posibilitando así cumplir con las normas de higiene y sanidad.

Para su dimensionamiento, se evitará sobrepasar un límite en cuanto a presión (pérdida de carga máxima de 25 Pa) y de ruido (40 dB).

De entro los distintos fabricantes existentes, se elige la serie AR de Trox, el mismo fabricante seleccionado para vigas frías anteriormente. Este modelo se caracteriza por ser rejillas para retorno formadas por el marco frontal con lamas horizontales colocadas de forma inclinada, con fijación invisible o por tornillos (taladros avellanados). Bajo demanda, se pueden suministrar con sujeción por muelles. Su aspecto se puede observar en la Ilustración 29. Una descripción más completa del modelo se puede encontrar en el Anexo, donde se adjunta el catálogo.

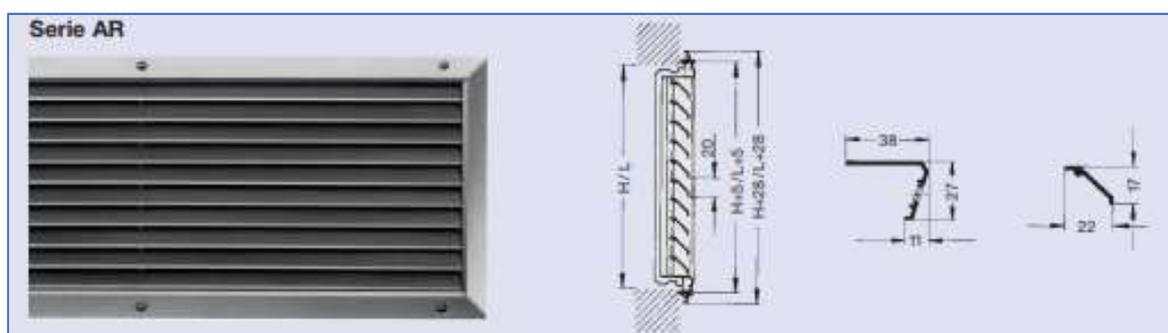


Ilustración 29. Serie AR – Rejilla Trox

Para su dimensionamiento, se seguirá la siguiente ecuación:

$$\dot{V} = v_{eff.media} A_{eff} f \quad (10)$$

Donde:

- \dot{V} representa caudal de aire
- $v_{eff.media}$ representa velocidad efectiva de salida del aire
- A_{eff} representa la sección efectiva de salida del aire
- f representa el factor de corrección de acuerdo con el catálogo de Trox, alcanza un valor de 3.2 para la serie AR

Para dimensionar la rejilla y decidir el modelo concreto a implementar, se fijan los distintos parámetros en el siguiente orden.

En primer lugar, se fija tener un caudal por rejilla de aproximadamente 200 m³/h, con el fin de poder instalar tan solo una única rejilla en cada uno de los módulos. A continuación, entrando en uno de los gráficos proporcionados en el catálogo (el cual

se muestra en la Ilustración 30), se obtiene un valor de la velocidad aproximado de 7.5 m/s.

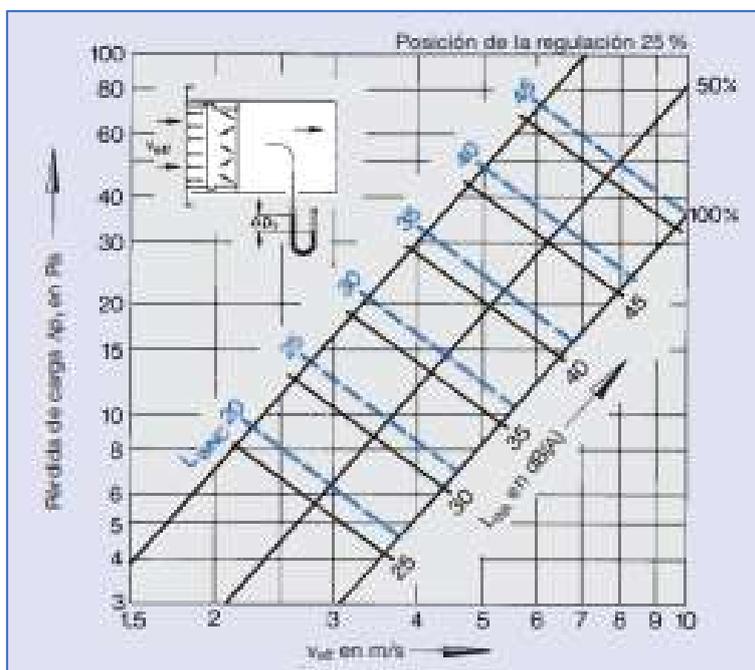


Ilustración 30. Cálculo de Rejilla – Catálogo Trox

De este modo, a partir de los valores obtenidos se calcula la sección efectiva, buscando así las dimensiones que más se aproximan a estos requisitos. Finalmente, se decide instalar la rejilla: 225 x 125 mm.

De este modo, el número de rejillas a instalar en cada módulo y zona viene recogido en la Tabla 63.

	Zona #	Qv (m3/h)	# MODULOS	#REJILLAS	TOTAL REJILLAS
SÓTANO	#1	450	5	1	5
	#2	180	5	1	5
PLANTA BAJA	#1	450	4	1	4
	#2	180	8	1	8
PLANTA ALTILLO	#1	450	4	1	4
	#2	180	7	1	7
	#10	180	5	1	5
	#11	180	7	1	7
PLANTA PRIMERA	#1	450	9	1	9
	#2	180	6	1	6

Tabla 63. Cálculo rejillas

8.5. DISPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS

Los distintos equipos que componen la instalación de climatización que ha sido diseñada, se muestran en los planos para las distintas plantas al final del documento.

9. CÁLCULO DE CONDUCTOS

A través de los conductos se transporta el aire de impulsión y retorno a lo largo de toda la instalación de climatización. En esta sección se calcularán y dimensionarán los conductos de toda la instalación, tanto de impulsión como de retorno.

Antes de comenzar con el dimensionamiento, se ha de conocer los valores para los cuales se va a diseñar en cuanto a caudal de impulsión y retorno.

En la Tabla 64 se muestran los caudales máximos para cada una de las unidades terminales. Aunque las capacidades de estos terminales son superiores a los caudales máximos que exige la demanda del caso de estudio, el dimensionamiento se realizará de acuerdo con estos valores.

ELEMENTO	Q _{IMPULSION} (m ³ /h)	Q _{RETORNO} (m ³ /h)
<i>Rejilla</i>		200
<i>Difusor</i>	396	
<i>Viga fría</i>	252	201

Tabla 64. Caudales máximos de cada unidad terminal

Tomando los anteriores como partida, se puede calcular los caudales segmentados por zonas y plantas. El resultado se recoge en la Tabla 65.

	Zona #	# VIGA FRIAS	# REJILLAS	# DIFUSORES	Q _{IMPULSION} (m ³ /h)	Q _{RETORNO} (m ³ /h)
SÓTANO	#1		5	5	1980	1000
	#2		5	5	1980	1000
	Total	0	10	10	3960	2000
PLANTA BAJA	#1		4	4	1584	800
	#2		8	8	3168	1600
	#3	22			5544	4422
	#4	22			5544	4422
	#5	14			3528	2814
	#6	20			5040	4020
	#7	35			8820	7035
	#8	40			10080	8040
	#9	110			27720	22110
	#10	42			10584	8442
	Total	305	12	12	81612	63705
PLANTA ALTILLO	#1		4	4	1584	800
	#2		7	7	2772	1400
	#10		5	7	2772	1400
	#11		5	7	2772	1400
	#12	32			8064	6432
	#14	28			7056	5628
	#15	20			5040	4020
	#27	20			5040	4020
	#28	20			5040	4020
	#29	20			5040	4020
	Total	140	21	25	45180	33140
PLANTA PRIMERA	#1		9	9	3564	1800
	#2		6	6	2376	1200
	#18	60			15120	12060
	#19	60			15120	12060
	#21	42			10584	8442
	#22	42			10584	8442
	#23	28			7056	5628
	#24	32			8064	6432
	#25	62			15624	12462
	#26	60			15120	12060
Total	386	15	15	103212	80586	

Tabla 65. Resumen de caudales de impulsión y retorno

9.1. METODOLOGÍA

Para dimensionar los conductos, tanto de impulsión como de extracción, se tomarán redes de baja velocidad con el fin de evitar aumentos en costes y ruido. Los límites

máximos que se establecen en cuanto a pérdida de carga y velocidad son los que se reflejan en la Tabla 66.

Velocidad	7 m/s
Pérdida de carga	0.12 mmca/ml

Tabla 66. Límites para cálculo de conductos

El proceso de cálculo de los conductos consistirá en un proceso iterativo, en el cual habrán de cumplirse los límites en cuanto a pérdida de carga y velocidad establecidos anteriormente. Para ello, los pasos a realizar son los siguientes:

- Trazado de la disposición de los conductos para cada una de las plantas, intentando encontrar una distribución lo más homogénea posible.
- Una vez trazada la distribución de conductos, se comenzará el proceso iterativo con una velocidad de 7 m/s, de acuerdo con las recomendaciones establecidas en el IDAE
- A partir de la velocidad y caudal, se puede calcular la sección requerida. Se decide optar por conductos rectangulares, de modo lo que se obtendrá de la fórmula será el lado de este

$$Q = v \cdot A \quad (11)$$

- Una vez calculada la sección, se puede obtener la pérdida de carga de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\Delta p = f \frac{L \rho v^2}{D 2} \quad (12)$$

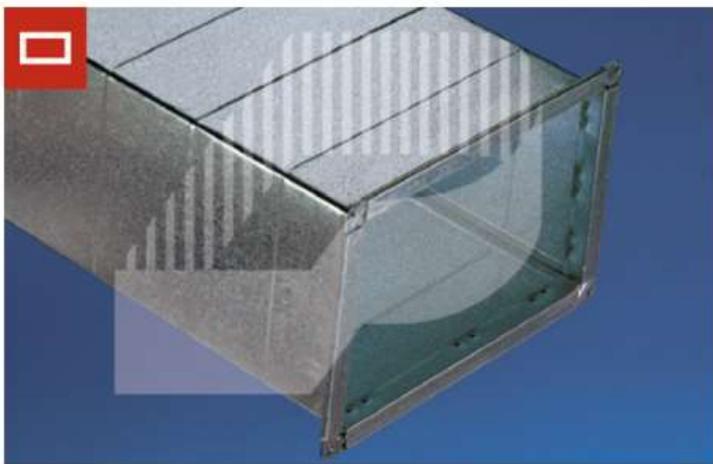
En esta expresión se opera con el diámetro hidráulico, que para la sección cuadrada equivale al lado de este.

Si la pérdida de carga superara el límite establecido, se volvería a calcular la sección para una velocidad inferior de manera iterativa hasta llegar a un resultado satisfactorio.

9.2. DISEÑO

De entre los diferentes fabricantes disponibles para el diseño de los tubos rectangulares se identifica a *Novatub*. De entre sus productos, se seleccionará el tubo rectangular galvanizado, el cual se ajusta a los parámetros de diseño seleccionados

anteriormente. Se seleccionará el modelo 440620, que presenta un espesor de 0.6 mm. En la Ilustración 31 se muestra la descripción del fabricante de este producto.



Conducto rectangular galvanizado

El conducto rectangular de NOVATUB ofrece la máxima fiabilidad y mejora ostensiblemente los sistemas de instalación más convencionales. Su especial configuración nervada ofrece unas propiedades mucho más sólidas, obteniéndose así un conducto más ágil, más resistente y más estético. Con el engatillado hermético se consigue un conducto completamente acabado, listo ya para el montaje en obra y totalmente a la medida del proyecto, eliminando acoplamientos y soldaduras. Una amplia gama de accesorios y piezas especiales a medida, permiten satisfacer las mayores exigencias en cualquier tipo de instalación. Todas las piezas de nuestro conducto rectangular son compatibles y se ensamblan perfectamente con nuestros conductos circular y oval, permitiendo así disponer de la solución más adecuada a cada proyecto.

Ilustración 31. Catálogo Novatub

De acuerdo con los cálculos realizados en el apartado anterior, se ajustan las medidas a las estándar. A continuación, se muestra los perfiles para cada una de las unidades y zonas calculadas anteriormente.

9.3. CÁLCULO

La cantidad de aire que transportarán los conductos variarán notablemente dependiendo del punto en el cual se encuentren. De este modo, para realizar el cálculo de los conductos, se van a diferenciar diferentes partes en cada uno de los tramos. Muchos de estos tramos serán repetidos de una zona a otra, de modo que su cálculo no aparecerá de manera repetida en las tablas a que a continuación se muestran. Cada uno de estos tramos pueden ser identificados en los planos.

9.3.1. IMPULSIÓN

El resultado de este proceso iterativo se encuentra recogido en las siguientes tablas para las distintas plantas.

	Q (m ³ /s)	v (m/s)	mmca/m	D COMERCIAL(mm)
Viga fría	0.070	1.7	0.12	250x250
Difusor	0.110	2	0.11	250x250

Tabla 67. Conductos de impulsión – elemento terminal

		Q (m ³ /s)	v (m/s)	mmca/m	D COMERCIAL(mm)
SÓTANO	#1	0.550	3.7	0.11	400x400
	#1 Tramo 2	0.220	2.7	0.12	300x300
	#2	0.550	3.7	0.11	400x400
	#2 Tramo2	0.220	2.7	0.12	300x300
	Total	1.100	5	0.12	500x500

Tabla 68. Conductos de impulsión – planta sótano

		Q (m ³ /s)	v (m/s)	mmca/m	D COMERCIAL(mm)
PLANTA BAJA	#1	0.550	3.7	0.11	400x400
	#2	2.310	6.5	0.12	600x600
	#3	1.540	5.6	0.12	550x550
	#3 Tramo1	0.513	3	0.12	450x450
	#3 Tramo2	0.303	2.5	0.13	350x350
	#4	1.540	5.6	0.12	550x550
	#4 Tramo1	0.513	3	0.12	450x450
	#4 Tramo2	0.303	2.5	0.13	350x350
	#5	0.980	4.7	0.12	500x500
	#5 Tramo1	0.327	3.2	0.13	350x350
	#5 Tramo2	0.117	2.1	0.12	250x250
	#8	2.800	7	0.12	650x650
	#8 G1	1.120	5	0.12	500x500
	#8 G2	1.680	5.8	0.12	550x550
	#8 Tramo1	0.560	3.1	0.12	450x450
	#8 Tramo2	0.350	2.6	0.12	400x400
	#8 Tramo3	0.140	1.8	0.12	300x300
	#9	7.700	7	0.04	1000x1000
	#9 G1	5.133	7	0.06	850x850
	#9 G2	2.567	7	0.13	600x600
	#9 Tramo1	0.856	3.6	0.11	500x500
	#9 Tramo2	0.646	2.9	0.12	450x450
	#9 Tramo3	0.436	2.3	0.12	450x450
	#10	2.940	7	0.11	700x700
	Total	24.210	7	0.01	2000x2000

Tabla 69. Conductos de impulsión – Planta baja

		Q (m ³ /s)	v (m/s)	mmca/m	D COMERCIAL(mm)
PLANTA ALTILLO	#1	0.440	3.5	0.12	400x400
	#1 Tramo 1	0.220	2.7	0.12	300x300
	#2	0.660	4.1	0.12	400x400
	#2 Tramo 1	0.440	3.5	0.12	350x350
	#2 Tramo 2	0.220	2.7	0.12	300x300
	#G1	2.640	6.9	0.12	650x650
	#G2	1.870	6	0.12	600x600
	#G3	1.100	5	0.12	500x500
	#10	0.770	4.3	0.12	450x450
	#10 Tramo1	0.550	3.8	0.12	400x400
	#10Tramo2	0.220	2.7	0.12	300x300
	#11	0.770	5.8	0.29	450x450
	#10 Tramo1	0.550	3.8	0.12	400x400
	#10Tramo2	0.220	2.7	0.12	300x300
	T#1	7.560	7	0.04	1000x1000
	T#2	3.360	7	0.10	900x900
	T#3	2.800	7	0.12	650x650
	#12 Ramal	0.747	4.2	0.12	450x450
	#12	2.240	6.5	0.12	600x600
	#14	1.960	6.2	0.12	600x600
	#15	1.400	5.4	0.12	600x600
	#15 Ramal	0.700	4.1	0.12	450x450
	#15Tramo1	0.560	3.1	0.12	450x450
	#15 Tramo2	0.350	2.6	0.12	400x400
	#15 Tramo3	0.140	1.8	0.12	300x300
	#27	1.400	5.4	0.12	600x600
	#28	1.400	5.4	0.12	600x600
	#29	1.400	5.4	0.12	600x600
	Total	16.180	7	0.02	1500x1500

Tabla 70. Conductos de impulsión – Planta Altillo

		Q (m ³ /s)	v (m/s)	mmca/m	D COMERCIAL(mm)
PLANTA PRIMERA	#S1	1.760	5.9	0.12	550x550
	#1	1.100	5	0.12	500x500
	#1 T1	0.770	4.3	0.12	450x450
	#1 T2	0.330	3.1	0.12	350x350
	#2	0.660	4.1	0.12	400x400
	#18	4.200	7	0.07	800x800
	# Ramal	0.700	4.1	0.12	450x450
	#Ramal1	0.560	3.1	0.12	450x450
	#Ramal2	0.350	2.6	0.12	400x400
	#Ramal3	0.140	1.8	0.12	300x300
	T#2	3.360	7	0.10	900x900
	T#3	2.800	7	0.12	650x650
	#19	4.200	7	0.07	800x800
	#21	2.940	7	0.11	650x650
	#21 Ramal	0.980	4.7	0.12	500x500
	#21 T1	0.630	4	0.12	400x400
	#21 T2	0.420	3.4	0.12	400x400
	#21 T3	0.210	2.6	0.12	300x300
	#22	2.940	7	0.11	650x650
	#23	1.960	6.1	0.12	600x600
	#23 Ramal1	0.980	4.7	0.12	500x500
	#24	2.240	6.2	0.11	650x650
	#24 Ramal1	1.120	5	0.12	500x500
	#25	4.340	7	0.07	800x800
	#25 Ramal1	0.723	4.2	0.12	450x450
	#26	4.200	7	0.07	800x800
	#26 Ramal1	0.700	4.2	0.12	450x450
Total	28.230	7	0.01	2000x2000	

Tabla 71. Conductos de impulsión – Planta Primera

9.3.2. EXTRACCIÓN

Análogamente, se realiza el proceso de cálculo para los conductos de retorno, el cual viene recogido en las siguientes tablas.

	Q (m ³ /s)	v (m/s)	mmca/m	D COMERCIAL(m)
Viga fría	0.070	1.7	0.12	250x250
Rejilla	0.110	2	0.11	250x250

Tabla 72. Conducto de extracción – Elementos terminales

	Q (m ³ /s)	v (m/s)	mmca/m	D COMERCIAL(m)	
SÓTANO	#1	0.278	2.9	0.12	350x350
	#1 Tramo 2	0.058	1.6	0.12	250x250
	#2	0.278	2.9	0.12	350x350
	#2 Tramo2	0.058	1.6	0.12	250x250
	Total	0.556	3.8	0.12	400x400

Tabla 73. Conducto de extracción – Planta sótano

		Q (m ³ /s)	v (m/s)	mmca/m	D COMERCIAL(m)
PLANTA ALTILLO	#1	0.222	2.7	0.12	300x300
	#1 Tramo	0.112	2	0.11	250x250
	#2	0.660	4.1	0.12	400x400
	#2 Tramo1	0.440	3.5	0.12	400x400
	#2 Tramo2	0.220	2.7	0.12	300x300
	#G1	2.422	6.7	0.12	600x600
	#G2	1.652	5.8	0.12	550x550
	#G3	0.882	4.5	0.12	450x450
	#10	0.770	4.3	0.12	450x450
	#10 Tramo 1	0.550	3.8	0.12	400x400
	#10 Tramo 2	0.220	2.7	0.12	300x300
	#11	0.770	4.3	0.12	450x450
	#10 Tramo 1	0.550	3.8	0.12	400x400
	#10 Tramo 2	0.220	2.7	0.12	300x300
	T#1	6.030	7	0.05	1000x1000
	T#2	2.680	7	0.12	800x800
	T#3	2.233	6.5	0.12	600x600
	#12 Ramal	0.596	3.9	0.12	400x400
	#12	1.787	5.9	0.12	550x550
	#14	1.563	5.7	0.12	500x500
	#15	1.117	5	0.12	500x500
	#15 Tramo1	0.558	3.4	0.16	400x400
	#15 Tramo2	0.348	2.9	0.17	350x350
	#15 Tramo3	0.138	2.3	0.24	250x250
	#27	1.117	5	0.12	500x500
	#28	1.117	5	0.12	500x500
	#29	1.117	5	0.12	500x500
	Total	12.391	7	0.02	1300x1300

Tabla 74. Conducto de extracción – Planta Altillo

		Q (m ³ /s)	v (m/s)	mmca/m	D COMERCIAL(m)
	#S1	1.870	6	0.12	600x600
PLANTA PRIMERA	#1	1.100	5	0.12	500x500
	#1 Tramo1	0.770	4.3	0.12	450x450
	#1 Tramo2	0.330	3.1	0.12	350x350
	#2	0.770	4.3	0.12	450x450
	#18	3.350	7	0.10	700x700
	T#1	6.030	7	0.05	1000x1000
	T#2	2.680	7	0.12	800x800
	T#3	2.233	6.5	0.12	600x600
	#Tramo1	0.558	3.4	0.16	400x400
	#Tramo2	0.348	2.9	0.17	350x350
	#Tramo3	0.138	2.3	0.24	250x250
	#19	3.350	7	0.10	700x700
	#21	2.345	6.6	0.12	600x600
	#21 Ramal	0.782	4.4	0.13	450x450
	#21 T1	0.630	4	0.12	400x400
	#21 T2	0.420	3.4	0.12	350x350
	#21 T3	0.210	2.6	0.12	300x300
	#22	2.345	6.6	0.12	600x600
	#23	1.563	5.7	0.12	550x500
	#24	1.787	5.7	0.11	600x600
	#25	3.462	7	0.09	750x750
	#25 Ramal	0.577	3.9	0.12	400x400
	#26	3.350	7	0.10	700x700
#26 Ramal	0.558	3.8	0.12	400x400	
	Total	22.163	7	0.01	1800x1800

Tabla 75. Conducto de extracción – Planta Primera

10. CÁLCULO DE TUBERÍAS

Con el fin de calcular las tuberías que portarán el agua hasta los distintos elementos terminales situados en las diferentes zonas diferenciadas en nuestro caso de estudio, se han de conocer los caudales en cada uno de estos.

Además del caudal, existirán otros parámetros que serán de vital relevancia a la hora de realizar el dimensionamiento, que son la velocidad y la pérdida de carga. Los límites máximos de ambos parámetros vienen recogidos en la Tabla 76.

<i>Velocidad</i>	2 m/s
<i>Pérdida de carga</i>	20 mmca/ml

Tabla 76. Límites para dimensionado de tuberías

Atendiendo a los valores establecidos en esta tabla, así como a los criterios de velocidad y presión, se utiliza la tabla mostrada en la Ilustración 32. Esta tabla establece el cálculo para tuberías de acero de acuerdo con las normas DIN 2440, DIN 2448 y DIN 2458.

$Q = 10^6 \cdot k \cdot (T_1 - T_2) \cdot \frac{A}{L}$

Q = Potencia de carga por conducto de tubería (en W) L = 2000 m
 k = Coeficiente de conductancia del tubo (en W/m°C) A = $200 \cdot 200$ m²
 T_1 = Temperatura del agua en el tubo (en °C) T_2 = Temperatura del aire (en °C)
 T_1 = Temperatura del agua en el tubo (en °C) T_2 = Temperatura del aire (en °C)

$Q = 10^6 \cdot k \cdot (T_1 - T_2) \cdot \frac{A}{L}$
 $Q = 10^6 \cdot 0,35 \cdot (T_1 - T_2) \cdot \frac{40000}{2000}$
 $Q = 7000 \cdot (T_1 - T_2)$

Zona	CONDICIONES DE MURCIA												CONDICIONES DE MURCIA												Zona
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22			
1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1	

Ilustración 32. Tabla para dimensionamiento de tuberías

A partir de esta tabla y considerando las condiciones establecidas anteriormente, se calcula el diámetro de cada zona y tramo. Este cálculo se realiza tanto para calefacción como para refrigeración, y viene resumido en las siguientes secciones.

10.1. REFRIGERACIÓN – AGUA FRÍA

Las demandas en cuanto a potencia y caudal para agua fría para cada una de las zonas vienen recogidas en la Tabla 77, que será el criterio para diseñar.

	Zona #	# VIGA FRIAS	# FANCOILS	REFRIGERACION	
				Q _{wk} (W)	Q _{wk} (L/h)
SÓTANO	#1		10	53000	9130
	#2		10	53000	9130
	Total	0	20	106000	18260
PLANTA BAJA	#1		10	53000	9130
	#2		21	111300	19173
	#3	22		21714	6225
	#4	22		21714	6225
	#5	14		13818	3961
	#6	20		19740	5659
	#7	35		34545	9903
	#8	40		39480	11318
	#9	110		108570	31124
	#10	42		41454	11884
	Total	305	31	465335	114601
PLANTA ALTILLO	#1		8	42400	7304
	#2		12	63600	10956
	#10		5	26500	4565
	#11		10	53000	9130
	#12	32		31584	9054
	#14	28		27636	7922
	#15	20		19740	5659
	#27	20		19740	5659
	#28	20		19740	5659
	#29	20		19740	5659
Total	140	35	323680	71567	
PLANTA PRIMERA	#1		30	159000	27390
	#2		22	116600	20086
	#18	60		59220	16977
	#19	60		59220	16977
	#21	42		41454	11884
	#22	42		41454	11884
	#23	28		27636	7922
	#24	32		31584	9054
	#25	62		61194	17542
	#26	60		59220	16977
Total	386	52	656582	156692	

Tabla 77. Demanda agua fría – dimensionamiento tuberías

En primer lugar, se calcula la tubería correspondiente a cada una de las unidades de fancoil y viga fría, el cual se muestra en la Tabla 78.

ELEMENTO	Q _{wk} (L/h)	Ø _{nominal} (mm)	Ø _{interior} (mm)	PÉRDIDA CARGA (mmca/ml)
Fancoil	913	25	27.2	14
Viga Fría	283	20	21.6	6

Tabla 78. Tuberías de unidades terminales - Refrigeración

A continuación, se calculan las tuberías para cada una de las zonas, plantas existentes, y tramos considerados, tal y como se realizó con el cálculo de conductos. El resultado se muestra en las tablas a continuación.

	Zona #	Q _{wk} (L/h)	Ø _{nominal} (mm)	Ø _{interior} (mm)	PÉRDIDA CARGA (mmca/mL)
SÓTANO	#1	9130	65	68.8	19
	#1Tramo 1	6391	50	51.8	18
	#1Tramo 2	4565	50	51.8	13
	#2	9130	65	68.8	19
	#2Tramo 1	7304	50	51.8	19
	#2Tramo 2	5478	40	41.8	13
	Total	18260	80	80.8	17

Tabla 79. Cálculo de tuberías – refrigeración – Planta sótano

	Zona #	Q _{wk} (L/h)	Ø _{nominal} (mm)	Ø _{interior} (mm)	PÉRDIDA CARGA (mmca/mL)
PLANTA BAJA	#1	9130	65	68.8	19
	#2	19173	80	80.8	18
	#3	6225	50	53	17
	#3 Tramo1	2075	40	42	17
	#3 Tramo2	1226	32	36	8
	#3 Tramo3	377	20	22	9
	#4	6225	50	53	17
	#4 Tramo1	1556	32	36	11
	#4 Tramo2	778	25	27	13
	#5	3961	50	53	11
	#5 Tramo	1320	32	36	11
	#8	11318	65	68.8	16
	#8 Tramo1	2264	40	41.8	12
	#8 Tramo2	1132	32	36.0	11
	#9	31124	80	80.8	12
	#9 G2	15562	80	80.8	12
	#9 Tramo 1	3458	50	50.3	20
	#9 Tramo 2	2609	40	41.8	13
	#9 Tramo 3	1760	32	35.9	12
	Total	114601	150	155.4	20

Tabla 80. Cálculo de tuberías – refrigeración – Planta Baja

	Zona #	Q _{wk} (L/h)	Ø _{nominal} (mm)	Ø _{interior} (mm)	PÉRDIDA CARGA (mmca/mL)
PLANTA ALTILLO	#1	7304	65	68.8	7
	#2	10956	65	68.8	14
	#F1	29216	100	105.3	12
	#F2	22825	100	105.3	5
	#F3	18260	80	80.8	18
	#10	6391	50	50.3	18
	#10T1	3652	50	50.3	6
	#10T2	1826	32	35.9	13
	#11	4565	50	50.3	15
	#11T1	2739	40	41.8	13
	#11T2	913	25	27.2	14
	#G1	19240	80	80.8	18
	#G2	11318	65	68.8	14
	#12	9054	65	68.8	11
	#14	7922	65	68.8	8
	#15	5659	50	53	16
	#15 T1	2829	40	41.8	14
	#15 T2	1980	32	35.9	15
	#15 T3	1131	25	27	20
	#27	5659	50	53	16
	#28	5659	50	53	16
	#29	5659	50	53	16
	Total	76546	150	155.4	19

Tabla 81. Cálculo de tuberías – refrigeración – Planta altillo

	Zona #	Q _{wk} (L/h)	∅ _{nominal} (mm)	∅ _{interior} (mm)	PÉRDIDA CARGA (mmca/mL)
	#S1	14608	65	68.8	11
PLANTA PRIMERA	#1	9130	65	68.8	10
	#1 Tramo1	6391	50	53.0	18
	#1 Tramo2	3652	40	41.8	29
	#2	5478	40	41.8	14
	#2 Tramo1	2739	40	41.8	17
	#18	16977	80	80.8	14
	#19	16977	80	80.8	14
	#21	11884	65	68.8	16
	#21 Ramal	3961	50	53.0	8
	#21T1	2829	40	41.8	13
	#21T2	1697	32	35.9	11
	#21T3	565	25	27.2	18
	#22	11884	65	68.8	16
	#23	7922	65	68.8	8
	#23 Ramal	2641	40	41.8	14
	#24	9054	65	68.8	10
	#25	19810	80	80.8	15
	#25 Ramal	2830	40	41.8	14
	#25T1	1981	32	35.9	14
	#25T2	1132	32	35.9	7
	#25T3	566	20	21.6	18
	#26	16977	80	80.8	14
	Total	156692	200	207.3	9

Tabla 82. Cálculo de tuberías – refrigeración – Planta primera

10.2. CALEFACCIÓN – AGUA CALIENTE

De manera análoga, se procede con el cálculo de las tuberías para el caso de calefacción. Las demandas en cuanto a potencia y caudal para agua caliente para cada una de las zonas vienen recogidas en la Tabla 83, que será el criterio para diseñar. Estas demandas serán debidas al suelo radiante y fancoils.

	Zona #	AREA (m ²)	Q _{wk} (W)	Q _{wk} (L/h)
SÓTANO	#1	504	51100	4400
	#2	504	51100	4400
	Total	1008	102200	8800
PLANTA BAJA	#1	504	51100	4400
	#2	504	107310	9240
	#3	650	35750	6149
	#4	650	35750	6149
	#5	286	4400	757
	#6	468	6600	1135
	#7	1100	2200	378
	#8	1150	2200	378
	#9	1890	26400	4541
	#10	441	11000	1892
	Total	7643	282710	45008
PLANTA ALTILLO	#1	504	40880	3520
	#2	504	61320	3080
	#10	441	2200	3080
	#11	630	2200	2200
	#12	882	2200	378
	#14	440	8800	1514
	#15	400	6600	1135
	#27	360	6600	1135
	#28	400	6600	1135
	#29	360	8800	1514
	Total	4921	146200	34091
PLANTA PRIMERA	#1	504	153300	4400
	#2	504	112420	2640
	#18	1000	41800	7190
	#19	1000	41800	7190
	#21	945	26400	4541
	#22	945	26400	4541
	#23	600	15400	2649
	#24	756	15400	2649
	#25	15200	39600	6811
	#26	1386	41800	7190
	Total	22840	514320	55960

Tabla 83. Demanda agua caliente – dimensionamiento tuberías

En primer lugar, se calcula e para cada una de las unidades terminales, cuyo resultado se muestra en la Tabla 84.

ELEMENTO	Q _{wk} (L/h)	Ø _{nominal} (mm)	Ø _{interior} (mm)	PÉRDIDA CARGA (mmca/ml)
Fancoil	440	20	21.6	12

Tabla 84. Tuberías de unidades terminales – Calefacción

A continuación, se calculan las tuberías para cada una de las zonas, plantas existentes, y tramos diferenciados. Los resultados se muestran en las tablas a continuación.

	Zona #	Q _{WK} (L/h)	DISEÑO		
			Ø _{nominal} (mm)	Ø _{interior} (mm)	PÉRDIDA CARGA (mmca/mL)
SÓTANO	#1	4400	50	53.0	10
	#2	4400	50	53.0	10
	Total	8800	65	68.8	9
PLANTA BAJA	#1	4400	50	53.0	10
	#1 Tramo 1	2574	40	41.8	12
	#2	9240	65	68.8	10
	#2 Tramo 1	7414	50	50.3	20
	#3	6149	50	53.0	17
	#4	6149	50	53.0	17
	#5	757	25	27.2	10
	#6	1135	32	35.9	7
	#7	378	20	21.6	10
	#8	378	20	21.6	10
	#9	4541	50	53	10
	#10	1892	32	35.9	14
	Total	45008	100	105.3	15

Tabla 85. Cálculo de tuberías – refrigeración – Planta sótano y baja

	Zona #	Q _{WK} (L/h)	DISEÑO		
			Ø _{nominal} (mm)	Ø _{interior} (mm)	PÉRDIDA CARGA (mmca/mL)
PLANTA ALTILLO	#1	3520	40	41.8	20
	#2	3080	40	41.8	16
	#G1	6600	50	50.3	19
	#Tramo1	3520	40	41.8	20
	#Tramo2	2640	40	41.8	20
	#Tramo3	1760	32	35.9	11
	#Tramo3	880	25	27.2	14
	#10	3080	40	41.8	16
	#11	2200	32	35.9	17
	#12	378	20	21.6	10
	#14	1514	32	35.9	9
	#15	1135	32	35.9	7
	#27	1135	32	35.9	7
	#28	1135	32	35.9	7
	#29	1514	32	35.9	9
	Total	34091	100	105.3	14

Tabla 86. Cálculo de tuberías – calefacción – Planta Altillo

		DISEÑO			
	Zona #	Q _{WK} (L/h)	∅ _{nominal} (mm)	∅ _{interior} (mm)	PÉRDIDA CARGA (mmca/mL)
	S1	7040	65	68.8	7
PLANTA PRIMERA	#1	4400	50	53.0	9
	#1 Tramo 1	3080	40	41.8	15
	#1 Tramo 2	1760	32	35.9	11
	#2	2640	40	41.8	11
	#2 Tramo 1	1320	32	35.9	7
	#18	7190	65	68.8	8
	#19	7190	65	68.8	8
	#21	4541	50	53	10
	#22	4541	50	53	10
	#23	2649	40	41.9	13
	#24	2649	40	41.9	13
	#25	6811	65	68.8	4
	#26	7190	65	68.8	8
	Total	55960	100	105.3	18

Tabla 87. Cálculo de tuberías – calefacción – Planta Primera

11. DISEÑO DE OTROS EQUIPOS

Para que la instalación anteriormente diseñada pueda funcionar de manera adecuada, es necesario el uso de equipos auxiliares para llevar el agua hasta los diferentes módulos y a las temperaturas deseadas para poder vencer las cargas en cuestión.

De este modo, existirá una máquina común para toda la planta que distribuirá a las diferentes zonas. A modo de ejemplo, en la Ilustración 33 se muestra cómo sería este caso para la enfriadora.

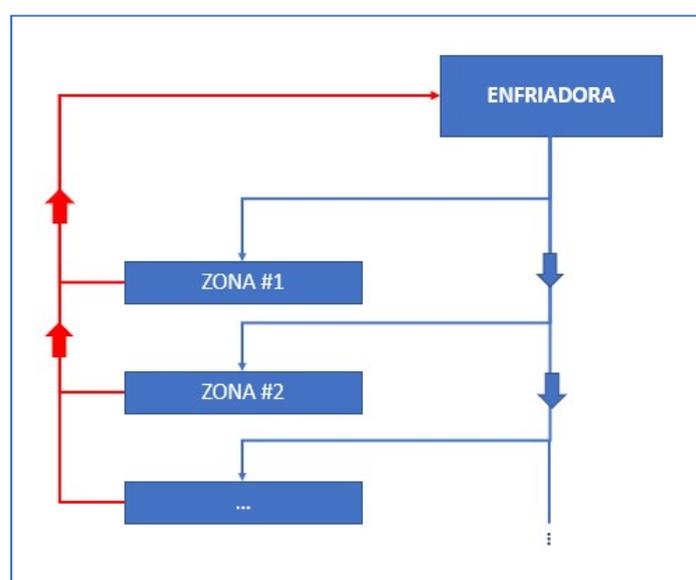


Ilustración 33. Esquema de la instalación por planta - Enfriadora

11.1. ENFRIADORA

Se calculó anteriormente el caudal y demanda frigorífica para cada una de las zonas a climatizar. De este modo, se puede conocer el caudal y demanda de cada una de las plantas, diseñando para la más crítica.

Se asumirá el cálculo para el momento de régimen permanente, en el cual la enfriadora tendrá que devolver al agua el salto térmico perdido durante su recorrido, y no en el momento de arranque en el cual toma el agua de la red.

La demanda para cada una de las plantas, que será utilizada para diseñar la enfriadora para cada una de las plantas, viene resumida en la Tabla 88.

Tabla 88. Cálculo para diseño de enfriadora

En esta se observa que la planta más crítica es la planta primera. De este modo, se dimensionará para este caso, y las demás se replicarán.

Tras realizar un estudio de los distintos equipos disponibles en el mercado, se opta por utilizar enfriadora de compresor de tornillo de alta eficiencia del fabricante Carrier.

El modelo elegido es 30XWH, en su tamaño 1762, el cual dispone de 1764 kW de capacidad frigorífica nominal.



Ilustración 34. Enfriadora de agua con compresor de tornillo - Carrier 30 XWH

Información acerca de las características y los distintos modelos viene recogida en el catálogo, el cual se encuentra recogida en el Anexo.

11.2. CALDERA

De manera análoga a como se ha realizado con el grupo frigorífico, se dimensiona la caldera.

Del mismo modo que se realizó para el grupo frigorífico, se dimensiona para el estado de régimen permanente, sobredimensionando para poder tener una cierta sobrecapacidad en el momento de arranque de la instalación.

La demanda para el cálculo de la caldera para se refleja en la Tabla 89.

	Zona #	Función	AREA (m ²)	Q _{wk} (W)
SÓTANO	#1	Baños y otros	504	51100
	#2	Usos múltiples	504	51100
	Total		1008	102200
PLANTA BAJA	#1	Baños y otros	504	51100
	#2	Usos múltiples	504	107310
	#3	Pasillo	650	35750
	#4	Pasillo	650	35750
	#5	EntrePlanta	286	4400
	#6	Salida Lateral	468	6600
	#7	Aseos y varios	1100	2200
	#8	Mostradores Facturación	1150	2200
	#9	Recogida Equipaje	1890	26400
	#10	Salidas Equipaje	441	11000
	Total		7643	282710
PLANTA ALTILLO	#1	Usos múltiples	504	40880
	#2	Usos múltiples	504	61320
	#10	Salidas Equipaje	441	2200
	#11	Oficinas Open Space	630	2200
	#12	Puestos de Control	882	2200
	#14	Zona Embarque (1)	440	8800
	#15	Zona Embarque (2)	400	6600
	#27	Zona Embarque (3)	360	6600
	#28	Zona Embarque (4)	400	6600
	#29	Zona Embarque (5)	360	8800
Total		4921	146200	
PLANTA PRIMERA	#1	Usos múltiples	504	153300
	#2	Usos múltiples	504	112420
	#18	Llegadas (1)	1000	41800
	#19	Llegadas (2)	1000	41800
	#21	Oficinas Open Space	945	26400
	#22	Salas VIP	945	26400
	#23	Varios	600	15400
	#24	Sala Espera	756	15400
	#25	Restauración	1386	39600
	#26	Restauración	1386	41800
Total		9026	514320	

Tabla 89. Cálculo de caldera – demanda

Se identifica el fabricante ADISA, que presenta distintos modelos de caldera de condensación.



Ilustración 35. Caldera ADISA

De acuerdo con la demanda calculada anteriormente, se selecciona el modelo ADI CD 950, el cual presenta una potencia útil de 904,1 kW. El catálogo con las distintas características del modelo se encuentra adjunto en el Anexo.

11.3. BOMBAS

Con el fin de impulsar agua hasta los terminales, se instalará una bomba asociada a cada una de las calderas y equipo de refrigeración. Adicionalmente, se instalará una bomba en paralelo por seguridad y facilitar las labores de mantenimiento.

Previamente a dimensionar la capacidad requerida para la bomba, se ha conocer la pérdida de carga que sufrirá el agua a lo largo de su recorrido, la cual viene explicada en mayor detalle en la siguiente sección.

11.3.1. PÉRDIDA DE CARGA

La pérdida de carga sufrida a lo largo del circuito será debida a diversos factores, como son el propio roce con la tubería o los codos existentes. Además de estos, existirán otros elementos que generen pérdida de carga. Los diferentes elementos, fuente de pérdida de carga, considerados para el estudio vienen resumidos en la Tabla 90.

Bomba	3 mca
Fancoil	1 mca
Viga fría	3 mca
Equipo frigorífico	7 mca
Caldera	2 mca

Tabla 90. Pérdidas de carga – equipos

La pérdida de carga se calcula a partir de la suma de los distintos elementos que introducen pérdida de carga a lo largo del circuito. Para dimensionar la bomba, se identificará el elemento más desfavorable, es decir, aquel que sufre la mayor pérdida de carga, dimensionando de acuerdo con este caso las bombas de las diferentes plantas. Por distancia hasta la caldera, caudal y número de unidades terminales instaladas, el caso más desfavorable es la unidad terminal más alejada en la zona #23.

11.3.1.1. Agua fría – grupo frigorífico

De este modo, se procede a calcular pérdida de carga, cuyo resultado y procedimiento se muestra en la Tabla 91.

	PÉRDIDA CARGA (mca)
<i>Tubería central</i>	0.48
<i>Tubería Área</i>	1.235
<i>Codos y derivaciones</i>	0.8575
<i>Bomba y equipamiento</i>	3
<i>Unidad terminal</i>	3
<i>Equipo frigorifico</i>	7
Total	15.57

Tabla 91. Pérdida de carga refrigeración

11.3.1.2. Agua caliente – caldera

Análogamente, se realiza el cálculo para el agua caliente, cuyo resultado se muestra en la Tabla 92.

	PÉRDIDA CARGA (mca)
<i>Tubería Central</i>	0.54
<i>Tubería Área</i>	0.845
<i>Codos y derivaciones</i>	0.6925
<i>Bomba y equipamiento</i>	3
<i>Unidad terminal</i>	3
<i>Caldera</i>	3
Total	11.08

Tabla 92. Pérdida de carga calefacción

11.3.2. DISEÑO DE BOMBAS

De acuerdo con lo explicado anteriormente, se dimensionará la bomba para el punto más desfavorable del circuito que ha de suministrar. De este modo, si es capaz de suministrar ese punto, será capaz de suministrar todo el circuito.

Además de las pérdidas de carga calculadas anteriormente, la bomba deberá de subir la distancia desde la planta sótano, donde se encuentran instaladas las calderas y grupo frigorífico, hasta la planta más alta. De este modo, los parámetros de diseño para las bombas se encuentran resumidas en la Tabla 93.

	Q (L/h)	mca
<i>Refrigeración</i>	65640	35.57
<i>Calefacción</i>	156692	31.08

Tabla 93. Parámetros de diseño – bomba

El proveedor elegido para diseñar las bombas es *SACI*. De entre los distintos modelos disponibles, se selecciona el modelo *KDN*, que es una bomba centrífuga a eje libre sobre bancada. Las características constructivas y otros detalles de interés se pueden encontrar en el catálogo adjunto en el Anexo.



Ilustración 36. Bomba SACI Serie KDN

11.3.2.1. Agua fría – grupo frigorífico

Al realizar la selección del modelo para el agua fría, tal y como se muestra en la Ilustración 37. El resultado es el modelo 40/200 de la serie de bombas *KDN*.

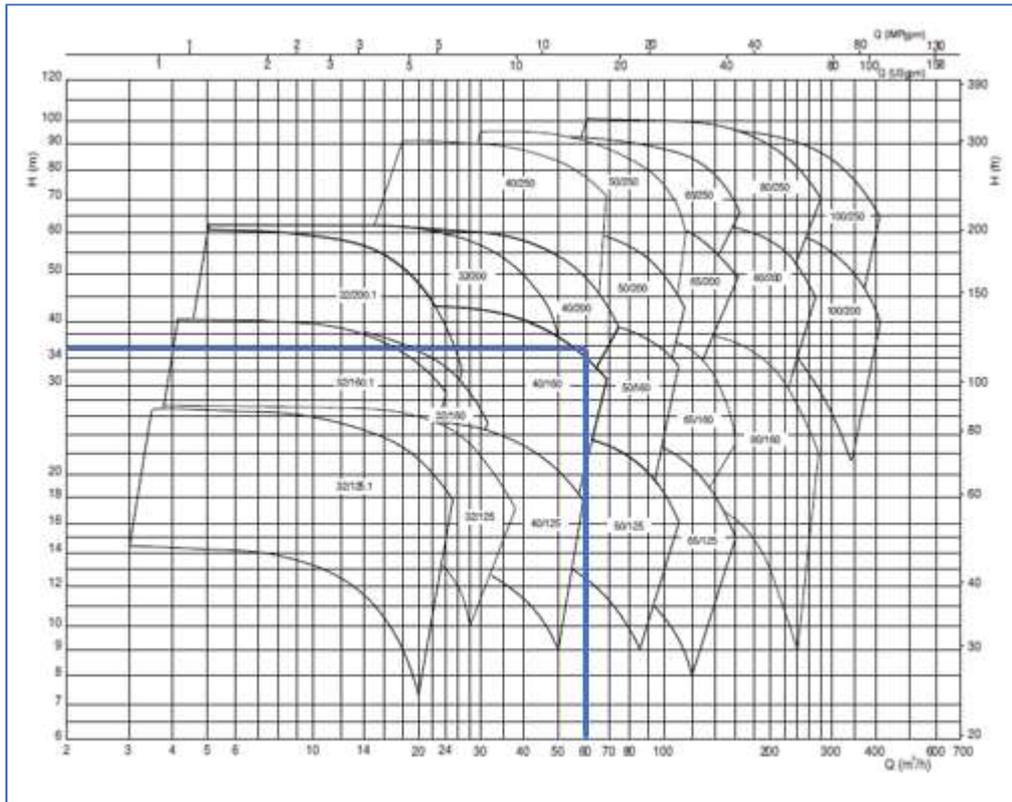


Ilustración 37. Selección de bomba – agua fría

11.3.2.2. Agua caliente – caldera

Análogamente, se realiza el cálculo para la bomba de agua caliente, tal y como se muestra en la Ilustración 38. El resultado es la bomba 80/160 de la serie KDN.

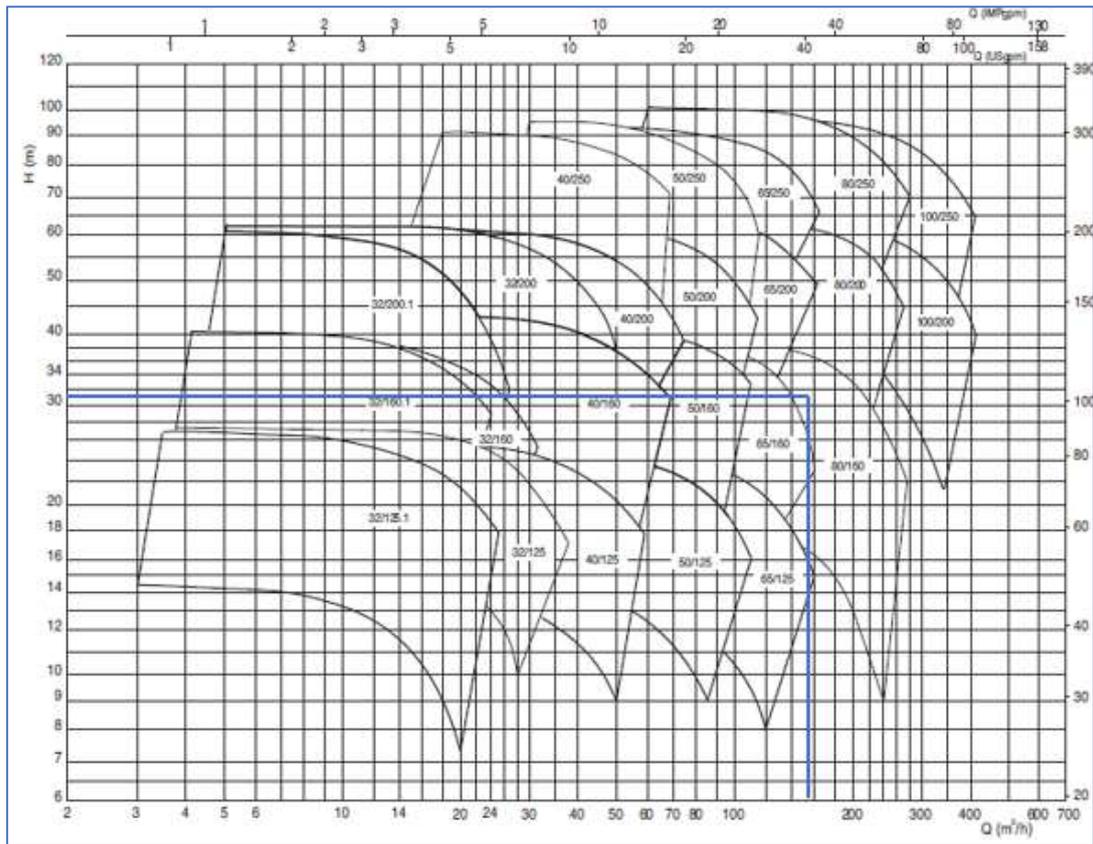


Ilustración 38. Selección de bomba – agua caliente

12. PRESUPUESTO

Uno de los elementos fundamentales para la viabilidad del proyecto es el coste de la esta. Por tanto, a continuación, se realizan los cálculos de todos los equipos y accesorios a instalar con el fin de conocer de la manera más exacta posible el coste de la instalación. Este cálculo sólo y únicamente reflejará el coste directo de los equipos, y no el coste de la instalación ni mantenimiento.

12.1. FANCOILS

	Zona #	# UNIDADES	Coste unitario (€)	Coste (€)
SÓTANO	#1	10	2100	21000
	#2	10	2100	21000
PLANTA BAJA	#1	4	2100	8400
	#2	8	2100	16800
PLANTA ALTILLO	#1	8	2100	16800
	#2	7	2100	14700
	#10	10	2100	21000
	#11	14	2100	29400
PLANTA PRIMERA	#1	27	2100	56700
	#2	18	2100	37800
	TOTAL	116	2100	243600

Tabla 94. Coste fancoils

12.2. VIGAS FRÍAS

	Zona #	# UNIDADES	Coste unitario (€)	Coste (€)
SÓTANO	#1		2800	0
	#2		2800	0
	Total	0	2800	0
PLANTA BAJA	#1		2800	0
	#2		2800	0
	#3	22	2800	61600
	#4	22	2800	61600
	#5	14	2800	39200
	#6	20	2800	56000
	#7	35	2800	98000
	#8	40	2800	112000
	#9	110	2800	308000
	#10	42	2800	117600
	Total	305	2800	854000
PLANTA ALTILLO	#1		2800	0
	#2		2800	0
	#10		2800	0
	#11		2800	0
	#12	32	2800	89600
	#14	28	2800	78400
	#15	20	2800	56000
	#27	20	2800	56000
	#28	20	2800	56000
	#29	20	2800	56000
	Total	140	2800	392000
PLANTA PRIMERA	#1		2800	0
	#2		2800	0
	#18	60	2800	168000
	#19	60	2800	168000
	#21	42	2800	117600
	#22	42	2800	117600
	#23	28	2800	78400
	#24	32	2800	89600
	#25	62	2800	173600
	#26	60	2800	168000
	Total	386	2800	1080800
TOTAL	831	2800	2326800	

Tabla 95. Coste vigas frías

12.3. SUELO RADIANTE

	Zona #	# UNIDADES	Coste unitario (€)	Coste (€)
SÓTANO	#1		2000	0
	#2		2000	0
	Total	0	2000	0
PLANTA BAJA	#1		2000	0
	#2		2000	0
	#3	16	2000	32000
	#4	20	2000	40000
	#5	6	2000	12000
	#6	7	2000	14000
			2000	
	#8	20	2000	40000
	#9	50	2000	100000
	#10	9	2000	18000
	Total	26	2000	52000
PLANTA ALTILLO	#1		2000	0
	#2		2000	0
	#10		2000	0
	#11		2000	0
	#12	17	2000	34000
	#14	6	2000	12000
	#15	5	2000	10000
	#27	5	2000	10000
	#28	5	2000	10000
	#29	6	2000	12000
	Total	20	2000	40000
PLANTA PRIMERA	#1		2000	0
	#2		2000	0
	#18	18	2000	36000
	#19	14	2000	28000
	#21	14	2000	28000
	#22	14	2000	28000
	#23	10	2000	20000
	#24	10	2000	20000
	#25	32	2000	64000
	#26	32	2000	64000
	Total	113	2000	226000
TOTAL	159	2000	318000	

Tabla 96. Coste suelo radiante

12.4. UTA

Zona #	# UNIDADES	Coste unitario (€)	Coste (€)
Planta Baja	1	17000	17000
Planta Altillo	1	17000	17000
Planta Primera	1	17000	17000
TOTAL	3	12156	36468

Tabla 97. Coste UTA

12.5. REJILLAS

	Zona #	# UNIDADES	Coste unitario (€)	Coste (€)
SÓTANO	#1	5	250	1250
	#2	5	250	1250
PLANTA BAJA	#1	4	250	1000
	#2	8	250	2000
PLANTA ALTILLO	#1	4	250	1000
	#2	7	250	1750
	#10	5	250	1250
	#11	7	250	1750
PLANTA PRIMERA	#1	9	250	2250
	#2	6	250	1500
	TOTAL	60	250	15000

Tabla 98. Coste rejillas

12.6. DIFUSORES

	Zona #	# UNIDADES	Coste unitario (€)	Coste (€)
SÓTANO	#1	5	400	2000
	#2	5	400	2000
PLANTA BAJA	#1	4	400	1600
	#2	8	400	3200
PLANTA ALTILLO	#1	4	400	1600
	#2	7	400	2800
	#10	5	400	2000
	#11	7	400	2800
PLANTA PRIMERA	#1	9	400	3600
	#2	6	400	2400
	TOTAL	60	380	22800

Tabla 99. Costes difusores

12.7. OTROS EQUIPOS

Zona #	# UNIDADES	Coste unitario (€)	Coste (€)
<i>Caldera</i>	1	150000	150000
<i>Grupo frigorífico</i>	1	300000	300000
<i>Bomba Frío</i>	6	6000	36000
<i>Bomba Calor</i>	6	5000	30000
<i>Tuberías</i>	calc.	calc.	50000
<i>Conductos</i>	calc.	calc.	400000
TOTAL			966000

Tabla 100. Coste de otros equipos

12.8. ANÁLISIS DE COSTES

El coste total de la instalación viene representado en la Tabla 101.

<i>Fancoils</i>	243600
<i>Vigas frías</i>	2326800
<i>Rejillas</i>	15000
<i>Difusores</i>	22800
<i>Suelo radiante</i>	318000
<i>UTA</i>	36468
<i>Caldera</i>	150000
<i>Grupo frigorífico</i>	300000
<i>Bomba</i>	57582
<i>Tuberías</i>	50000
<i>Conductos</i>	400000
Total	3920250
Area	22598
Precio/m2	173

Tabla 101. Coste total de la instalación

A partir de esta tabla se concluye que el coste total de la instalación de climatización es de aproximadamente 4 millones de euros, lo cual supone un coste por metro cuadrado de 173 euros.

13.1.2. CARGAS DE INVIERNO

CARGAS POR TRANSMISION INVIERNO											
Temp. Exterior		1,6 °C									
Temp. Interior		21 °C									
Temp. TERRENO		8 °C									
MODULO	ORIENT.	ancho (m)	alto (m)	Sup.bruta (m ²)	Descuento (m ²)	Sup.Neta (m ²)	K (Kcal/hm ² °C)	T ² int - T ² ext (°C)	fv	C.p.regimen	TOTAL (Kcal/h)
001											
CRISTAL	N			0,0		0,0	2,30	19,4	1,35	1,15	0
CRISTAL	NE			0,0		0,0	2,30	19,4	1,35	1,15	0
CRISTAL	E			0,0		0,0	2,30	19,4	1,25	1,10	0
CRISTAL	SE			0,0		0,0	2,30	19,4	1,15	1,10	0
CRISTAL	S			0,0		0,0	2,30	19,4	1,00	1,10	0
CRISTAL	SO			0,0		0,0	2,30	19,4	1,10	1,10	0
CRISTAL	O			0,0		0,0	2,30	19,4	1,20	1,15	0
CRISTAL	NO	22,0	3,00	66,0		66,0	2,30	19,4	1,25	1,15	5338
MURO EXT.	N			0,0	0,0	0,0	0,49	19,4	1,20	1,15	0
MURO EXT.	NE	10,0	3,00	30,0	0,0	30,0	0,49	19,4	1,20	1,15	394
MURO EXT.	E			0,0	0,0	0,0	0,49	19,4	1,15	1,10	0
MURO EXT.	SE	30,0	3,00	90,0	0,0	90,0	0,49	19,4	1,10	1,10	1035
MURO EXT.	S			0,0	0,0	0,0	0,49	19,4	1,00	1,10	0
MURO EXT.	SO			0,0	0,0	0,0	0,49	19,4	1,05	1,10	0
MURO EXT.	O			0,0	0,0	0,0	0,49	19,4	1,10	1,15	0
MURO EXT.	NO	22,0	3,00	66,0	66,0	0,0	0,49	19,4	1,15	1,15	0
CUBIERTA	H			0,0		0,0	0,31	19,4	1,00	1,15	0
SUELO				0,0		0,0	1,00	13,0	1,00	1,15	0
LNC				0,0		0,0		9,7	1,00	1,00	0
VOLUMEN	0										TOTAL 6766

Tabla 103. Modelo cálculo de cargas térmicas de invierno

13.2. CATÁLOGO VIGA FRÍA

Características

- Rango de aire primario de 5 a 70 l/s, de 18 a 250 m³/h
- Prefabricado para altura de local de entre 2,8 y 4,0 m
- Montaje anclado al techo
- Conexión lateral de entrada de aire primario
- Longitudes desde 800 hasta 3000 mm y anchuras 293, 300 y 312 mm, compatibles con todos los sistemas de techo del mercado
- Toboques en tres tamaños para una óptima inducción en función de la demanda
- Tobaques embutidos en chapa, no inflamable
- Baterías para sistemas de 2 ó 4 tubos con bandeja de condensado
- También disponible combinando impulsión y retorno de aire
- Presión de funcionamiento máxima: 6 bar
- Temperatura de funcionamiento máxima: 75 °C
- Otras presiones y temperaturas de funcionamiento bajo demanda

Características de construcción

- Boca de conexión de aire adecuada para conductos circulares según EN 1505 ó EN 13190
- 4 ó 6 elementos de sujeción para su instalación en obra
- Cable de seguridad para soportar la rejilla de aire inducido
- Conexión del agua lateral, Ø12 mm liso o roscas exterior Ø17, de junta plana

Materiales

- Carcasa, marco frontal, placa de toboques y rejilla de aire inducido (LRVLC) de chapa de acero galvanizada
- Marco y lamas de la rejilla de aire inducido (DL/DQ) de aluminio
- Batería de tubos de cobre y aletas de aluminio
- Superficies visibles pintadas al polvo en color blanco (RAL 9010), o en cualquier color RAL
- Baterías en color negro (RAL 9005) bajo demanda
- Placa de toboques pintada al polvo en color negro (RAL 9005)

Dimensiones

Detalle X
B = 293, B = 312

Vista B
Sistema a 2 tubos

Vista B
Sistema a 4 tubos

Detalle X
B = 300

Dimensiones en mm	
B	L
293	800 - 1500
300	1200 - 1800
312	1600 - 2100
312	1800 - 2400
312	2000 - 2700
312	2300 - 3000
312	2700 - 3000
312	2900 - 3000

Dimensiones en mm			
Longitud de conexión	L	H1	H2
800	1200	120	210
1200	1800	150	240
1600	2400	150	240
2000	2700	150	240
2300	3000	150	240
2700	3000	150	240
2900	3000	150	240

L = Longitud total (Frontal del sistema)
 L_c = Longitud conexión
 B = Ancho, marco frontal

Ilustración 39. Descripción – Catálogo Viga Fría

Características

- Carcasa integrada para la extracción del aire de retorno a través del techo
- Rango de caudales de aire desde 5 a 50 Pa, de 18 a 180 m³/h
- Cuello para aire de retorno en el mismo lado, u opuesto al del cuello de aire primario

Materiales

- Carcasa con cuello para aire de retorno de chapa de acero galvanizado

Dimensiones en mm	
B	300
B	300
B	312

Dimensiones en mm					
L _{ca}	Tamaño disponible L	Ø D	H	HD	
300 Ø	1080 - 1500	120	210	140	
300 Ø	1380 - 1800				
300 Ø	1680 - 2100				
300 Ø	1980 - 2400				
312 Ø	2280 - 2700	150	241	155	
312 Ø	2580 - 3000				
312 Ø	2880 - 3300				

L = Longitud total (Frontal del difusor)
 L_{ca} = Longitud con led
 B = Ancho de mano frontal

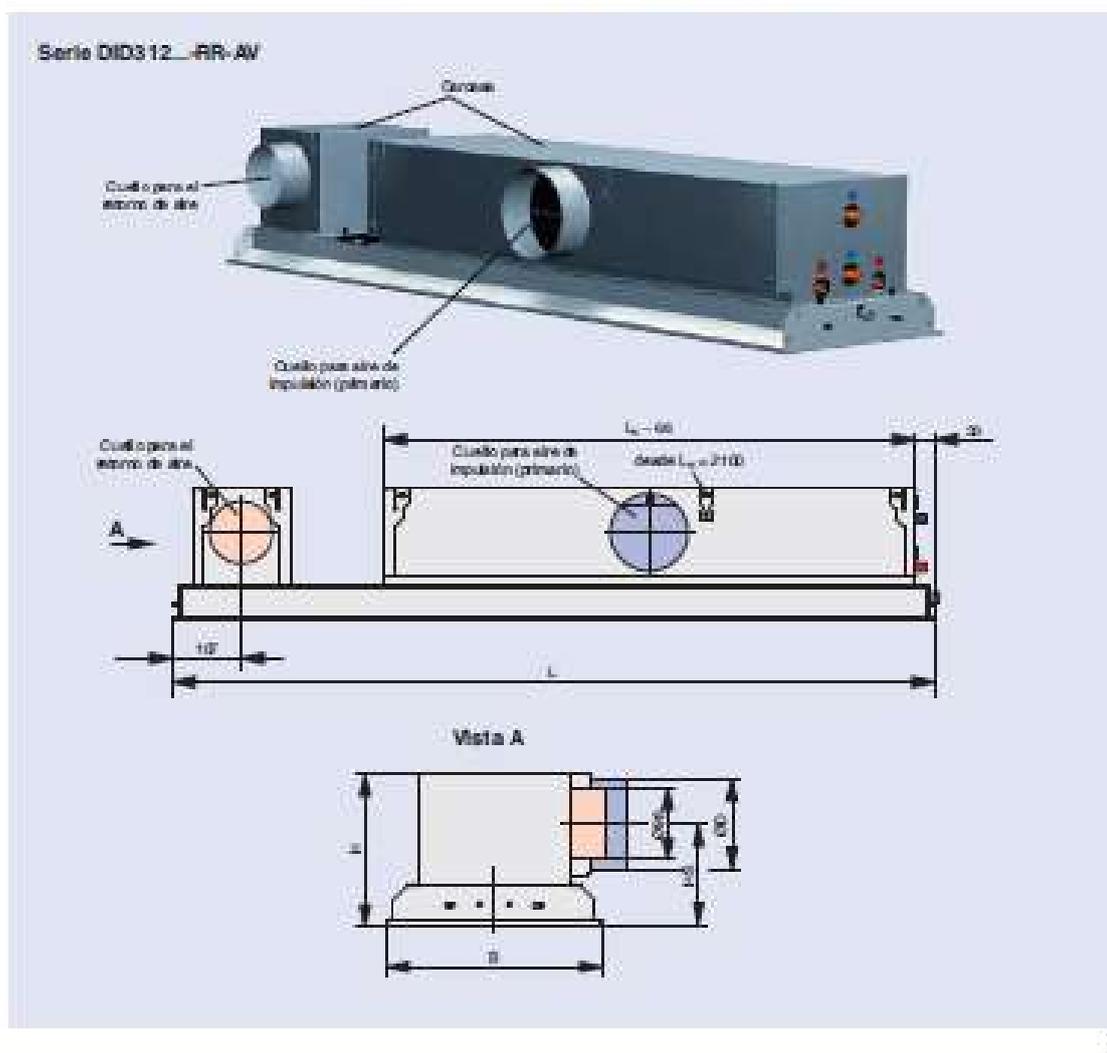


Ilustración 40. Retorno e impulsión de aire – Catálogo Viga Fría

L _a	Tipo de sistema	Aire primario			Refrigeración				Calentamiento			Ruido generado L _{wa} dB(A)
		V _{pa}		Ap ₁	Q _{ca}	Baterías a 2 y 4 tubos		Ap ₂	Baterías a 2 tubos		R _{ca}	
		Pa	m ³ /h	Pa		Q _{ca} (agua)	W		Q _{ca} (agua)	W		
600	E	5	18	55	257	237	1,2	1,6	327	4,7	0,3	23
		7	25	109	342	258	1,3		372	5,3		31
		10	36	220	431	311	1,8		418	6,0		41
	M	7	25	44	299	205	1,2		309	4,4		21
		11	40	109	413	281	1,6		361	5,2		33
		16	59	231	534	341	2,0		437	6,0		43
	G	13	47	45	358	241	1,4		334	4,6		23
		21	76	116	533	318	1,8		388	5,7		36
		25	90	162	644	342	2,0		418	6,0		43
1200	E	6	32	47	322	250	1,4	1,8	416	6,0	0,3	21
		10	36	129	475	354	2,0		504	7,2		35
		15	54	290	613	453	2,5		571	8,2		45
	M	9	32	43	333	250	1,3		367	5,7		22
		15	54	120	526	375	2,1		492	6,9		35
		21	76	212	639	445	2,6		590	7,7		44
	G	16	59	62	404	301	1,7		429	6,2		23
		23	83	86	624	377	2,2		491	7,0		33
		30	109	146	732	430	2,5		525	7,7		40
1800	E	8	39	48	421	324	1,9	2,1	529	7,5	0,4	23
		11	40	81	537	405	2,3		583	8,5		31
		16	59	193	697	484	2,8		669	9,6		41
	M	11	40	39	446	313	1,4		445	7,0		21
		18	65	103	696	449	2,6		595	8,4		34
		26	94	210	857	543	3,1		655	9,4		43
	G	21	76	45	636	393	2,2		639	7,7		23
		29	104	85	814	465	2,7		685	8,7		34
		36	137	149	989	530	3,0		729	9,4		41
2400	E	9	32	62	472	363	2,1	2,3	633	8,6	0,5	21
		16	59	131	724	521	3,0		740	10,6		36
		19	69	185	807	577	3,3		779	11,2		41
	M	14	50	43	507	369	2,2		587	8,4		23
		23	83	117	824	547	3,1		701	10,0		36
		35	125	270	1090	659	3,8		791	11,3		47
	G	25	94	52	774	460	2,6		649	8,2		27
		34	122	88	926	540	3,1		705	10,1		34
		41	149	139	1097	629	3,4		747	10,7		39
3000	E	11	40	44	503	451	1,9	2,5	747	7,1	1,1	23
		17	61	104	614	539	2,4		893	8,4		36
		21	76	155	825	692	2,7		947	9,0		42
	M	16	59	39	648	455	1,8		708	8,7		23
		26	94	102	903	549	2,5		849	9,1		37
		36	130	195	1205	770	3,0		939	9,6		46
	G	31	112	45	825	582	2,2		794	7,5		29
		42	151	83	1090	673	2,6		879	8,4		37
		50	209	159	1405	796	3,1		971	9,5		45
3600	E	12	43	41	624	499	1,9	2,6	825	7,9	1,3	23
		18	65	93	873	626	2,6		954	9,2		35
		23	83	152	1029	751	2,9		1043	10,0		42
	M	19	69	44	761	532	2,1		809	7,7		27
		28	101	95	1043	705	2,8		925	8,9		37
		36	130	152	1245	811	3,2		1013	9,7		43
	G	35	126	48	1050	828	2,5		894	8,4		30
		48	173	90	1339	797	3,0		987	9,4		39
		60	216	140	1599	844	3,3		1059	10,1		44
4200	E	13	47	39	693	526	2,1	2,7	907	8,7	1,4	24
		20	72	82	954	722	2,8		1070	10,2		35
		25	90	143	1119	816	3,2		1147	11,0		41
	M	20	72	39	799	556	2,2		875	8,4		26
		29	104	82	1082	742	2,9		1009	9,6		35
		39	140	149	1350	879	3,4		1119	10,8		43
	G	38	137	47	1136	690	2,7		979	9,3		30
		52	187	88	1449	822	3,2		1095	10,4		38
		63	227	129	1694	904	3,5		1149	11,0		43
4800	E	15	54	42	779	597	2,3	2,8	1007	9,6	1,5	26
		21	76	83	1018	764	3,0		1137	10,9		34
		27	97	139	1207	891	3,4		1203	11,6		41
	M	20	72	32	791	520	2,2		914	8,7		24
		32	115	62	1126	699	2,8		1097	10,5		36
		41	149	125	1429	824	3,6		1199	11,4		42
	G	45	152	55	1320	777	3,0		1091	10,3		33
		59	209	94	1636	901	3,5		1179	11,3		39
		70	252	139	1931	997	3,9		1249	11,9		44

Ilustración 41. Selección - Catálogo Viga Fría

13.3. DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO VIGA FRÍA

13.3.1. PLANTA SOTANO + BAJA

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nº unidades terminales</i>		22	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	38671	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	250	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	1540	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		38671	W
	<i>Capacidad total</i>		40282	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	<i>#</i>	22	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	20	m²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	650	m³
	<i>% Area</i>	<i>%</i>	3	%

Tabla 104. Cálculo de Viga Fría - #3

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nª unidades terminales</i>		22	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	38671	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	250	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	1540	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		38671	W
	<i>Capacidad total</i>		40282	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	<i>#</i>	22	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	20	m²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	650	m³
	<i>% Area</i>	<i>%</i>	3	%

Tabla 105. Cálculo de Viga Fría - #4

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nª unidades terminales</i>		14	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	22063	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	62.5	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	980	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	1	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		22063	W
	<i>Capacidad total</i>		25634	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	<i>#</i>	14	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	13	m²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	286	m³
	<i>% Area</i>	<i>%</i>	4	%

Tabla 106. Cálculo de Viga Fría - #5

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nª unidades terminales</i>		20	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	35103	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	125	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	1400	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		35103	W
	<i>Capacidad total</i>		36620	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	20	#
	<i>Area/terminal</i>	m ²	0.9	m ²
	<i>Area total climatizadores</i>	m ²	18	m ²
	<i>Area recinto</i>	m ²	468	m ³
	<i>% Area</i>	%	4	%

Tabla 107. Cálculo de Viga Fría - #6

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nª unidades terminales</i>		35	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	58423	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	187.5	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2450	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	3	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		58423	W
	<i>Capacidad total</i>		64085	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	35	#
	<i>Area/terminal</i>	m ²	0.9	m ²
	<i>Area total climatizadores</i>	m ²	32	m ²
	<i>Area recinto</i>	m ²	1100	m ³
	<i>% Area</i>	%	3	%

Tabla 108. Cálculo de Viga Fría - #7

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nª unidades terminales</i>		40	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	68753	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	500	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2800	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	3	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		68753	W
	<i>Capacidad total</i>		73240	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	40	#
	<i>Area/terminal</i>	m ²	0.9	m ²
	<i>Area total climatizadores</i>	m ²	36	m ²
	<i>Area recinto</i>	m ²	1150	m ³
	<i>% Area</i>	%	3	%

Tabla 109. Cálculo de Viga Fría - #8

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nª unidades terminales</i>		110	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	186858	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	1000	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	7700	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	9	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		186858	W
	<i>Capacidad total</i>		201410	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	110	#
	<i>Area/terminal</i>	m ²	0.9	m ²
	<i>Area total climatizadores</i>	m ²	99	m ²
	<i>Area recinto</i>	m ²	1890	m ³
	<i>% Area</i>	%	5	%

Tabla 110. Cálculo de Viga Fría - #9

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nº unidades terminales</i>		42	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	74963	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	125	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2940	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	4	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		74963	W
	<i>Capacidad total</i>		76902	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	42	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	38	m²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	441	m³
	<i>% Area</i>	%	9	%

Tabla 111. Cálculo de Viga Fría - #10

13.3.2. PLANTA ALTILLO

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nº unidades terminales</i>		24	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	42019	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	375	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	1680	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		42019	W
	<i>Capacidad total</i>		43944	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	<i>#</i>	24	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	22	m²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	630	m³
	<i>% Area</i>	<i>%</i>	3	%

Tabla 112. Cálculo de Viga Fría - #11

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	C_p	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	T_z	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	HR_z	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	W_i	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	T_i	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nº unidades terminales</i>		32	#
	<i>Qs</i>	Q_s	57801	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	Q_r	375	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	M_i	2240	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	M_i	3	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	T_i	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		57801	W
	<i>Capacidad total</i>		58592	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	C_p	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	Q_{wk}	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	Q	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	32	#
	<i>Area/terminal</i>	m^2	0.9	m^2
	<i>Area total climatizadores</i>	m^2	29	m^2
	<i>Area recinto</i>	m^2	882	m^3
	<i>% Area</i>	%	3	%

Tabla 113. Cálculo de Viga Fría - #12

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	C_p	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	T_z	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	HR_z	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	W_i	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	T_i	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nº unidades terminales</i>		28	#
	<i>Qs</i>	Q_s	49985	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	Q_r	750	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	M_i	1960	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	M_i	2	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	T_i	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		49985	W
	<i>Capacidad total</i>		51268	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	C_p	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	Q_{wk}	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	Q	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	28	#
	<i>Area/terminal</i>	m^2	0.9	m^2
	<i>Area total climatizadores</i>	m^2	25	m^2
	<i>Area recinto</i>	m^2	440	m^3
	<i>% Area</i>	%	6	%

Tabla 114. Cálculo de Viga Fría - #14

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	C_p	1.024	$\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$
	<i>Temperatura zona</i>	T_z	24	$^\circ\text{C}$
	<i>Humedad relativa zona</i>	HR_z	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	W_i	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	T_i	16	$^\circ\text{C}$
UNIDAD TERMINAL	<i>Nª unidades terminales</i>		20	#
	<i>Qs</i>	Q_s	35991	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	Q_r	750	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	M_i	1400	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	M_i	2	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	T_i	16	$^\circ\text{C}$
	<i>Qs a vencer total</i>		35991	W
	<i>Capacidad total</i>		36620	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	$^\circ\text{C}$
	<i>Calor específico agua</i>	C_p	4186	$\text{J/g}^\circ\text{C}$
	<i>Potencia térmica agua</i>	Q_{wk}	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	Q	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	20	#
	<i>Area/terminal</i>	m^2	0.9	m^2
	<i>Area total climatizadores</i>	m^2	18	m^2
	<i>Area recinto</i>	m^2	400	m^3
	<i>% Area</i>	%	5	%

Tabla 115. Cálculo de Viga Fría - #15

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	C_p	1.024	$\text{kJ/kg}^\circ\text{C}$
	<i>Temperatura zona</i>	T_z	24	$^\circ\text{C}$
	<i>Humedad relativa zona</i>	HR_z	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	W_i	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	T_i	16	$^\circ\text{C}$
UNIDAD TERMINAL	<i>Nª unidades terminales</i>		20	#
	<i>Qs</i>	Q_s	32893	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	Q_r	750	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	M_i	1400	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	M_i	2	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	T_i	16	$^\circ\text{C}$
	<i>Qs a vencer total</i>		32893	W
	<i>Capacidad total</i>		36620	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	$^\circ\text{C}$
	<i>Calor específico agua</i>	C_p	4186	$\text{J/g}^\circ\text{C}$
	<i>Potencia térmica agua</i>	Q_{wk}	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	Q	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	20	#
	<i>Area/terminal</i>	m^2	0.9	m^2
	<i>Area total climatizadores</i>	m^2	18	m^2
	<i>Area recinto</i>	m^2	360	m^3
	<i>% Area</i>	%	5	%

Tabla 116. Cálculo de Viga Fría - #27

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nº unidades terminales</i>		20	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	35991	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	750	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	1400	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		35991	W
	<i>Capacidad total</i>		36620	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	20	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	18	m²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	400	m³
	<i>% Area</i>	%	5	%

Tabla 117. Cálculo de Viga Fría - #28

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nº unidades terminales</i>		20	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	35991	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	750	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	1400	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		35991	W
	<i>Capacidad total</i>		36620	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	20	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	18	m²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	360	m³
	<i>% Area</i>	%	5	%

Tabla 118. Cálculo de Viga Fría - #29

13.3.3. PLANTA PRIMERA

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nº unidades terminales</i>		60	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	96645	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>		625	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>		4200	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>		5	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>		16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		96645	W
	<i>Capacidad total</i>		109860	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	<i>Δt_w</i>	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	<i>#</i>	60	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	54	m²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	1000	m³
	<i>% Area</i>	<i>%</i>	5	%

Tabla 119. Cálculo de Viga Fría - #18

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nª unidades terminales</i>		60	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	93837	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	625	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	4200	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	5	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		93837	W
	<i>Capacidad total</i>		109860	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	60	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	54	m²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	1000	m³
	<i>% Area</i>	%	5	%

Tabla 120. Cálculo de Viga Fría - #19

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nª unidades terminales</i>		42	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	76115	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	250	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2940	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	4	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		76115	W
	<i>Capacidad total</i>		76902	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	42	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	38	m²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	945	m³
	<i>% Area</i>	%	4	%

Tabla 121. Cálculo de Viga Fría - #21

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nº unidades terminales</i>		42	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	70592	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	250	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2940	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	4	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		70592	W
	<i>Capacidad total</i>		76902	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	42	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m ²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	38	m ²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	945	m ³
	<i>% Area</i>	<i>%</i>	4	%

Tabla 122. Cálculo de Viga Fría - #22

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nº unidades terminales</i>		28	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	48571	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	125	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	1960	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		48571	W
	<i>Capacidad total</i>		51268	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	28	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m ²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	25	m ²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	600	m ³
	<i>% Area</i>	<i>%</i>	4	%

Tabla 123. Cálculo de Viga Fría - #23

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nª unidades terminales</i>		32	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	56081	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	125	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2240	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	3	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		56081	W
	<i>Capacidad total</i>		58592	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	32	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m ²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	29	m ²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	756	m ³
	<i>% Area</i>	%	4	%

Tabla 124. Cálculo de Viga Fría - #24

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nª unidades terminales</i>		62	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	111606	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	625	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	4340	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	5	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		111606	W
	<i>Capacidad total</i>		113522	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	#	62	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m ²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	56	m ²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	1386	m ³
	<i>% Area</i>	%	4	%

Tabla 125. Cálculo de Viga Fría - #25

DATOS DE PARTIDA	<i>Cp aire</i>	<i>Cp</i>	1.024	kJ/kg°C
	<i>Temperatura zona</i>	<i>Tz</i>	24	°C
	<i>Humedad relativa zona</i>	<i>HRz</i>	50	%
	<i>Humedad absoluta</i>	<i>Wi</i>	0.00925	kg/kg aire
	<i>Temperatura impulsión</i>	<i>Ti</i>	16	°C
UNIDAD TERMINAL	<i>Nº unidades terminales</i>		60	#
	<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	107255	W
	<i>Aire de Renovacion minimo</i>	<i>Qr</i>	500	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	4200	l/s
	<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	5	kg/s
	<i>Condiciones aire primario</i>	<i>Ti</i>	16	°C
	<i>Qs a vencer total</i>		107255	W
	<i>Capacidad total</i>		109860	W
AGUA	<i>Salto térmico agua</i>	Δt_w	3	°C
	<i>Calor específico agua</i>	<i>Cp</i>	4186	J/g°C
	<i>Potencia térmica agua</i>	<i>Q_{wk}</i>	987	W
	<i>Caudal de agua por terminal</i>	<i>Q</i>	0.079	g/s
GEOMETRIA	<i>Numero de unidades</i>	<i>#</i>	60	#
	<i>Area/terminal</i>	<i>m²</i>	0.9	m²
	<i>Area total climatizadores</i>	<i>m²</i>	54	m²
	<i>Area recinto</i>	<i>m²</i>	1386	m³
	<i>% Area</i>	<i>%</i>	4	%

Tabla 126. Cálculo de Viga Fría - #26

13.4. CATÁLOGO UTA

Serie BK
Unidades de Tratamiento de Aire



Dimensiones Generales

UTA SERIE BK	Caudal m ³ /h (*)	Dimensiones Exteriores (mm)		Perfil (mm)	Batería (mm)		Base (mm)	
		Alto	Ancho		Paso aire (A x B)		Área (m ²)	Tipo
BK 01	1.890	640	810	50	420	490	0,2058	Pies 100
BK 02	2.376	700	870	50	480	550	0,264	Pies 100
BK 03	2.808	820	870	50	600	550	0,33	Pies 100
BK 04	3.618	820	990	50	600	670	0,402	Pies 100
BK 05	4.334	880	1060	50	660	730	0,4818	Sancada 100
BK 06	5.405	880	1230	50	660	910	0,6006	Sancada 100
BK 07	6.669	1000	1365	50	780	990	0,7722	Sancada 100
BK 08	8.424	1000	1550	50	780	1200	0,936	Sancada 100
BK 10	10.530	1120	1650	50	900	1300	1,17	Sancada 100
BK 12	12.852	1240	1750	50	920	1400	1,428	Sancada 100
BK 15	16.200	1420	1850	50	1200	1500	1,8	Sancada 100
BK 19	19.845	1480	2110	50	1260	1760	2,2176	Sancada 100
BK 24	24.300	1720	2170	50	1500	1820	2,73	Sancada 100
BK 30	30.618	1860	2450	50	1620	2100	3,402	Sancada 100
BK 36	37.584	1990	2790	50	1740	2400	4,176	Sancada 120
BK 46	46.980	1990	3390	50	1740	3000	5,22	Sancada 120
BK 58	58.806	2230	3690	50	1980	3300	6,534	Sancada 120
BK 72	73.710	2350	4290	50	2100	3900	8,19	Sancada 120

Ilustración 42. Selección – Catálogo UTA

Serie BK Unidades de Tratamiento de Aire

Características Constructivas

Estructura

Estructura construida en perfiles de aluminio natural extruido. Bajo pedido se realizan tratamientos de anodización, cromatados o lacados. En el perfil se adapta una junta para garantizar la estanqueidad en la unión con los paneles.

La unión entre perfiles se realiza mediante juntas de mylon de ángulo especiales, medidas a presión. También se dispone de juntas de unión de Aluminio...



Envolvente

Los paneles estándar son de tipo sandwich de 45 mm de espesor, con panel exterior pintado al horno, con el RAL definido por el cliente, e interior en acero galvanizado. El aislamiento termo-acústico es de lana de roca de alta densidad, con clasificación de resistencia al fuego M0.

Bajo pedido se fabrican distintas opciones recogidas en la siguiente tabla anexa.

PANEL INTERIOR	PANEL EXTERIOR
Acero pintado al horno	Acero pintado al horno
Acero inoxidable	Acero inoxidable
Aluminio	Aluminio
Acero inoxidable	Acero inoxidable
Acero inoxidable AISI 316	Acero inoxidable AISI 316

Soportes

Existen 3 tipos de soporte de apoyo estándar:

- Pies. Fabricados en acero galvanizado hasta el modelo BK-04.
- Bancada perimetral. Fabricada en perfil de acero galvanizado con taladros para su sustentación y estibaje en sus esquinas, hasta el modelo BK-30.
- Bancada en perfil UPN-120 para el resto de modelos.

Bajo pedido se realiza cualquier soporte-bancada requerida por el cliente.



Ilustración 43. Características constructivas – Catálogo UTA

Serie BK Unidades de Tratamiento de Aire



Puertas de inspección



Las puertas de inspección se construyen con los mismos materiales previstos para la realización de los paneles. Están provistas de bisagras, burlete para estanqueidad, mirillas de inspección y cierres de presión progresiva.

Se dispondrán en todas aquellas secciones en las que sea necesario acceder para registro, limpieza, o simplemente sea requerido por el cliente.

Bandejas y Compuertas



Fabricadas en acero inoxidable AISI304 y con caída para recogida de condensados como estándar. El tubo de salida se proporciona a $\frac{1}{2}$ " con 20mm de rosca en el exterior para conectar al sistema de vaciado.

Exteriormente incorporan aislante térmico.

Las compuertas de regulación están enteramente fabricadas en aluminio extruido con lamina móviles de perfil aerodinámico y junta estanca.

La transmisión del movimiento se produce mediante engranajes con eje preparado para actuadores, o bien mediante manetas accionables manualmente. Estas manetas pueden proporcionarse en acero o Aluminio.

Opcionales

Para todos los equipos existe una amplia gama de opcionales que pueden ser integrados. Un listado de los más habituales:

- Para montaje en intemperie:
 - Tejadillos
 - Viseras pico-flauta
 - Bridas de acoplamiento para conductos
 - Pasillo para mantenimiento exterior
- Chapa perforada en secciones de ventilación
- Suelo de tramea o chapa lagrimada
- Interruptores de corte
- Puntos de luz
- Tomas de presión en oídos de ventilador
- Variadores de frecuencia integrados y cableados
- Cuadros eléctricos
- Transductores
- Preostatos diferenciales
- Control integral (véase apartado 7 de este catálogo)

Ilustración 44.. Características constructivas II – Catálogo UTA

13.5. CATÁLOGO FANCOIL

Fan Coil Aquaris Silent													
Prestaciones nominales instalación a 4 tubos Modelo SP													
		n	Tamaño										
			10	11	20	21	30	31	40	41	50	51	
V (m ³ /h) (l)	1-máx.	380	520	730	810	1010	1110	1395	1560	1825	1770		
	3-med.	265	360	480	555	840	955	1020	1245	1125	1325		
	5-mín.	160	230	300	345	485	565	670	825	770	1005		
V (l/s) (l)	1-máx.	106	144	203	229	281	308	388	433	481	492		
	3-med.	74	106	133	154	233	265	283	346	313	368		
	5-mín.	44	65	83	96	135	157	185	237	214	279		
Q_{ges} (kW) (Q)	1-máx.	2,09	2,61	3,64	3,9	5,3	5,88	6,33	6,8	7,67	8,11		
	3-med.	1,39	2,09	2,89	2,99	4,64	5,09	5,12	5,87	5,94	6,87		
	5-mín.	1,05	1,45	1,87	2,09	3,05	3,44	3,77	4,78	4,49	5,48		
Q_e (kW) (Q)	1-máx.	1,61	2,06	2,86	3,09	4,08	4,38	5,13	5,56	6,11	6,51		
	3-med.	1,2	1,61	2,07	2,32	3,34	3,91	4,06	4,71	4,82	5,24		
	5-mín.	0,78	1,09	1,4	1,58	2,27	2,57	2,91	3,76	3,42	4,23		
Q (kW) (Q)	1-máx.	2,12	2,58	3,69	3,86	5,11	5,31	6,36	6,79	7,58	7,98		
	3-med.	1,67	2,12	2,82	3,1	4,55	4,94	5,35	5,94	6,15	6,82		
	5-mín.	1,18	1,54	2,05	2,26	3,15	3,5	4,06	5,02	4,78	5,71		
V_{ges} (l/h) (Q)	1-máx.	360	450	626	672	913	976	1090	1171	1320	1397		
	3-med.	274	360	494	516	800	878	882	1011	1024	1149		
	5-mín.	182	248	322	360	525	593	650	823	773	943		
V_{ges} (l/h) (Q)	1-máx.	182	223	318	332	440	458	548	585	653	687		
	3-med.	143	182	243	267	392	425	461	511	530	588		
	5-mín.	102	132	177	194	272	301	350	433	412	492		
Pa_{tot} (kPa) (Q)	1-máx.	17,79	26,37	19,29	21,85	49,74	55,57	10,58	12,01	17,37	19,18		
	3-med.	11,01	17,79	11,36	13,71	39,39	46,38	7,29	9,27	11,10	13,60		
	5-mín.	5,37	9,32	5,99	7,28	18,79	23,23	4,26	6,46	8,77	9,61		
Pa_{est} (kPa) (Q)	1-máx.	7,39	10,50	14,92	16,97	3,45	9,05	13,40	15,04	21,43	23,43		
	3-med.	4,84	7,39	15,49	18,35	6,88	7,95	9,89	11,88	14,82	17,80		
	5-mín.	2,64	4,20	8,87	10,48	3,61	4,33	6,08	8,86	9,51	13,01		
T_{acc} (°C) (Q)	1-máx.	14,2	15,1	15,1	15,4	14,7	15,0	15,8	16,2	15,6	15,8		
	3-med.	13,7	14,2	13,9	14,3	14,2	14,6	14,9	15,5	14,5	15,0		
	5-mín.	12,1	13,0	12,8	13,1	12,8	13,2	13,8	14,7	13,5	14,2		
T_{int} (°C) (Q)	1-máx.	36,5	34,7	35,0	34,1	35,0	34,2	33,5	32,9	33,8	33,4		
	3-med.	38,6	36,5	37,4	36,6	36,1	35,3	35,6	34,2	36,2	35,3		
	5-mín.	41,9	39,4	40,3	39,4	39,3	38,4	38,0	36,1	38,4	36,9		
rF_{acc} (%)	1-máx.	88,1	85,3	85,3	84,4	85,8	84,9	83,6	82,5	83,9	83,1		
	3-med.	91,0	88,1	89,1	87,8	87,4	86,3	86,5	84,6	87,3	85,8		
	5-mín.	94,4	91,9	92,6	91,6	91,8	93,7	90,0	87,3	90,5	88,3		
rF_{int} (%)	1-máx.	19,1	21,1	20,8	21,8	20,8	21,7	22,6	23,3	22,2	22,8		
	3-med.	17,0	19,1	18,2	19,1	19,6	20,4	20,1	21,8	19,4	20,5		
	5-mín.	14,3	16,4	15,6	16,4	16,5	17,3	17,7	19,3	17,2	18,8		
Et (230V/50 Hz)	W (W)	1-máx.	58,8	79,8	85,6	83,9	127,5	140,4	185,9	186,6	215,9	228,9	
		3-med.	40,0	51,1	55,0	61,1	105,5	114,1	138,5	139,7	150,4	155,0	
		5-mín.	22,1	28,2	30,7	33,1	56,1	58,8	101,7	104,1	117,4	120,5	
	I (A)	1-máx.	0,26	0,35	0,37	0,36	0,55	0,61	0,81	0,81	0,94	1,00	
		3-med.	0,17	0,22	0,24	0,27	0,46	0,50	0,60	0,61	0,65	0,67	
		5-mín.	0,10	0,12	0,13	0,14	0,24	0,26	0,44	0,45	0,51	0,52	

Ilustración 45. Selección – Catálogo Fan Coil

Descripción General

Las unidades de tratamiento de aire Aquaris Silent han sido diseñadas para cubrir la demanda de climatización en instalaciones con zonas individualizadas (oficinas, locales comerciales, hoteles, etc.).

Una instalación de fan coil se caracteriza por su gran ahorro de energía al ser una climatización personalizada y por su bajo coste, tanto de instalación como de mantenimiento.

Con la idea de adaptarse lo máximo posible a las necesidades arquitectónicas del local a climatizar, la línea de fan coils Aquaris Silent se fabrica en varias ejecuciones, desde equipos para instalaciones empotradas en falsos techos y suelos (ejecución horizontal), hasta equipos instalados a la vista con mueble decorativo (ejecución vertical y horizontal).

Características:

- Rango de caudales: 160 a 1850 m³/h
- Potencias frigoríficas: 1 a 8,3 kW
- Potencias caloríficas: 1,25 a 11 kW
- Presión estática disponible: hasta 70 Pa

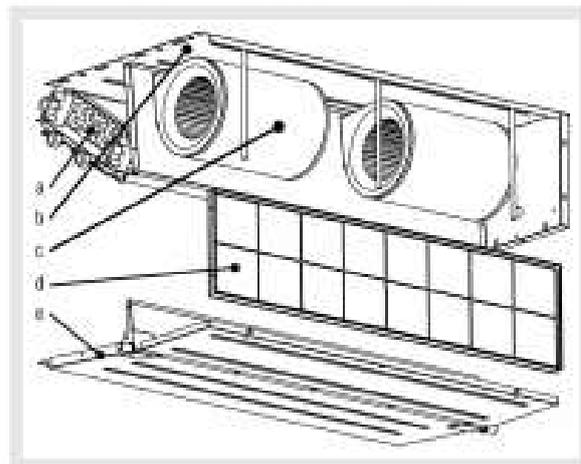
Ventajas

- Sistema de control por zonas
- Altos rendimientos
- Estanqueidad
- Bajo nivel acústico
- Ahorro energético
- Equipo sólido y compacto
- Facilidad de montaje y mantenimiento
- Buena estética (unidad con mueble decorativo)

Descripción de los equipos

Unidad básica

La unidad básica consta de un grupo motoventilador una o dos baterías de intercambio térmico, un filtro y una bandeja de condensados. Todo el conjunto se encuentra alojado en una carcasa de chapa galvanizada aislada térmica y acústicamente.



- a Batería(s) de intercambio térmico
- b Carcasa
- c Grupo motoventilador
- d Filtro
- e Bandeja de condensados

Carcasa

La carcasa del equipo está formada por perfiles y paneles de chapa de acero galvanizado y aislante de 3 mm de espesor.

Baterías de intercambio térmico

La sección de intercambio térmico puede estar formada por una única batería de 3 filas para refrigeración o calefacción (instalación a 2 tubos), o por dos baterías 3+1 filas (instalación a 4 tubos).

Las baterías, diseñadas para trabajar con o sin anticongelantes, están compuestas por tubos de cobre, aletas de aluminio, sistema manual de purga – drenaje y marco de acero galvanizado.

La longitud del paquete alejado va en consonancia con las prestaciones requeridas por la instalación y las conexiones de agua pueden situarse indistintamente en el lado izquierdo o derecho de la batería.

De manera opcional, existe la posibilidad de incorporar una batería eléctrica de apoyo en régimen de calefacción.

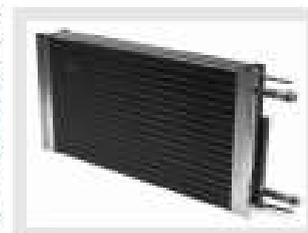


Ilustración 46. Descripción del equipo - Fancoil

Fan Coil Aquaris Silent

Bandeja de condensados

La bandeja de condensados, diseñada tanto para instalación en horizontal como en vertical, se encarga de recoger el agua condensada por la batería de refrigeración. Se fabrica en chapa de acero galvanizado aislada mediante revestimiento térmico (polietileno de 3 mm de espesor) para evitar posibles condensaciones.



La bandeja incorpora un desagüe en el mismo lado de las conexiones hidráulicas para ser conectado al sistema de canalización y drenar los condensados evitando de esta manera la presencia de agua y suciedad retenida.

Grupo motoventilador

El grupo motoventilador está formado por ventiladores centrífugos de doble alido dinámicamente equilibrados de palas hacia delante con motor directo. El motor puede ser de tipo AC (serie SP) o de alta eficiencia EC (serie EC), con cojinetes libres de mantenimiento para garantizar una vida larga al producto.



La serie SP dispone de 6 velocidades gracias al transformador y la serie EC funciona con una señal de entrada 0-10V.

La carcasa y el motor están fabricados en material sintético.

El grupo de ventilación de cada unidad, se ha seleccionado de manera que se obtengan las presiones estáticas indicadas con unos niveles de potencia sonora reducidos.

Filtro

Filtro de aire con eficacia G2 y G3 (bajo pedido) compuesto por una malla sintética en un marco de plástico. Los filtros se caracterizan por su fácil extracción (clips de apriete) y sencillo mantenimiento (lavado o soplado).



Accesorios

Opcionalmente, en función de las necesidades del cliente o de la instalación y con el objetivo de lograr unas mejores prestaciones y un óptimo funcionamiento, se pueden integrar otros componentes a la unidad tales como: plenum de impulsión y aspiración, batería eléctrica, manguito de unión flexible, marco de unión, mueble decorativo, bandeja auxiliar y bomba de condensados, kit de válvulas, rejilla modelo SCHAKO Ib 1 y difusor modelo SCHAKO DBB. Además se ofrece una amplia gama de elementos de control y regulación.

Ilustración 47. Descripción del equipo II - Fancoil

Fan Coil Aquaris Silent

Sistemas de control y regulación

- Control Basic
- Control Economic (regulación integrada)
- Control Comfort

Control Basic

Termostato de ambiente en instalación a 2 tubos

Modelo RAB21 (solo serie SP)



- Control para calefacción o refrigeración
- Salida de control On/Off sobre válvula
- Interruptor manual de ventilador 3 velocidades/paro
- Tensión de alimentación 24...250 V AC

Modelo RCC10 (solo serie SP)



- Control para calefacción y refrigeración
- Salida para servomotores de válvula Off/On
- Salidas para ventilador de 3 velocidades
- Control en función de la temperatura del aire ambiente o retorno
- Conmutación automática entre régimen de frío y calor mediante sonda QAH11.1
- Entrada contacto de conmutación Comfort/Eco/Stand-by
- Tensión de alimentación 230 V AC

Termostato en instalación a 2 tubos con batería eléctrica

Modelo RCC20 (solo serie SP)



- Salida para servomotores de válvula On/Off
- Salida ventilador de 3 velocidades
- Control en función de la temperatura del aire de ambiente o de retorno
- Interruptor manual de ventilador 3 velocidades/paro
- Modos de operación: Normal, Económico y Protección anti-hielo o Paro mediante contacto externo (ventanas, habitación de hotel...)
- Tensión alimentación 230 V AC

Termostato de ambiente en instalación a 4 tubos

Modelo RCC30 (solo serie SP)



- Salida para servomotores válvula On/Off
- Ventilador de 3 velocidades
- Control en función de la temperatura del aire ambiente o de retorno
- Modos de operación: Normal, Económico y Protección anti-hielo o Paro mediante contacto externo (ventanas, habitación de hotel...)
- Tensión alimentación 230 V AC

Termostato de ambiente en instalación a 2 tubos con o sin batería eléctrica y a 4 tubos

Modelo RDG



- Gran display digital retroiluminado
- 3 velocidades de ventilación automática en función de la demanda o regulación 0-10 V para serie EC (RDG 160)
- Conmutación automática entre régimen de frío y calor mediante sonda QAH11.1
- Opción conexión sonda retorno
- Contacto externo modo funcionamiento Comfort/Eco/Off
- Opción control proporcional PWM
- Versión con reloj programador

Ilustración 48. Sistema de regulación – Fancoil

13.6. DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO FANCOIL

13.6.1. PLANTA SÓTANO

<i>Nª unidades terminales</i>		2	#
<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	5893	W
<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2020	l/s
<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2	kg/s
<i>Qs a vencer total</i>		5893	W
<i>Capacidad total</i>		10600	W

Tabla 127. Fancoil - Zona #1 Planta Sótano

<i>Nª unidades terminales</i>		2	#
<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	7288	W
<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2020	l/s
<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2	kg/s
<i>Qs a vencer total</i>		7288	W
<i>Capacidad total</i>		10600	W

Tabla 128. Fancoil - Zona #2 Planta Sótano

13.6.2. PLANTA BAJA

<i>Nª unidades terminales</i>		1	#
<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	5308	W
<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	1010	l/s
<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	1	kg/s
<i>Qs a vencer total</i>		5308	W
<i>Capacidad total</i>		5300	W

Tabla 129. Fancoil - Zona #1 Planta Baja

<i>Nª unidades terminales</i>		1	#
<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	1511	W
<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	1010	l/s
<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	1	kg/s
<i>Qs a vencer total</i>		1511	W
<i>Capacidad total</i>		5300	W

Tabla 130. Fancoil - Zona #2 Planta Baja

13.6.3. PLANTA ALTILLO

<i>Nª unidades terminales</i>		2	#
<i>Qs</i>	<i>Qs</i>	7962	W
<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2020	l/s
<i>Caudal de impulsión</i>	<i>Mi</i>	2	kg/s
<i>Qs a vencer total</i>		7962	W
<i>Capacidad total</i>		10600	W

Tabla 131. Fancoil - Zona #1 Planta Altillo

Nº unidades terminales		1	#
Qs	Qs	4532	W
Caudal de impulsión	Mi	1010	l/s
Caudal de impulsión	Mi	1	kg/s
Qs a vencer total		4532	W
Capacidad total		5300	W

Tabla 132. Fancoil - Zona #2 Planta Altillo

Nº unidades terminales		2	#
Qs	Qs	9669	W
Caudal de impulsión	Mi	2020	l/s
Caudal de impulsión	Mi	2	kg/s
Qs a vencer total		9669	W
Capacidad total		10600	W

Tabla 133. Fancoil - Zona #10 Planta Altillo

Nº unidades terminales		2	#
Qs	Qs	6194	W
Caudal de impulsión	Mi	2020	l/s
Caudal de impulsión	Mi	2	kg/s
Qs a vencer total		6194	W
Capacidad total		10600	W

Tabla 134. Fancoil - Zona #11 Planta Altillo

13.6.4. PLANTA PRIMERA

Nº unidades terminales		3	#
Qs	Qs	11161	W
Caudal de impulsión	Mi	3030	l/s
Caudal de impulsión	Mi	4	kg/s
Qs a vencer total		11161	W
Capacidad total		15900	W

Tabla 135. Fancoil - Zona #1 Planta Primera

Nº unidades terminales		22	#
Qs	Qs	107255	W
Caudal de impulsión	Mi	22220	l/s
Caudal de impulsión	Mi	27	kg/s
Qs a vencer total		107255	W
Capacidad total		116600	W

Tabla 136. Fancoil - Zona #2 Planta Primera

13.7. CATÁLOGO REJILLA

Contenido · Descripción

<p>Descripción _____ 2</p> <p>Dirección salida de aire _____ 3</p> <p>Ejecuciones · Dimensiones _____ 4</p> <p>Material _____ 6</p> <p>Instalación · Montaje _____ 6</p> <p>Definiciones _____ 7</p> <p>Preselección _____ 7</p> <p>Datos acústicos (Espectros) _____ 7</p> <p>Datos acústicos _____ 8</p> <p>Datos técnicos de aire _____ 13</p> <p>Información para pedido _____ 20</p>	<p>Como complemento a los difusores rotacionales ya conocidos de Trox se han desarrollado los difusores rotacionales VDW. Estos difusores permiten adaptar en cada caso la dirección de impulsión a las necesidades constructivas. Debido a la salida de aire rotacional se produce la inducción de una gran cantidad de aire del local y con ello se consigue una rápida reducción de la velocidad y temperatura, pudiendo llegar a tenerse con una diferencia de temperatura de +10K a -10K hasta 30 movimientos del aire.</p> <p>En función de las exigencias arquitectónicas el difusor puede suministrarse con la parte frontal en ejecución redonda o cuadrada y elección con deflectores blancos o negros.</p> <p>La conexión del conducto se realiza mediante un plenum de conexión, lateralmente o por la parte superior. La serie VDW puede utilizarse tanto para impulsión como para retorno. Para el retorno no son necesarios los deflectores.</p>
---	---

Ejecución VDW - R, Tamaño 500 x 24
con deflectores negros.



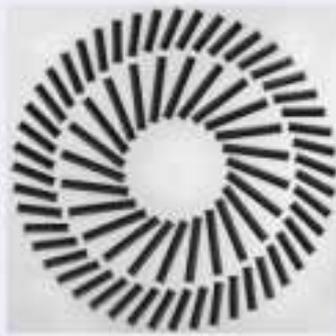
Ejecución VDW - R, Tamaño 600 x 48
con deflectores negros.



Ejecución VDW - Q, Tamaño 600 x 24
con deflectores blancos.



Ejecución VDW - Q, Tamaño 825 x 72
con deflectores negros.



2

Ilustración 49. Descripción – Catálogo Trox

Dirección salida de aire



Mediante el difusor rotacional VDW se pueden cumplir determinadas exigencias arquitectónicas, como por ejemplo, la modificación de paredes y a la vez la variación de la dirección de impulsión, mediante la modificación de los correspondientes deflectores.

En las ejecuciones estándar los deflectores en los tamaños 300x8, 400x16, 500x24, 600x24 y 625x24 están dispuestos para rotación exterior y en los tamaños 600x48, 625x54 y 825x72 los deflectores exteriores dispuestos para rotación exterior y los interiores para rotación interior.

La figura muestra la impulsión con rotación interior.

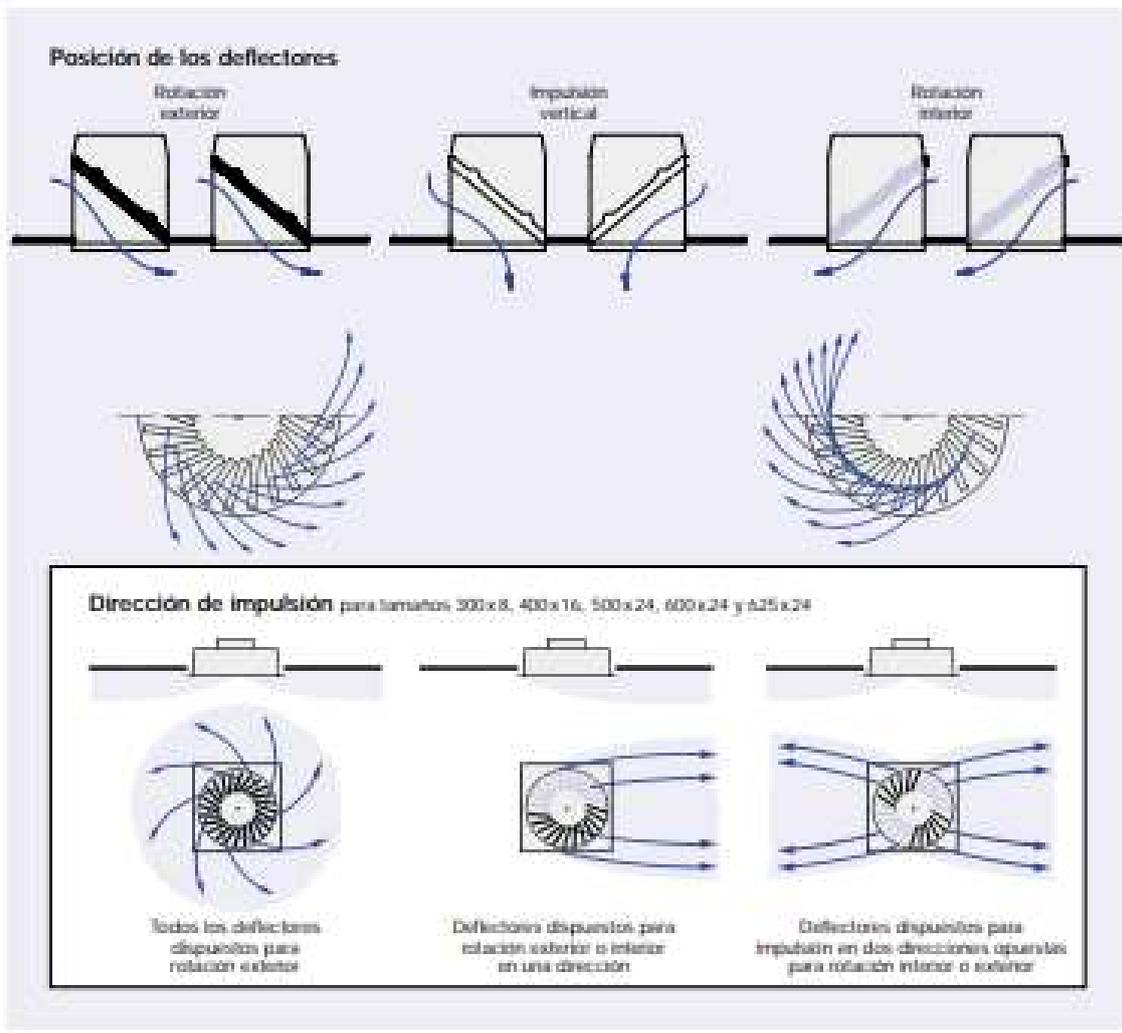
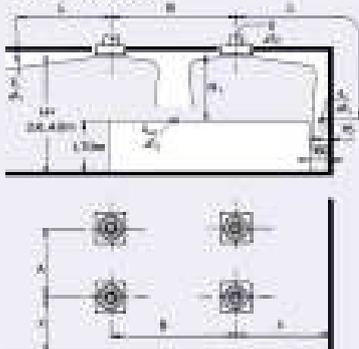


Ilustración 50. Dirección salida de aire – Catálogo Trox

Definiciones · Preselección · Datos acústicos (Espectro)

Definiciones



- Q en l/s Caudal de aire por difusor
- Q en m³/h Caudal de aire por difusor
- A, B en m Distancia entre dos difusores
- X en m Distancia media del difusor a la pared
- H_1 en m Distancia entre el techo y la zona de habitabilidad
- W_{av} en m/s Velocidad media del flujo de aire entre dos difusores y a la distancia del techo H_1
- L en m Distancia horizontal = vertical ($X+H_1$) impulsando contra la pared
- W en m/s Velocidad media del flujo de aire junto a la pared
- ΔT_a en K Diferencia de temperatura entre ambiente e impulsión
- ΔT_s en K Diferencia de temperatura entre ambiente y zona de aire a la distancia $L = A/2 + H_1$
 $L = B/2 + H_1$
 $L = X + H_1$
- A_{ef} en m² Sección efectiva salida de aire
- Δp en Pa Pérdida de carga
- L_{son} en dB(A) Potencia sonora en dB(A)
- L_{son} Curva límite del espectro de potencia sonora
- L_{son} $L_{son} = L_{son} + 1$
- L_{son} Potencia sonora dim dB(A) y NC
- L_{son} $L_{son} = L_{son} - 3$ dB
- L_{son} $L_{son} = L_{son} - 3$ dB
- ΔL en dB/Oct. Potencia sonora relativa rotada a L_{son}
- L_{son} en dB/Oct. Espectro de potencia sonora por banda de octavo
 $L_{son} = L_{son} + \Delta L$

Preselección (Impulsión)

Tamaño	V_{max}		V_{min}		$L_{son} max$ dB(A)	$L_{son} NC max$ NC	$L_{son} min$ dB(A)	$L_{son} NC min$ NC	A_{ef} m ²
	W_0	rev/s	W_0	rev/s					
300 x 8	70	25,2	15	54	-40	34	< 20	< 20	0,0070
400 x 16	110	39,6	30	108	-40	34	< 20	< 20	0,0140
500 x 24	130	46,8	40	144	-40	34	< 20	< 20	0,0210
600 x 24	190	68,4	60	216	-40	34	< 20	< 20	0,0270
600 x 48	200	72,0	100	360	-40	34	< 20	< 20	0,0340
625 x 24	190	68,4	60	216	-40	34	< 20	< 20	0,0270
625 x 54	235	84,6	120	432	-40	34	< 20	< 20	0,0470
825 x 72	350	126,0	150	540	-40	34	< 20	< 20	0,0730

Espectro relativo consultar por favor en caso de necesidad.

Ilustración 51. Preselección – Catálogo Trox

13.8. CATÁLOGO REJILLA

Material · Datos técnicos

Material
 Las rejillas son de perfil de aluminio extruido con superficie exterior anodizada en color natural, G6-C-G, excepto las lamas de la serie AE que son de chapas de aluminio anodizado en color natural.
 La parte posterior es de chapa de acero perfilada. La superficie exterior va lustrada, pintada en negro (RAL 9005) y anuda al hormo.
 El marco de montaje es de chapa de acero galvanizado según DIN 17 161.

Definiciones
 \dot{V} en m³/h: Caudal de aire
 \dot{V} en m³/s: Caudal de aire
 v_{ef} en m/s: Velocidad efectiva de salida del aire
 A_{ef} en m²: Sección efectiva de salida del aire
 $L_{p_{ref}}$ en dB(A): Nivel de potencia sonora en dB(A) referido a $A_{ref} = 0,1 \text{ m}^2$ (conexiones de acuerdo con las tablas)
 $L_{p_{ref}}$: Curva límite del espectro de potencia sonora
 $L_{p_{ref}}$ en dB/oct: Nivel de potencia sonora del espectro de frecuencia por banda de octava, referido a $A_{ref} = 0,1 \text{ m}^2$ (conexiones de acuerdo con las tablas)
 $L_{p_{total}}, L_{p_{total}}$: Nivel de presión sonora en el total en dB(A) o NO $L_{p_{total}} = L_{p_{ref}} - 8 \text{ dB}$
 $L_{p_{total}} = L_{p_{ref}} - 8 \text{ dB}$

Sección efectiva de salida del aire

L x H en mm	A_{ef} en m ²	
	AE	AE
100 x 100	0,086	0,217
100	0,086	0,086
100	0,073	0,086
100	0,070	0,086
100	0,078	0,086
100	0,094	0,078
100	0,090	0,087
100	0,090	0,104
100 x 150	0,090	0,093
100	0,081	0,078
100	0,073	0,086
100	0,090	0,104
100	0,087	0,117
100	0,080	0,213
100 x 200	0,202	0,188
100	0,080	0,133
100	0,083	0,180
100	0,083	0,213
100	0,130	0,288
100	0,130	0,320
100 x 250	0,086	0,313
100	0,173	0,288
100	0,180	0,388
100	0,170	0,333
100 x 300	0,180	0,388
100	0,270	0,500

Determinación del caudal
 El caudal se genera únicamente cuando la velocidad del aire (con un coeficiente de fricción) es el valor medio del v_{ef} en el mismo sentido pasando uniformemente por todos el espacio transversal de la rejilla.
 El caudal en l/s viene:
 $\dot{V} \text{ (l/s)} = v_{ef} \text{ (m/s)} \cdot A_{ef} \text{ (m}^2) \cdot 3,6 \cdot 1000$
 $\dot{V} \text{ (m}^3\text{/h)} = v_{ef} \text{ (m/s)} \cdot A_{ef} \text{ (m}^2) \cdot 3,6 \cdot 3600$

Factor de conexión -K-

Serie	K
AE	0,2
AE	1,8

Ilustración 52. Catálogo rejilla – Material - Datos Técnicos

Datos técnicos

Serie AR

Ejemplo

Datos conocidos:

AR-A0/1000 x 125

Sección efectiva de salida del aire $A_{se} = 0,030 \text{ m}^2$

Caudal de aire $V = 200 \text{ l/s}$

Posición de la regulación 100 % (abierta completamente)

Diagrama 1: Potencia sonora y pérdida de carga

$$v_{se} = \frac{V}{A_{se} \cdot 1000}$$

$$v_{se} = \frac{200}{0,030 \cdot 1000} = 6,7 \text{ m/s}$$

$L_{sp} = 37 \text{ Pa}$ ($L_{pac} = 31 \text{ NC}$)

$A_p = 21 \text{ Pa}$

Corrección de la tabla de la página 3:

$L_{sp} = 37 - 6 = 31 \text{ dB(A)}$

$L_{pac} = 31 - 6 = 25 \text{ NC}$

Valores de corrección para A_{se}

A_{se} en m^2	0,005	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,4
L_{sp} / L_{pac}	-13	-10	-7	-3	-	+3	+6

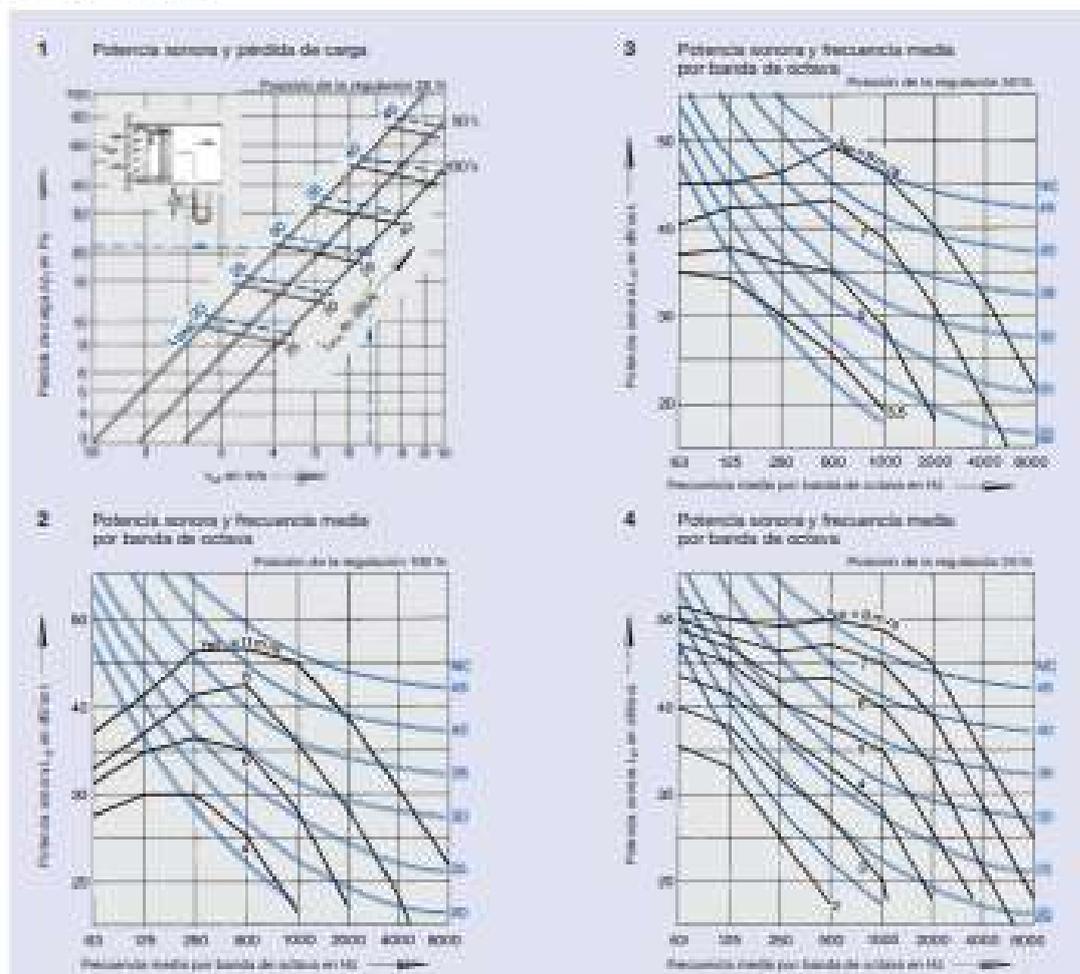


Ilustración 53. Catálogo rejilla – Datos Técnicos

13.9. CATÁLOGO ENFRIADORA

		254	304	354	402	452	552	602	652	702	802	852	1002	1052	1154	1252	1352	1452	1552	1652	1702
Datos físicos, temperaturas de condensación elevadas																					
Unidad de eficiencia estándar (con opción 150)																					
Aplicaciones de aire acondicionado según la norma EN14511-3:2013† - unidad con opción 150																					
Condición 1																					
Capacidad frigorífica nominal	kW	262	313	352	424	455	507	524	644	710	743	827	996	1051	1135	1242	1329	1433	1533	1661	1719
EER	kW/kW	4.89	4.87	4.82	4.46	4.75	4.87	4.81	4.68	4.71	4.84	4.86	4.85	4.79	4.89	5.12	4.84	4.80	4.81	4.99	4.97
Aplicaciones de aire acondicionado†† - unidad con opción 150																					
Condición 1																					
Capacidad frigorífica nominal	kW	262	314	353	425	456	509	526	646	713	746	831	1000	1057	1140	1248	1336	1440	1543	1671	1731
EER	kW/kW	5.08	5.06	5.03	4.62	4.94	4.88	5.04	4.86	4.94	4.89	5.08	5.11	5.06	5.19	5.36	5.08	5.06	5.13	5.29	5.29
Aplicaciones de calefacción según la norma EN14511-3:2013† - unidad con opción 150																					
Condición 2																					
Capacidad calorífica nominal	kW	325	362	406	478	506	566	606	716	789	829	958	1099	1163	1254	1348	1463	1583	1677	1904	1975
CCP	kW/kW	4.92	4.59	4.55	4.23	4.50	4.43	4.54	4.45	4.45	4.41	4.57	4.53	4.47	4.35	4.71	4.52	4.46	4.45	4.59	4.56
Clase Eurovent, calefacción	A A A A B A B A A A A B A A A A A A																				
Aplicaciones de calefacción†† - unidad con opción 150																					
Condición 2																					
Capacidad calorífica nominal	kW	324	361	407	476	504	564	603	713	786	826	955	1094	1158	1238	1344	1460	1578	1672	1898	1968
CCP	kW/kW	4.88	4.81	4.78	4.46	4.70	4.68	4.82	4.88	4.70	4.68	4.86	4.83	4.79	4.91	5.02	4.82	4.80	4.86	5.02	5.03
Niveles sonoros - unidad con opción 150																					
Condición 2																					
Nivel de potencia sonora*	dB(A)	95	95	95	99	99	99	99	102	102	102	102	102	102	102	105	105	105	105	105	105
Nivel de presión sonora a 1 m**	dB(A)	78	78	78	82	82	82	82	84	84	84	84	84	84	84	86	86	86	86	86	86
Niveles sonoros - unidad con opción 257***																					
Condición 2																					
Nivel de potencia sonora*	dB(A)	-	-	-	96	96	96	96	100	100	100	100	99	99	99	103	103	103	103	103	103
Nivel de presión sonora a 1 m**	dB(A)	-	-	-	78	78	78	78	82	82	82	82	80	80	80	84	84	84	84	84	84
Dimensiones - unidad con opción 150																					
Longitud	mm	2724	2724	2724	2741	2741	2741	2741	3059	3059	3059	2780	4025	4025	4025	4730	4730	4730	4730	4790	4790
Profundidad	mm	628	628	628	636	636	636	636	1090	1090	1090	1090	1036	1036	1036	1201	1201	1201	1201	1201	1947
Altura	mm	1567	1567	1567	1692	1692	1692	1692	1858	1858	1858	1820	1870	1870	1870	2025	2071	2071	2071	2071	1535
Peso en orden de funcionamiento***	kg	2017	2036	2072	2575	2575	2613	2644	3407	3438	3462	3672	5370	5408	5698	7233	7554	7622	7670	9006	9032
Compresores																					
Compresores de tornillo semiherméticos 06T, 50 s/a:																					
Circuito A		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Circuito B		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carga de refrigerante - unidad con opción 150																					
R-134a																					
Circuito A	kg	84	85	78	82	82	82	82	145	140	135	140	85	85	105	120	115	110	105	195	195
Circuito B	kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	85	105	120	115	110	105	195	195
Control de capacidad																					
Pro-Dialog, válvula electrónica de expansión (EXV)																					
Capacidad mínima	%	30	30	30	30	30	30	30	15	15	15	15	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Evaporador																					
Multitubo inundado																					
Volumen neto de agua	l	50	55	61	70	70	70	70	109	109	109	96	182	182	205	301	301	301	301	354	354
Conexiones de agua (Victaulic)	puig.	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Conexiones para drenaje y ventilación (NPT)	puig.	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
Máx. presión de funcionamiento lado agua	kPa	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Condensador																					
Multitubo inundado																					
Volumen neto de agua	l	55	55	55	76	76	76	76	109	109	109	137	193	193	240	340	340	340	340	426	426
Conexiones de agua (Victaulic)	puig.	5	5	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
Conexiones para drenaje y ventilación (NPT)	puig.	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8	3/8
Máx. presión de funcionamiento lado agua	kPa	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Ilustración 54. Catálogo Enfriadora Carrier

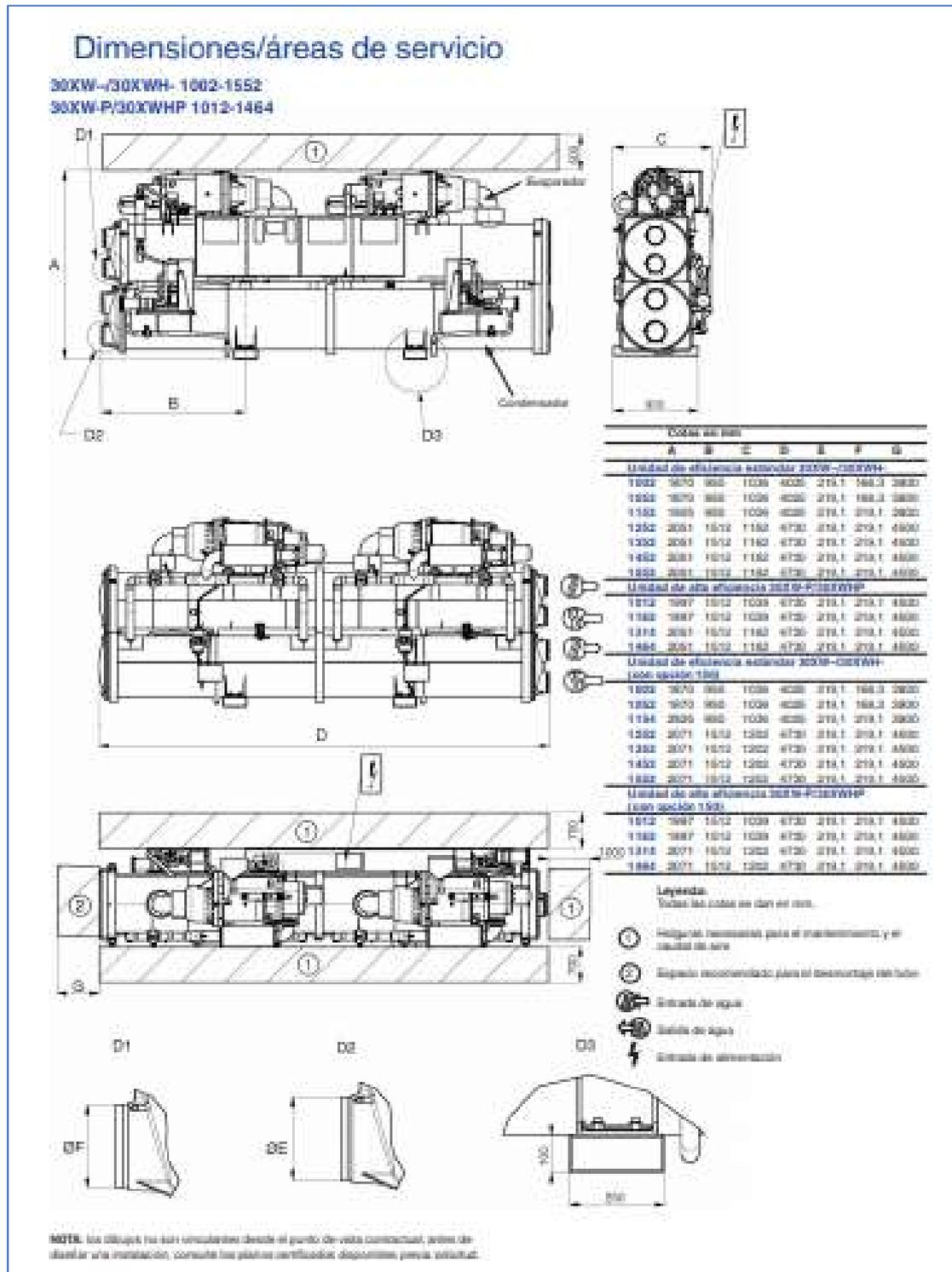


Ilustración 55. Dimensiones – Catálogo Enfriadora

13.10. CATÁLOGO CALDERA

CONCEPTO		Un.	70	85	105	120	175	200	250	325	375
Potencia (D)	Máxima (Temp. Media agua: 70°C)	kW	70,5	85	104	120	161,8	197,5	241	294	354
	Máxima (Temp. Media agua: 40°C)	kW	71,4	86,1	105,6	121,3	163,4	204,5	244,7	302,6	368,7
Potencia (D)	Mínima (Temp. Media agua: 40°C)	kW	22,8	27,5	34	39	52,3	63,1	77,4	94,4	113,6
	Mínimo	kW	72,7	87,7	107	123	166	202,2	246,5	300,5	361,2
Gasto calorífico	Mínimo	kW	21,8	26,3	32	37	49,6	60,7	74	90,2	108,4
	Caudal gas: Máxima potencia	m ³ /h	6,8	8,2	10	11,5	15,4	18,8	22,9	27,9	33,6
Gas Natural (G20)	Caudal de humos	m ³ /h	159	190	233	268	377	459	560	683	821
	Presión residual humos	Pa	42,0	37,8	50	54,8	54	60	81	50	64,8
	Peso de la caldera sin agua	kg	110	116	120	125	138	330	350	440	445
Capacidad de agua	litros	30	33	34	34	35	66	90	112	118	
Presión hidráulica máxima	bar	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
Caudal de agua	ΔT = 10°C	m ³ /h	6,0	7,3	8,9	10,3	13,9	17	20,7	25,3	30,4
	ΔT = 12°C	m ³ /h	5,0	6,1	7,5	8,6	11,6	14,2	17,3	21,1	25,4
	ΔT = 15°C	m ³ /h	4,0	4,9	6	6,9	9,3	11,3	13,8	16,9	20,3
Consumo Eléctrico	Consumo a máxima potencia térmica	W	47,8	64,6	134	93,3	96,2	131,6	167,4	267,9	436
	Consumo a mínima potencia térmica	W	16,7	17,9	23,9	19,1	19,5	31,1	40,7	64,6	69
	Consumo máximo	W	236,5	239,9	254,9	245	249,9	260,7	274,1	308,9	436
	Tensión	V	1x230 V	1x230 V	1x230 V	1x230 V	1x230 V	1x230 V	1x230 V	1x230 V	1x230 V

Ilustración 56. Especificaciones caldera – catálogo ADISA

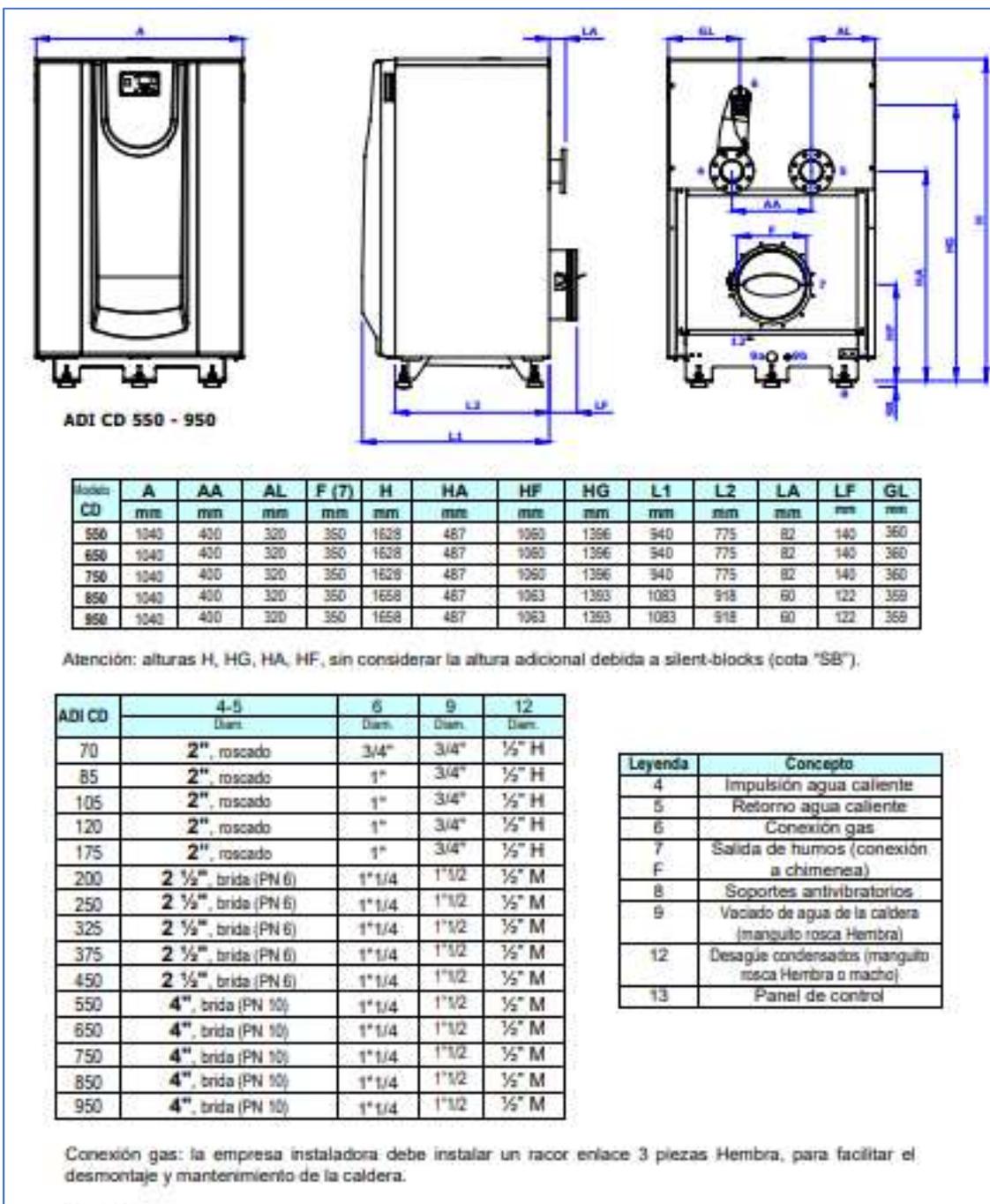


Ilustración 57. Detalles constructivos caldera – catálogo ADISA

13.11. CATÁLOGO BOMBA



Normalizadas Sobre Bancada o Eje Libre a 2.900-1.450 r.p.m.
Serie "KDN"



■ Aplicaciones:
Bombas centrífugas a eje libre o sobre bancada normalizadas según Normativa DIN 24255 (DIN EN733 actual).
Ideales para una amplia gama de aplicaciones como pueden ser:
- Circulación de agua para circuitos de calefacción y refrigeración.
- Montajes en equipos de presión.
- Riegos.
- Otras instalaciones del sector civil, industrial o agrario.
Pueden ser acopladas con un acoplamiento elástico a un motor de 1.450 - 2.900 r.p.m. y montada sobre una bancada rígida.
Bajo demanda las turbinas pueden ser en bronce.

■ Características Constructivas:
Cuerpo bomba, tapa porta sello mecánico, soporte en fundición de hierro. Turbina en fundición de hierro cerrada y equilibrada dinámicamente con compensación del esfuerzo axial. Eje bomba en Acero Inoxidable AISI 304 soportado por dos cojinetes de esferas ampliamente dimensionados, engrasados de por vida y alojados en una cámara en el interior del soporte.
Cierre mecánico normalizado según la DIN 24060 en carbón - carburo de silicio con juntas tóricas EPDM.
Bajo demanda empaquetadura o estopada con anillos hidráulicos de lubricación en lugar de sello mecánico convencional.

■ Motor:
Motor asincrónico, cerrado de ventilación externa de forma constructiva B3. Aislamiento clase F, con grado de protección IP55 y tropicalizado. Todos los motores son multifrecuencia y multifunción.
A partir de 15CV (Mec 160) todos los motores incorporan de serie engrasador de cojinetes y sonda de temperatura. Los motores de esta serie pueden ser a 1.450 r.p.m. o 2.900 r.p.m.

Campo de temperatura de líquido bombeado: de -10° C a +140° C.

■ Applications:
Base -shaft, Endloc, centrifugal motor-driven pumps with coupling designed for a wide range of applications such as:
- Supplying water.
- The circulation of of water for the central heating.
- The circulation of cold water for air conditioning.
- The transfer of liquids in agriculture, industries.
- The implementation of pumping systems.

■ Constructional features of the pump:
Single-stage, cast iron spiral body made to DIN-EN 733 (formerly DIN 24255), cast iron support, flanges in accordance with DIN 2533 and DIN 2532 for DN 700, impeller in cast iron, encased and dynamically balanced with compensation of the axial thrust by means of balancing holes, operating on request with interchangeable wear rings, AISI 304 stainless steel pump shaft, standardized mechanical seal made to DIN 24060 in carbon/silicium carbide with O-rings in EPDM, packing with lubricating hydraulic ring and stuffing box in two easily removable parts, available on request.

■ Constructional features of the motor:
Closed, asynchronous motor with external ventilation, construction type B3 for 2 poles and 4 poles. The rotor is mounted on side large ball bearings to guarantee low noise running and durability. We recommend using overload protection for the motor, in accordance with current norms. In the case of liquids denser than water, the motor must be proportionally more powerful. ip-55 protection insulation F.

PARA MÁS INFORMACIÓN CONSULTAR NUESTRO CATÁLOGO TÉCNICO DE NORMALIZADAS
CHECK OUR TECHNICAL CATALOGUE OF STANDARDISED PUMPS FOR MORE INFORMATION

Ilustración 58. Catálogo bomba Saci – Serie KDN – características

Normalizadas a 2.900 r.p.m.
Serie "KDN"




MODELO / MODEL	Q m³/h l/min	0	3	6	12	18	24	30	36	42	48	54	
		0	50	100	200	300	400	500	500	700	800	900	
KDN 32-125.1 / 105	H (m)	108-1,5		118-1,5	123-1,5	127-1,5							
KDN 32-125.1 / 110		115-1,5		122-1,5	128-1,5	132-1,5							
KDN 32-125.1 / 115		121-1,5		128-1,5	135-1,5	139-1,5							
KDN 32-125.1 / 120		128-1,5		135-1,5	142-1,5	146-1,5							
KDN 32-125.1 / 125		135-1,5		142-1,5	149-1,5	153-1,5							
KDN 32-125.1 / 130		142-1,5		149-1,5	156-1,5	160-1,5							
KDN 32-125.1 / 135		149-1,5		156-1,5	163-1,5	167-1,5	178-1,5						
KDN 32-125.1 / 140		156-1,5		163-1,5	170-1,5	174-1,5	185-1,5						
KDN 32-125 / 115		173-1,5			180-1,5	184-1,5	195-1,5						
KDN 32-125 / 120		180-1,5			187-1,5	191-1,5	202-1,5	213-1,5					
KDN 32-125 / 125		187-1,5			194-1,5	198-1,5	209-1,5	220-1,5					
KDN 32-125 / 130		194-1,5			201-1,5	205-1,5	216-1,5	227-1,5					
KDN 32-125 / 135		201-1,5			208-1,5	212-1,5	223-1,5	234-1,5	245-1,5	256-1,5			
KDN 32-125 / 142		218-1,5			225-1,5	229-1,5	240-1,5	251-1,5	262-1,5	273-1,5			
KDN 32-160.1 / 137		235-1,5			242-1,5	246-1,5							
KDN 32-160.1 / 145	242-1,5			249-1,5	253-1,5	264-1,5							
KDN 32-160.1 / 153	249-1,5			256-1,5	260-1,5	271-1,5							
KDN 32-160.1 / 161	256-1,5			263-1,5	267-1,5	278-1,5							
KDN 32-160.1 / 169	263-1,5			270-1,5	274-1,5	285-1,5	296-1,5						
KDN 32-160.1 / 177	270-1,5			277-1,5	281-1,5	292-1,5	303-1,5						
KDN 32-160 / 137	277-1,5			284-1,5	288-1,5	299-1,5	310-1,5						
KDN 32-160 / 145	284-1,5			291-1,5	295-1,5	306-1,5	317-1,5	328-1,5					
KDN 32-160 / 153	291-1,5			298-1,5	302-1,5	313-1,5	324-1,5	335-1,5					
KDN 32-160 / 161	298-1,5			305-1,5	309-1,5	320-1,5	331-1,5	342-1,5					
KDN 32-160 / 169	305-1,5			312-1,5	316-1,5	327-1,5	338-1,5	349-1,5					
KDN 32-160 / 177	312-1,5			319-1,5	323-1,5	334-1,5	345-1,5	356-1,5					
KDN 32-200.1 / 170	329-1,5			336-1,5	340-1,5	351-1,5	362-1,5	373-1,5					
KDN 32-200.1 / 180	336-1,5			343-1,5	347-1,5	358-1,5	369-1,5	380-1,5					
KDN 32-200.1 / 190	343-1,5			350-1,5	354-1,5	365-1,5	376-1,5	387-1,5					
KDN 32-200.1 / 200	350-1,5			357-1,5	361-1,5	372-1,5	383-1,5	394-1,5					
KDN 32-200.1 / 207	357-1,5			364-1,5	368-1,5	379-1,5	390-1,5	401-1,5					
KDN 32-200 / 170	364-1,5			371-1,5	375-1,5	386-1,5	397-1,5	408-1,5					
KDN 32-200 / 180	371-1,5			378-1,5	382-1,5	393-1,5	404-1,5	415-1,5					
KDN 32-200 / 190	378-1,5			385-1,5	389-1,5	400-1,5	411-1,5	422-1,5					
KDN 32-200 / 200	385-1,5			392-1,5	396-1,5	407-1,5	418-1,5	429-1,5					

Ilustración 59. Catálogo bomba Saci – Serie KDN – Selección

14. PLIEGO DE CONDICIONES

14.1. GENERALIDADES

14.1.1. OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente documento es establecer los requisitos técnicos a cumplir por los materiales, los equipos y el montaje de las instalaciones de Climatización. En particular, se definen los siguientes conceptos:

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

Será cometido del Contratista el suministro de todos los equipos, materiales, servicios y mano de obra necesarios para dotar al Edificio de las instalaciones descritas en la Memoria, representadas en Planos y recogidas en Mediciones u otros documentos de este Proyecto. Todo ello según las normas, reglamentos y prescripciones vigentes que sean de aplicación, así como las de Seguridad e Higiene.

Asimismo, será cometido del Contratista lo siguiente:

- La conexión de todos los equipos relacionados con las instalaciones, o los que la D.T. estime de su competencia, aún no estando incluidas expresamente.
- Las pruebas y puesta en marcha, y cuanto conlleve.
- Planos finales de obra, “así construido”, en papel y en soporte informático, y tres informes con especificaciones y características de equipos y materiales, con libros de uso y mantenimiento. Los planos contendrán:
 - Todos los trabajos de climatización instalados exactamente de acuerdo con el diseño original.
 - Todos los trabajos de climatización instalados correspondientes a modificaciones o añadidos al diseño original.

- Toda la información dimensional necesaria para definir la ubicación exacta de todos los equipos que, por estar ocultos, no es posible seguirles el recorrido por simple inspección a través de los medios comunes de acceso, establecidos para inspección y mantenimiento.
- La limpieza inmediata y, si se precisa, transporte a vertedero de material sobrante, de todos los tajos y zonas de actuación.
- Sellado ignífugo de huecos y pasos de canalizaciones y conducciones, con resistencia al fuego equivalente a la de los cerramientos o forjados que atraviesan las instalaciones.
- Las ayudas de estricto peonaje y albañilería auxiliar.
- El pequeño material y accesorios, así como transporte y movimiento de todos los equipos.
- Los elementos de fijación y soporte, previa aprobación de los mismos por la D.T., de todos los aparatos.
- Todo el material y equipos de remate, electricidad, soldaduras, etc., para dejar un perfecto acabado.
- Las bancadas y sistemas antivibradores para equipos que lo requieran o indique la D.T.
- La imprimación y pintura de todo el material férreo utilizado para bancadas, soportes, herrajes, etc., que se requiera.
- En general, cuanto sea necesario para dejar el conjunto de las instalaciones que se adjudican totalmente rematadas y funcionando correctamente

14.1.2. DEFINICIONES

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

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

Tanto en los planos como en las especificaciones para las instalaciones de climatización, ciertas palabras no técnicas serán entendidas con un significado específico que se define a continuación haciendo caso omiso a indicaciones

contrarias en las condiciones generales o cualquier otro documento de control de las instalaciones de climatización.

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

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

“Proveer”: Suministrar e instalar.

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

Por último, el término “Prueba” incluye la comprobación de la instalación, puesta a punto de aparatos para que realicen sus funciones específicas, tarado de protecciones, energización, adopción de medidas de seguridad contra deterioros del material en cuestión o de otros como consecuencia de la primera y contra accidentes a las personas o a las cosas, comprobación de resultados, análisis de los mismos y entrega.

14.2. DIRECCIÓN DE OBRA

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

14.3. AISLAMIENTO TÉRMICO

14.3.1. GENERAL

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

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

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

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

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

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

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

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

14.3.2. MATERIALES Y CARACTERÍSTICAS

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

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

Todos los materiales aislantes empleados deberán haber sido sometidos a los ensayos indicados en las normas UNE mencionadas en la NBE-CT, anexo 5, párrafo 5.2.5. En el caso de que el material no esté certificado debidamente y ofrezca dudas sobre la calidad, la Dirección facultativa podrá dirigirse a un laboratorio oficial para la realización de ensayos de comprobación, con cargo a la empresa instaladora.

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

14.3.3. NIVELES DE AISLAMIENTO

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

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

14.3.4. BARRERA ANTI-VAPOR

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

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

Se instalará una barrera anti-vapor sobre las superficies cuya temperatura pueda descender por debajo de la temperatura de rocío del ambiente. En particular, todos los materiales aislantes instalados sobre equipos, tuberías y conductos, en cuyo interior fluya un fluido con temperatura inferior a 15 °C, llevarán una barrera anti-vapor sobre la cara exterior del aislamiento. La barrera deberá tener una resistencia al paso del vapor superior a 100 MPa m² s/g.

14.3.5. COLOCACIÓN

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

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

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

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

14.3.6. AISLAMIENTO DE TUBERÍAS

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

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

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

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

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

14.3.7. AISLAMIENTO DE CONDUCTOS

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

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

14.3.8. PROTECCIÓN DEL AISLAMIENTO

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

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

14.4. COMPUERTAS CORTAFUEGOS

14.4.1. GENERAL

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

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

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

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

14.4.2. INSTALACIÓN

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

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

14.5. CONDUCTOS FLEXIBLES

14.5.1. GENERAL

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

El conducto flexible será el indicado en las mediciones.

14.5.2. INSTALACIÓN

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

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

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

14.6. FANCOILS

14.6.1. GENERALIDADES

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

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

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

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

14.6.2. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Los fancoil estarán contruidos por los siguientes elementos:

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

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

14.6.3. INSTALACIÓN

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

Cuando las unidades vayan sujetas a la pared, esta sujeción estará hecha por medio de pernos anclados a la misma, que pasarán a través de perforaciones realizadas en la chapa posterior del armazón del aparato cuando ésta exista.

14.6.4. CONTROL Y REGULACIÓN

La capacidad frigorífica del fancoil se podrá realizar actuando sobre la variación del caudal de aire mediante las distintas velocidades del ventilador, generalmente de control manual, o actuando sobre el caudal de agua suministrado a la tubería mediante válvula automática, todo-nada o modulante.

14.6.5. INFORMACIÓN TÉCNICA

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

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

- Dimensiones, peso y cotas de conexiones.
- Limitación de presión hidráulica.

14.7. COMPENSADORES DE DILATACIÓN

14.7.1. GENERAL

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

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

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

14.7.2. MONTAJE

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

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

14.8. ROTULACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS Y FLUIDOS

14.8.1. GENERAL

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

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

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

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

Todas las válvulas dispondrán de una chapa inoxidable, con la referencia de identificación grabada.

Cada equipo eléctrico de corte y maniobra deberá ser identificado mediante rótulos grabados.

14.9. UNIDADES DE TRATAMIENTO DE AIRE

14.9.1. GENERAL

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

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

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

El nivel de ruido producido por la climatizadora será inferior a 45 NC a una distancia de dos metros (2 m).

Las secciones de filtros, baterías y ventiladores serán fácilmente accesibles para su limpieza, inspección y reparación.

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

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

14.9.2. MATERIALES

Las unidades de tratamiento de aire serán construidas en chapa galvanizada con un espesor no inferior a 0,8 mm según el tipo de construcción.

Los paneles estarán dotados con una capa de veinticinco milímetros (25 mm) de fibra de vidrio de densidad no inferior a 12 kg/m³.

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

Los materiales constitutivos de una climatizadora serán incombustibles.

14.9.3. ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS

Los componentes mínimos de una climatizadora son los siguientes:

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

Opcionalmente, las centrales incluirán:

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

14.9.4. INSTALACIÓN

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

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

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

14.9.5. INFORMACIÓN TÉCNICA

El fabricante deberá suministrar:

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

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

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

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

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

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

14.10. DEPÓSITOS DE EXPANSIÓN

14.10.1. GENERAL

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

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

- Volumen total de agua en la instalación, en litros.

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

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

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

14.10.2. MATERIALES

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

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

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

14.10.3. INSTALACIÓN

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

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

14.11. DIFUSORES Y REJILLAS

14.11.1. GENERAL

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

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

14.11.2. MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

Según lo que se indique en las mediciones.

El área libre de las rejillas de retorno será por lo menos del 70%.

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

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

14.11.3. DISTRIBUCIÓN Y MONTAJE

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

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

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

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

- La creación de zonas sin movimiento de aire.
- La estratificación del aire.

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

14.11.4. MEDICIÓN DE CAUDAL

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

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

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

14.12. ELEMENTOS DE REGULACIÓN Y CONTROL

14.12.1. GENERAL

Se incluyen en este pliego, los elementos siguientes:

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

14.12.2. MATERIALES E INSTALACIÓN

El error máximo obtenido en laboratorio, entre la temperatura real existente y la indicada por el termostato una vez alcanzado el equilibrio, será como máximo de 1°C.

El diferencial estático de los termostatos no será superior a 1,5° C. El termostato resistirá sin que sufran modificaciones sus características, 10.000 ciclos de apertura-cierre, a la máxima carga prevista para el circuito mandado por el termostato.

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

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

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

14.13. VALVULERÍA

14.13.1. GENERAL

En cualquier tipo de válvula, el acabado de las superficies de asiento y obturador deberá asegurar la estanqueidad al cierre de las mismas para las condiciones de servicio.

El volante y la palanca deberán ser de dimensiones suficientes para asegurar el cierre y la apertura de forma manual, sin la ayuda de medios auxiliares. El órgano de mando no deberá interferir con el aislamiento de la tubería y del cuerpo de válvula.

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

En el cuerpo de las válvulas irán troquelados la presión nominal y el diámetro nominal.

14.13.2. CONEXIONES

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

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

14.14. BOMBAS

14.14.1. GENERAL

Se instalarán los elementos antivibratorios necesarios para impedir la transmisión de vibraciones a las estructuras y a las redes de tuberías.

Se recomienda que antes y después de cada bomba de circulación se monte un manómetro para poder apreciar la presión diferencial. En el caso de bombas en paralelo, este manómetro podrá situarse en el tramo común.

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

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

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

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

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

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

14.14.2. INFORMACIÓN TÉCNICA

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

- Tipo, modelo y número de serie.
- Curvas características de funcionamiento, en las que se relacionen caudales, presiones y rendimientos para cada combinación de :
 - Motor
 - r.p.m.
 - Tipo de impulsor.
- Variación de la presión neta positiva requerida en la aspiración de la bomba en función del caudal.
- Características de la corriente de alimentación.
- Presión y temperatura máxima de trabajo.
- Limitaciones en cuanto a posiciones de funcionamiento.
- Dimensiones, peso y cotas de conexiones.
- Instrucciones de montaje y mantenimiento.

14.15. ELEMENTOS ANTIVIBRATORIOS

14.15.1. GENERAL

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

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

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

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

14.15.2. INSTALACIÓN

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

Las conexiones de los equipos con las canalizaciones, se realizarán mediante dispositivos antivibratorios.

14.16. DRENAJES Y VACIADOS

14.16.1. DRENAJES

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

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

14.16.2. VACIADOS

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

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

14.17. ACOMETIDAS DE AGUA A EQUIPOS Y REDES

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

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

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

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

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

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

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

14.18. PRUEBAS Y ENSAYOS

14.18.1. GENERAL

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

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

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

El instalador pondrá a disposición de la Dirección de Obra todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación.

Se excluye la prestación de energía, agua y combustible necesarios, que será a cargo de otros salvo que el contrato, de forma expresa lo contemple de forma diferente, tanto para la realización de las pruebas como para la simulación de las condiciones nominales necesarias.

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

14.18.2. PRUEBAS PARCIALES

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

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

14.18.2.1. Pruebas mecánicas

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

- Intercambiadores de energía térmica: Para todos los equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica (baterías), se realizará una comprobación individual, midiendo los caudales en juego, las pérdidas de presión estática y las temperaturas seca y húmeda de los fluidos y se calculará la eficiencia, comparándola con la de proyecto.
- Red de agua: Independiente de las pruebas parciales a que hayan sido sometidas las partes de la instalación a lo largo del montaje, todos los equipos y conducciones deberán someterse a una prueba final de estanqueidad, como

mínimo a una presión interior de prueba en frío, equivalente a vez y media la de trabajo, con un mínimo de 400 KPa y una duración no menor a veinticuatro horas. Posteriormente, se realizarán pruebas de circulación de agua de circuitos (bombas en marcha), comprobación de limpieza de los filtros de agua y medida de presiones. Por último, se realizará la comprobación de la estanqueidad del circuito con el fluido a temperatura de régimen

14.18.2.2. Circuito refrigerante

Se separarán del circuito todas aquellas partes que recomiende el fabricante, cerrándole totalmente el exterior. El circuito así preparado se rellenará de gas inerte (nitrógeno) seco dándole una presión 300 psi (21 kg/cm²). Esta presión deberá mantenerse durante un periodo no menor de 48 horas. Con objeto de tener presente la corrección de la temperatura se tomarán las temperaturas en los momentos de lectura.

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

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

14.18.2.3. Pruebas hidrotérmicas

Se realizarán las pruebas que, a criterio del Director, sean necesarias para comprobar el funcionamiento normal en régimen de invierno o verano, obteniendo un estadillo de condiciones hidrotérmicas interiores para unas condiciones exteriores debidamente registradas.

14.18.2.4. Motores

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

14.18.2.5. Ventiladores

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

14.18.2.6. Conductos

En los elementos para la impulsión y captación de aire, se comprobarán los caudales de todos los elementos, admitiéndose que la diferencia entre éstos y los datos de proyecto no sea superior a más o menos diez por ciento (10%).

Antes de que una red de conductos se haga inaccesible por el aislamiento o cierre de obras de albañilería y de falsos techos, es preciso realizar una prueba de estanqueidad para asegurar la perfecta ejecución de los conductos y sus accesorios y del montaje de los mismos. La prueba podrá realizarse sobre la red total o, si ésta es muy grande, podrá subdividirse en partes convenientemente. Las aperturas de terminación de los conductos, donde irán conectadas las rejillas o las unidades terminales, deberán cerrarse por medio de tapones, de chapa u otro material, perfectamente sellados. El montaje de los tapones se hará al mismo tiempo que los conductos para evitar la introducción de cualquier material en ellos y se quitarán en el momento de efectuar la conexión de los elementos terminales.

14.18.3. OTRAS PRUEBAS

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

14.19. RECEPCIÓN

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

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

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

14.19.1. EQUIPOS FRIGORÍFICOS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Los motores y las transmisiones de las plantas enfriadoras de agua deben estar suficientemente protegidos contra accidentes fortuitos del personal. La maquinaria frigorífica y sus elementos complementarios deben estar dispuestos de

forma que todas sus partes sean fácilmente accesibles e inspeccionables y, en particular, las uniones mecánicas deben ser observables en todo momento.

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

14.19.2. ELEMENTOS EMISORES

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

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

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

14.19.3. ELEMENTOS DE BOMBEO

Estarán en posesión de la documentación técnica exigible.

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

- Temperatura
- Grado de corrosividad.
- Características abrasivas.

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

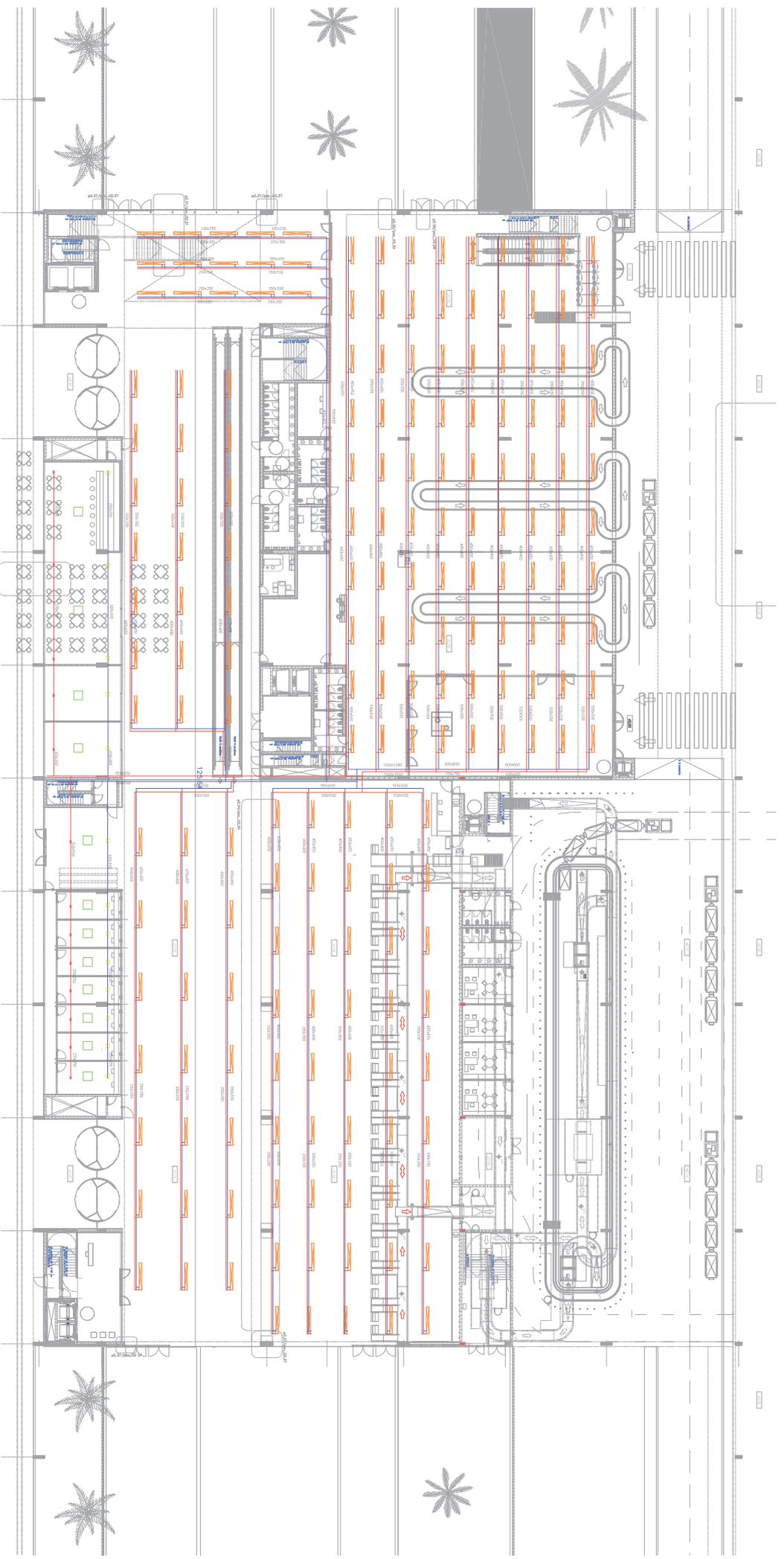
Se comprobarán las condiciones de funcionamiento dadas por el fabricante y si los resultados varían en más de diez por ciento (10%) se rechazará el equipo.

Se realizará una comprobación individual de todos los elementos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica, anotando las condiciones de funcionamiento.

15. BIBIOGRAFÍA

- [1] CTE-DB-HE, Código Técnico de la Edificación de Ahorro de Energía
- [2] IDAE. Condiciones climáticas detalladas IDAE.
- [3] RITE. (2013). Reglamento de instalaciones térmicas en edificios (RITE).
- [4] Reglas Prácticas en diseño de climatización (Moodle)
- [5] Catálogo de ventanas CLIMALIT SGG PLANITHERM
- [6] Catálogo de ISOVER: Soluciones constructivas
- [7] Catálogo de viga fría TROX
- [8] Catálogo de UTA BIKAT
- [9] Catálogo de enfriadora TERMOVEN
- [10] Catálogo de calderas ADISA
- [11] Catálogo de enfriadora CARRIER
- [12] Catálogo de bomba SACI

16. PLANOS



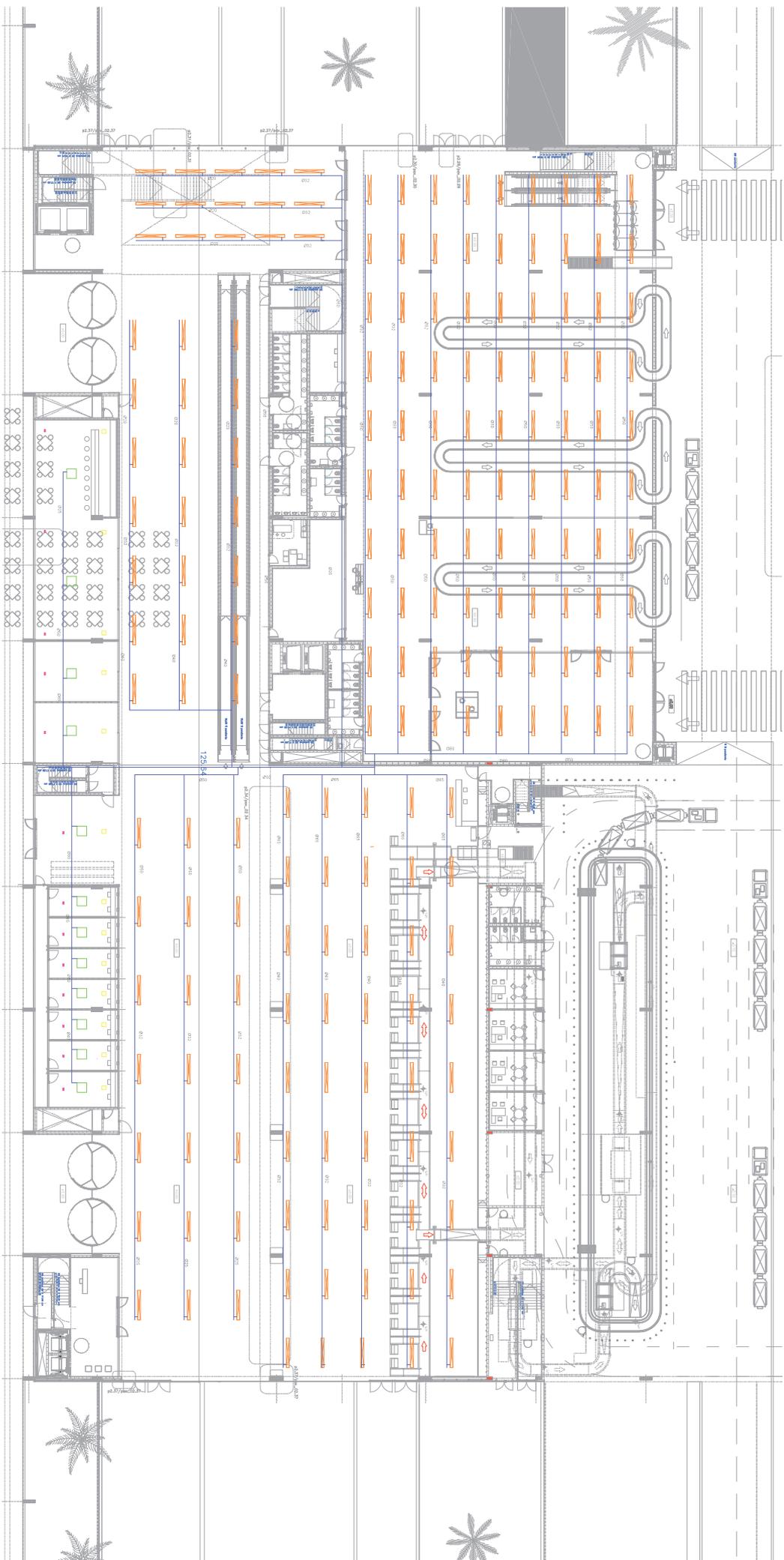
LEYENDA

-  VIGA FRIA
-  FANCOIL
-  DIFUSOR
-  REJILLA
-  CONDUCTO EXTRACCION
-  CONDUCTO IMPULSION

Viga Fria	Trox DID312
Fancoil	Shako - Aquarius Silent SP 30
Difusor	Trox Serie VDW
Rejilla	Trox Serie AR
Conducto	Novatub - 440620

DIBUJADO JOSE MANUEL URGEL
 FECHA 25/06/2018

PLANTA BAJA
 CONDUCTOS



LEYENDA



VIGA FRÍA



FANCOIL



DIFUSOR



REJILLA

CIRCUITO S.RADIANTE

COLECTOR

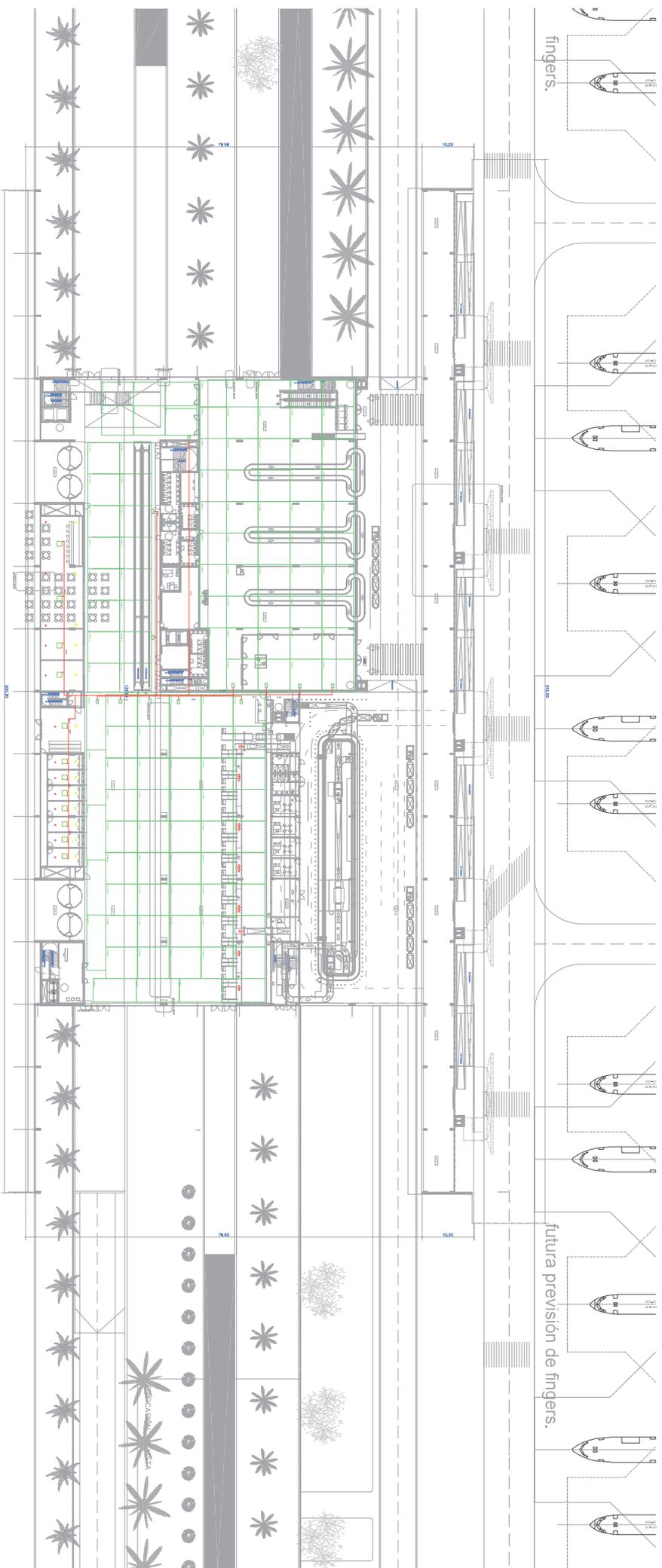
TUBERÍA AGUA CALIENTE

TUBERÍA AGUA FRÍA

Viga Fria	Trox DID312
Fancoil	Shako - Aquarius Silent SP 30
Difusor	Trox Serie VDW
Rejilla	Trox Serie AR
Conducto	Novatub - 440620

DIBUJADO	JOSE MANUEL URGEL
FECHA	25/06/2018

PLANTA BAJA
TUBERIAS AGUA FRÍA



fingers.

futura prevision de fingers.

LEYENDA

- TUBERIA AGUA CALIENTE
- FANCOIL
- DIFUSOR
- REJILLA
- CIRCUITO S.RADIANTE
- COLECTOR

Viga Fria	Trox DID312
Fancoil	Shako - Aquarius Silent SP 30
Difusor	Trox Serie VDW
Rejilla	Trox Serie AR
Conducto	Novatub - 440620
Suelo Radiante	Polytherm Ø16

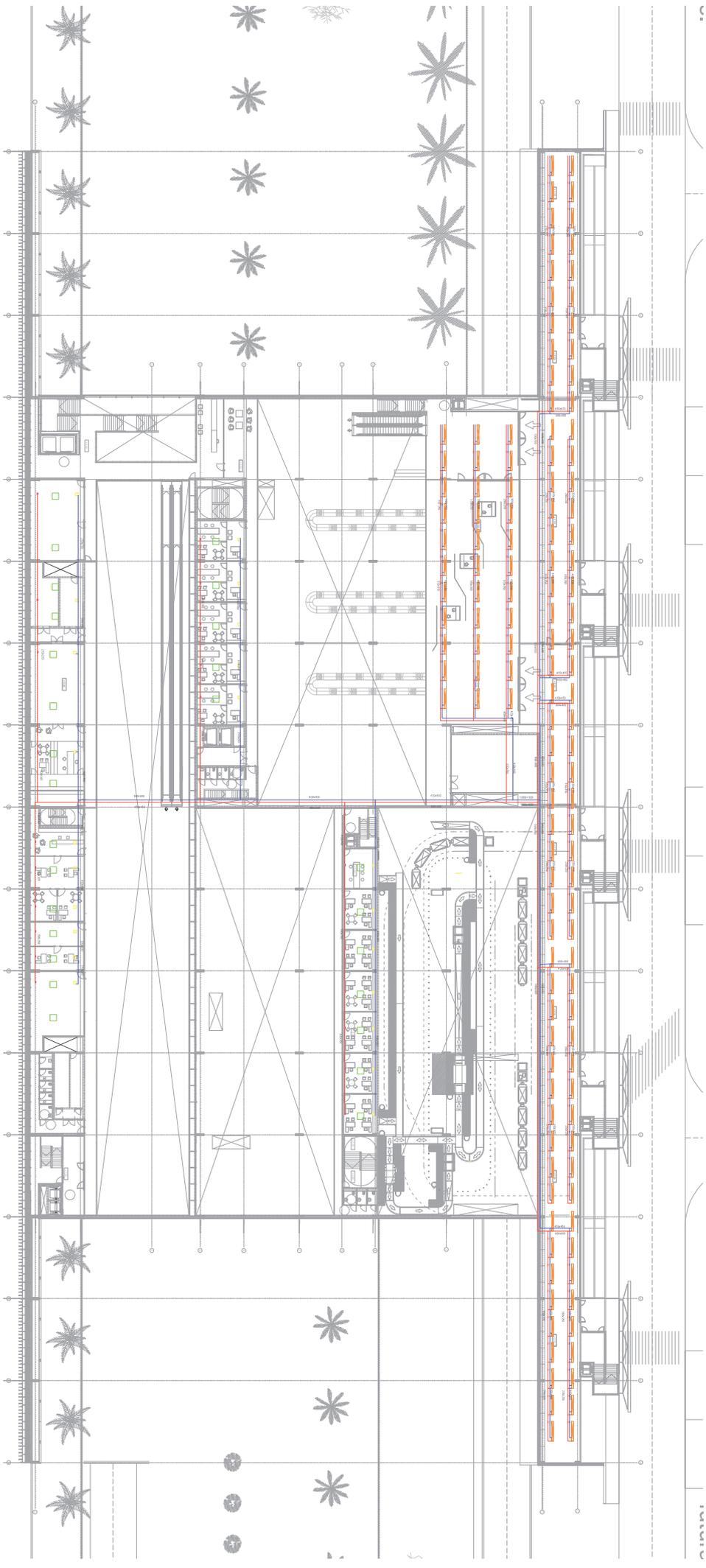
DIBUJADO

JOSE MANUEL URGEL

FECHA

25/06/2018

PLANTA BAJA
TUBERIAS AGUA CALIENTE

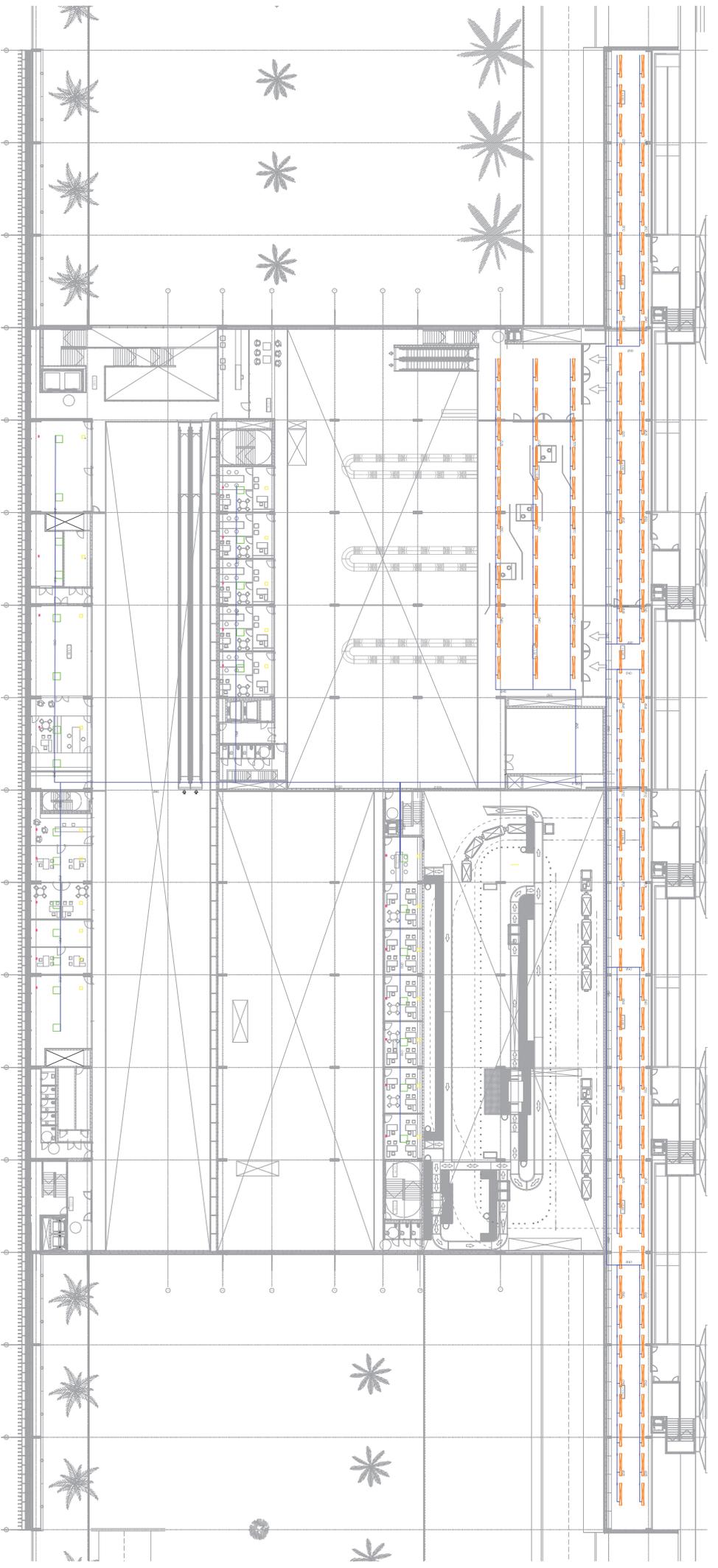


LEYENDA	
	VIGA FRIA
	FANCOIL
	DIFUSOR
	REJILLA
	CONDUCTO EXTRACCION
	CONDUCTO IMPULSION

<i>Viga Fria</i>	Trox DID312
<i>Fancoil</i>	Shako - Aquarius Silent SP 30
<i>Difusor</i>	Trox Serie VDW
<i>Rejilla</i>	Trox Serie AR
<i>Conducto</i>	Novatub - 440620

DIBUJADO	JOSE MANUEL URGEL
FECHA	25/06/2018

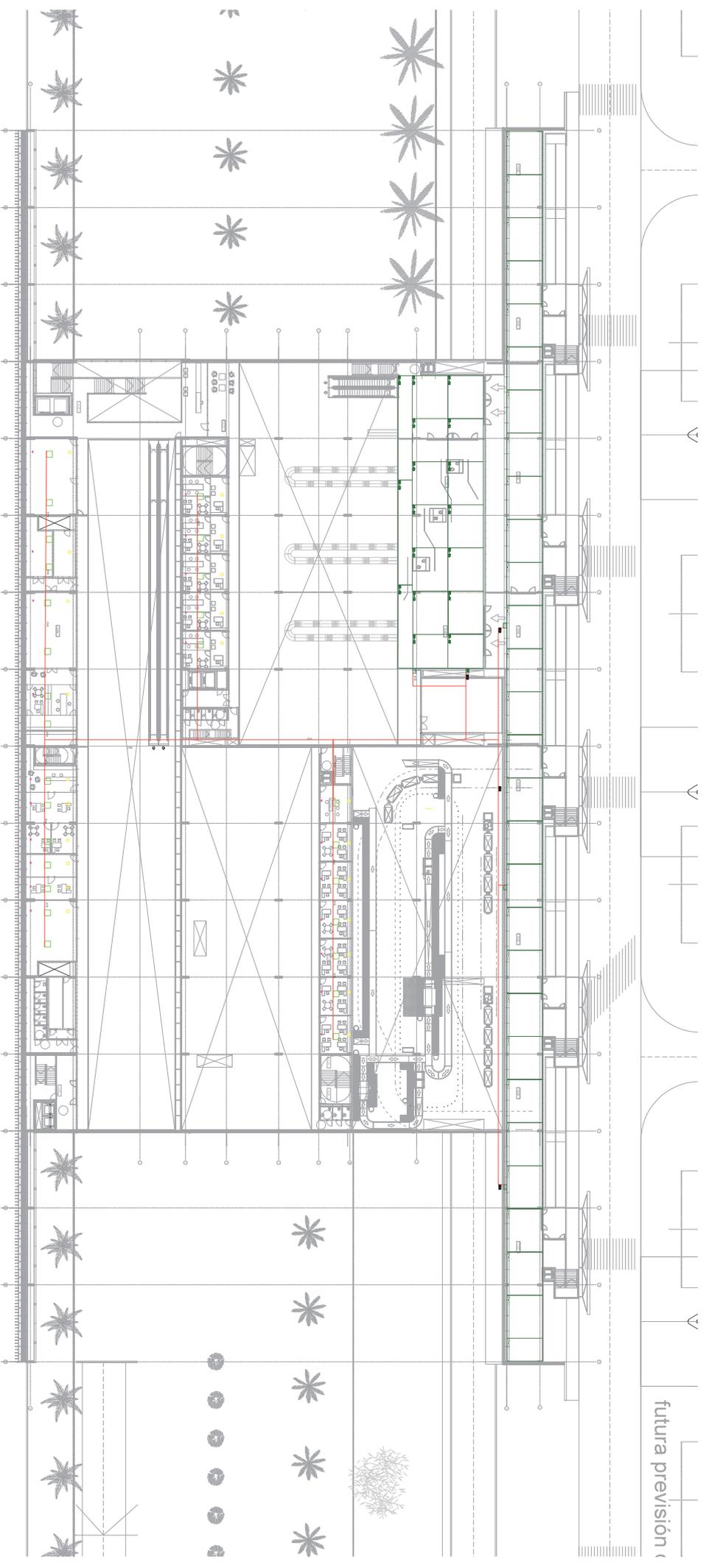
PLANTA ALTILLO
CONDUCTOS



LEYENDA	
	VIGA FRÍA
	FANCOIL DIFUSOR
	REJILLA
	TUBERIA AGUA CALIENTE
	TUBERIA AGUA FRÍA

DIBUJADO	JOSE MANUEL URGEL
FECHA	25/06/2018

PLANTA ALTILLO
TUBERIAS AGUA FRÍA



futura previsión

LEYENDA

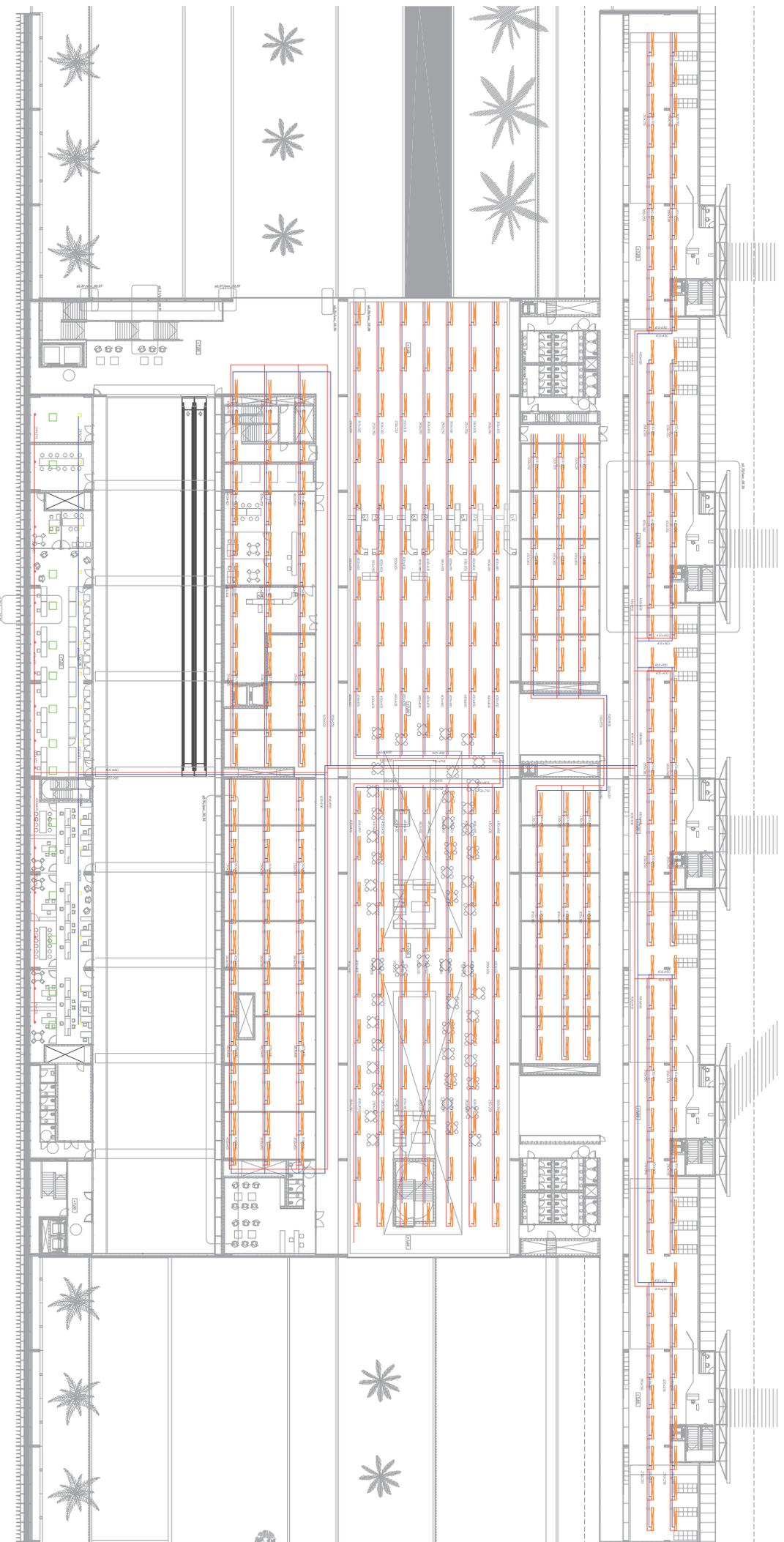
- FANCOIL
- DIFUSOR
- REJILLA
- TUBERÍA AGUA CALIENTE

Viga Fria	Trox DID312
Fancoil	Shako - Aquarius Silent SP 30
Difusor	Trox Serie VDW
Rejilla	Trox Serie AR
Conducto	Novatub - 440620

DIBUJADO JOSÉ MANUEL URGEL

FECHA 25/06/2018

PLANTA ALTILLO
TUBERIAS AGUA
CALIENTE



LEYENDA

VIGA FRÍA

FANCOIL

DIFUSOR

REJILLA

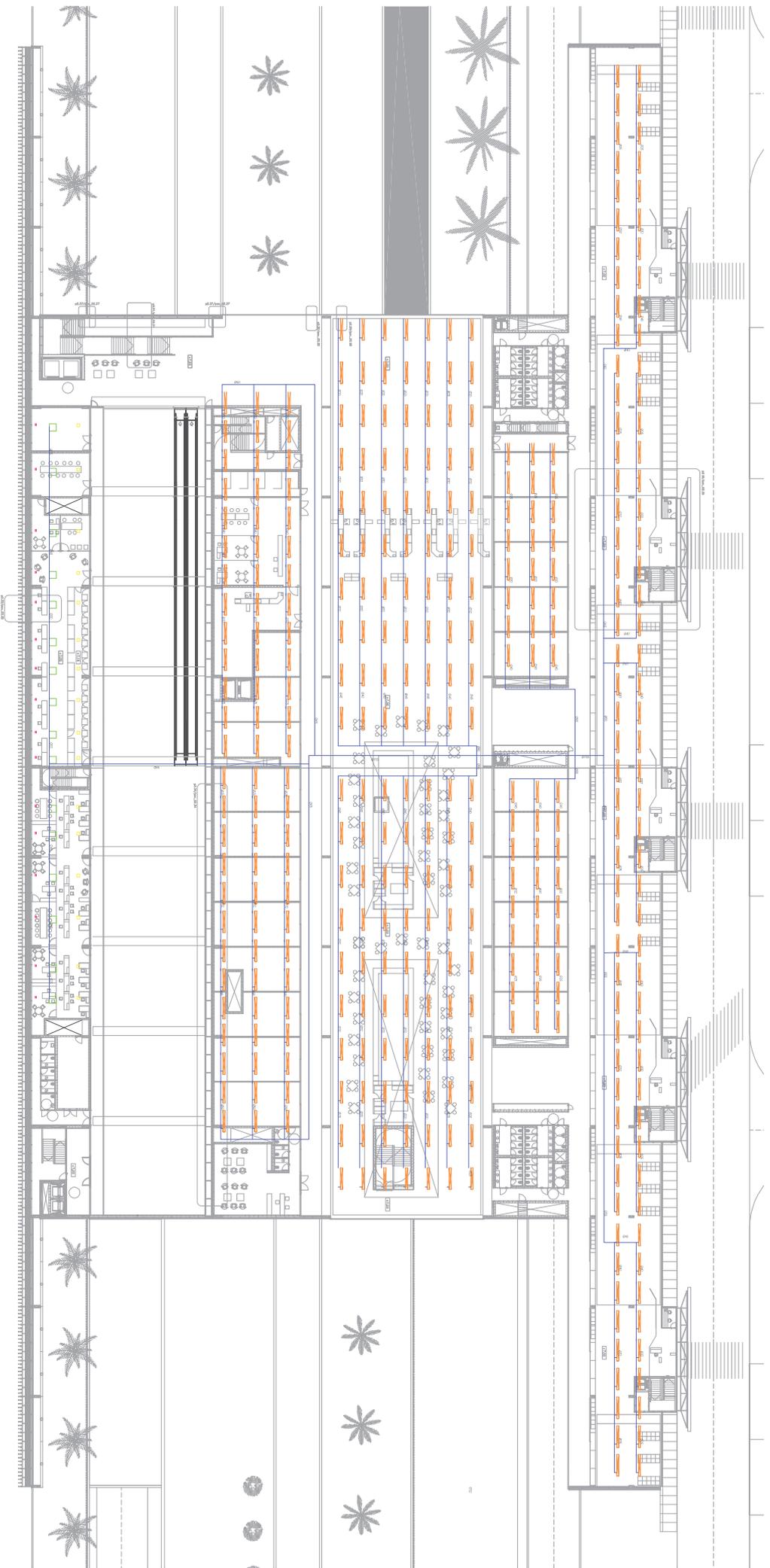
CONDUCTO EXTRACCION

CONDUCTO IMPULSION

Viga Fría	Trox DID312
Fancoil	Shako - Aquarius Silent SP 30
Difusor	Trox Serie VDW
Rejilla	Trox Serie AR
Conducto	Novatub - 440620

DIBUJADO	JOSE MANUEL URGEL
FECHA	25/06/2018

PLANTA PRIMERA
CONDUCTOS



LEYENDA

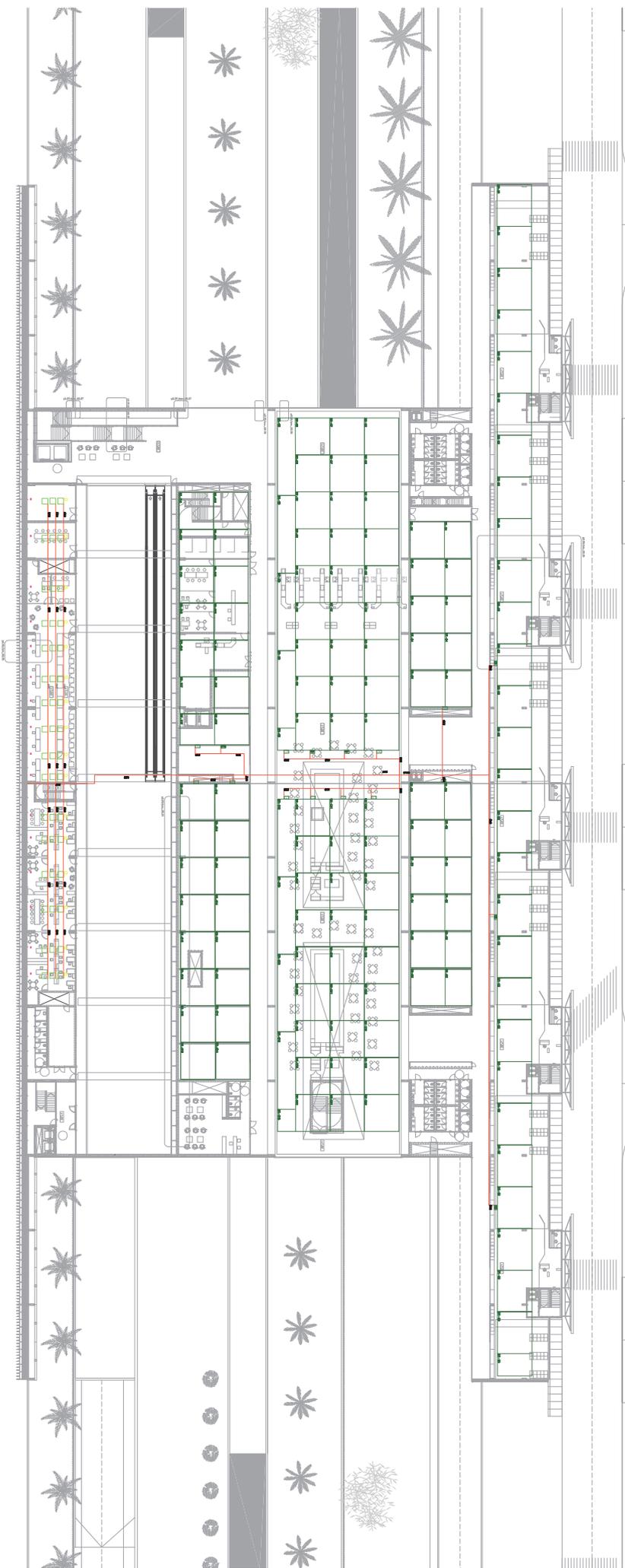
	VIGA FRIA
	FANCOIL
	DIFUSOR
	REJILLA
	TUBERÍA AGUA CALIENTE
	TUBERÍA AGUA FRIA

Viga Fria	Trox DID312
Fancoil	Shako - Aquarius Silent SP 30
Difusor	Trox Serie VDW
Rejilla	Trox Serie AR
Conducto	Novatub - 440520

DIBUJADO	JOSE MANUEL URGEL
FECHA	25/06/2018

PLANTA PRIMERA
TUBERIAS AGUA FRIA

ingers. futura prevision

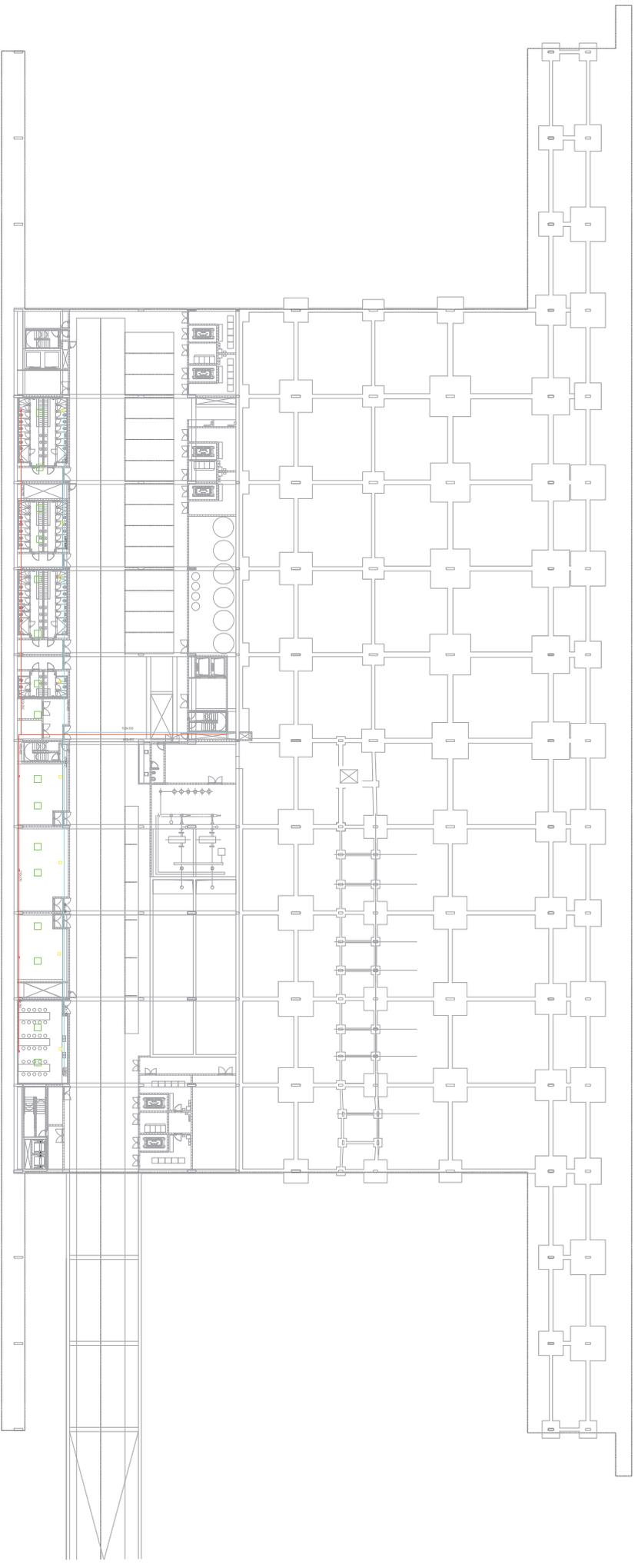


LEYENDA	
	TUBERIA AGUA CALIENTE
	FANCOIL
	DIFUSOR
	REJILLA
	CIRCUITO S.RADIANTE
	COLECTOR

<i>Viga Fria</i>	Trox DID312
<i>Fancoil</i>	Shako - Aquarius silent SP 30
<i>Difusor</i>	Trox Serie VDW
<i>Rejilla</i>	Trox Serie AR
<i>Conducto</i>	Novatub - 440620

DIBUJADO	JOSE MANUEL URGEL
FECHA	25/06/2018

PLANTA PRIMERA
TUBERIAS AGUA CALIENTE



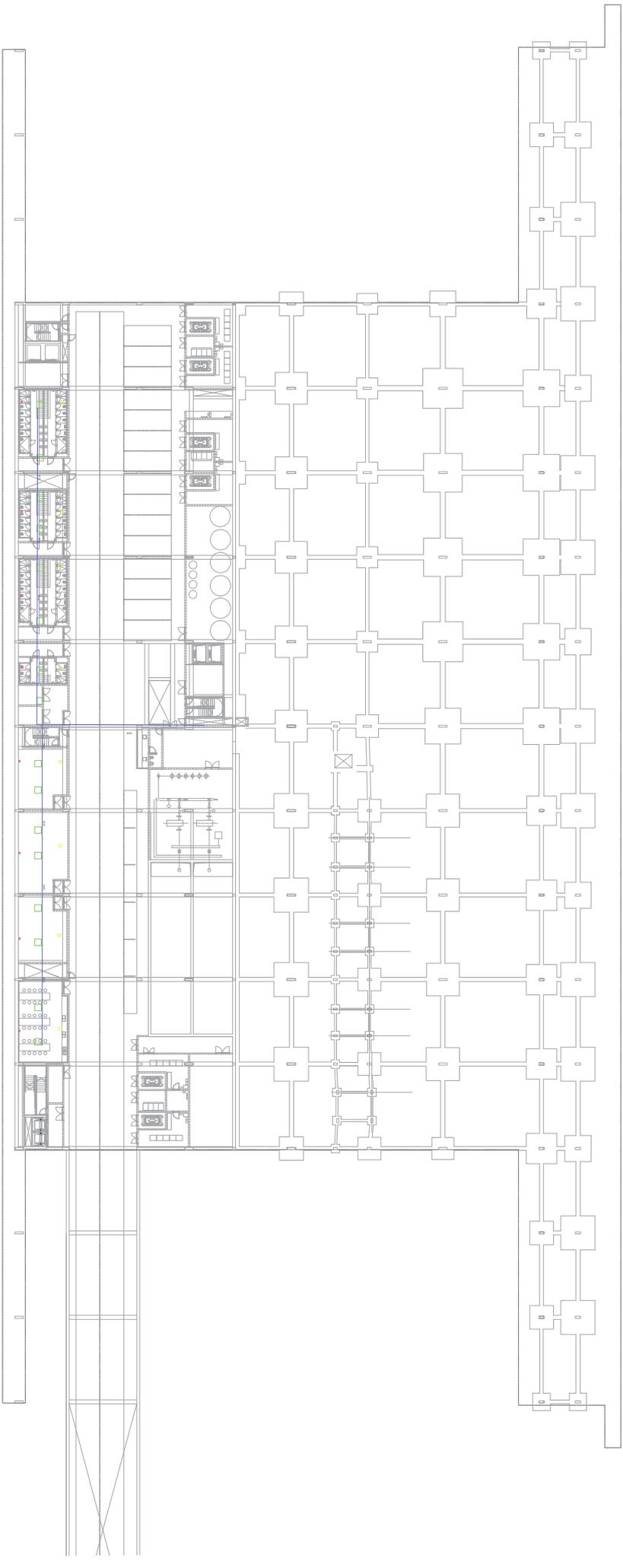
LEYENDA

-  VIGA FRÍA
-  FANCOIL
-  DIFUSOR
-  REJILLA
-  CONDUCTO EXTRACCIÓN
-  CONDUCTO IMPULSIÓN

Viga Fría	Trox DID312
Fancoil	Shako - Aquarius Silent SP 30
Difusor	Trox Serie VDW
Rejilla	Trox Serie AR
Conducto	Novatub - 440620

DIBUJADO	JOSE MANUEL URGEL
FECHA	25/06/2018

PLANTA SOTANO
CONDUCTOS



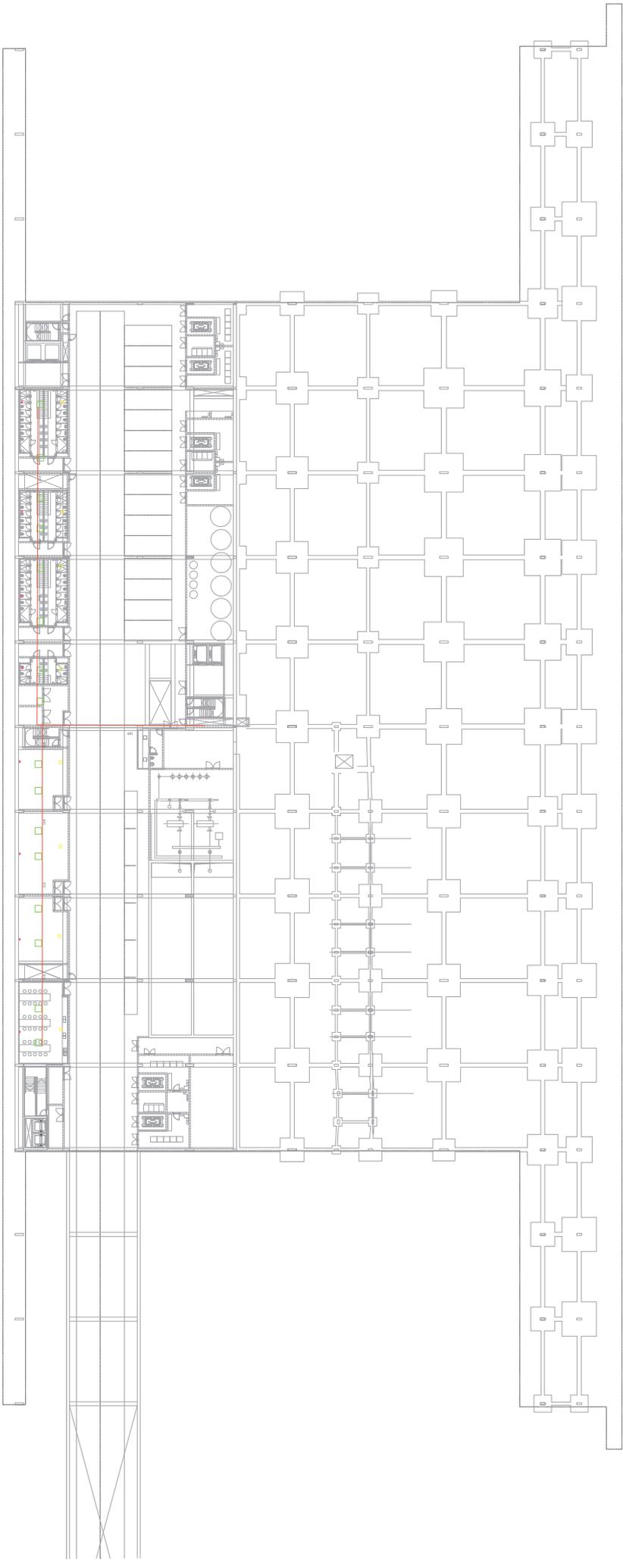
LEYENDA

-  VIGA FRÍA
-  FANCOIL
-  DIFUSOR
-  REJILLA
-  TUBERÍA AGUA CALIENTE
-  TUBERÍA AGUA FRÍA

Viga Fría	Trox DID312
Fancoil	Shako - Aquarius Silent SP 30
Difusor	Trox Serie VDW
Rejilla	Trox Serie AR
Conducto	Novatub - 440620

DIBUJADO JOSE MANUEL URGEL
 FECHA 25/06/2018

PLANTA SOTANO
 TUBERIAS FRIO



LEYENDA

	VIGA FRÍA
	FANCOIL
	DIFUSOR
	REJILLA
	TUBERÍA AGUA CALIENTE
	TUBERÍA AGUA FRÍA

<i>Viga Fría</i>	Trox DID312
<i>Fancoil</i>	Shako - Aquarius Silent SP 30
<i>Difusor</i>	Trox Serie VDW
<i>Rejilla</i>	Trox Serie AR
<i>Conducto</i>	Novatub - 440620

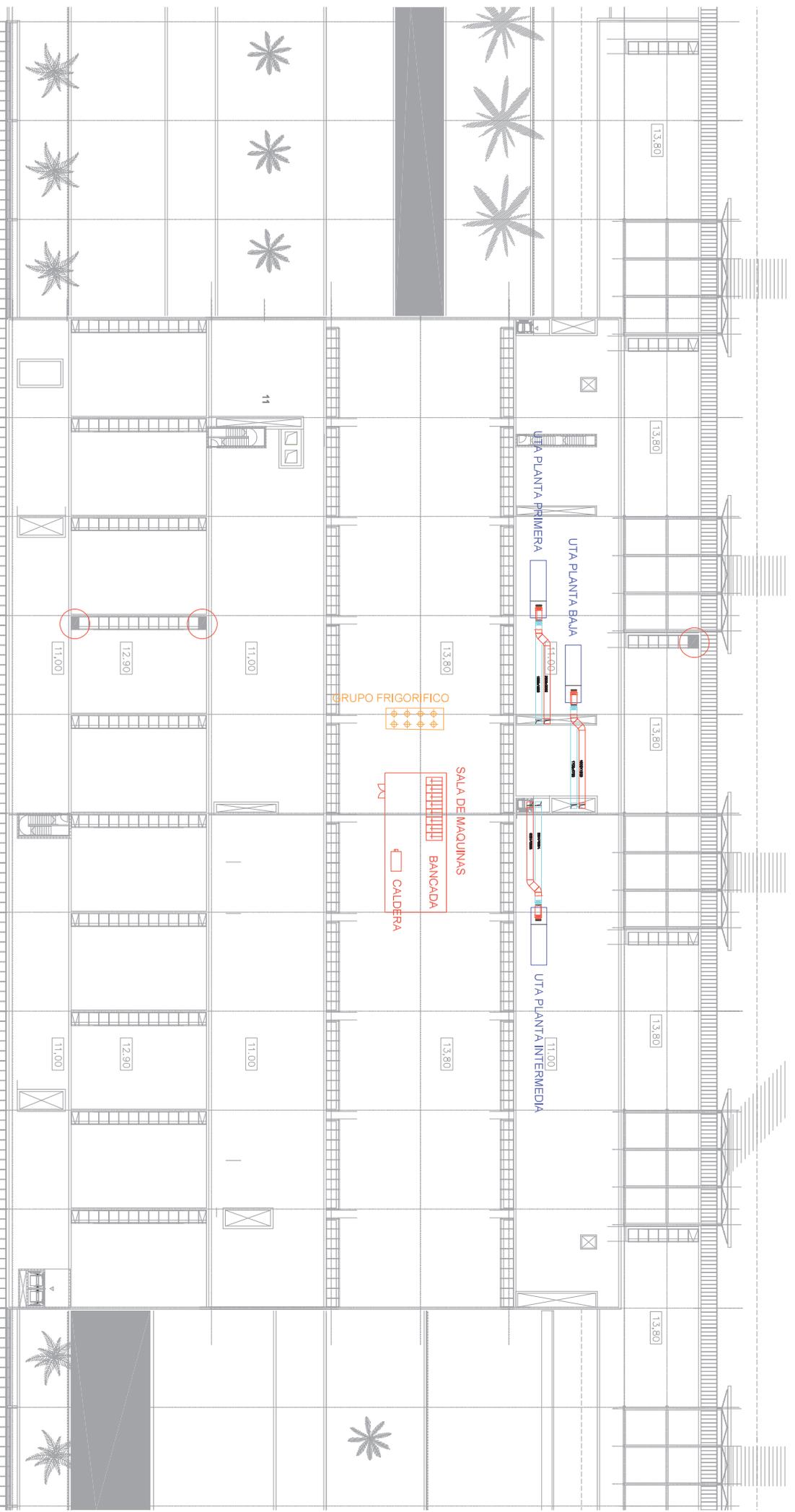
DIBUJADO

JOSE MANUEL URGEL

FECHA

25/06/2018

PLANTA SOTANO
TUBERIAS CALIENTE



UTA Planta Baja	Bikat Serie BK 10
UTA Planta Intermedia	Bikat Serie BK 10
UTA Planta Primera	Bikat Serie BK 10
Caldera	ADISA ADI CD 450
Grupo frigorifico	Carrier 30XWH - 1762

DIBUJADO	JOSE MANUEL URGEL
FECHA	25/06/2018

PLANTA CUBIERTA EQUIPOS

