

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Sección de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL**

TITULACIÓN

GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

AUTORA

MARÍA FERNANDA CARRILLO PÉREZ

TUTOR

JOSÉ FLORENCIO NEGRÍN ORÁN

JULIO 2019

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Sección de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL**

ÍNDICE GENERAL

AUTORA

MARÍA FERNANDA CARRILLO PÉREZ

ÍNDICE

1. Abstract.....	4
2. Hoja de identificación.....	5
3. Objeto.....	6
4. Alcance.....	6
5. Antecedentes.....	6
6. Normas y referencias.....	7
6.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	7
6.2. Bibliografía.....	8
6.2.1. Otra bibliografía.....	8
6.3. Programas de cálculo y softwares empleados.....	9
7. Definiciones y abreviaturas.....	9
8. Requisitos de diseño.....	10
8.1. Emplazamiento y Descripción del edificio.....	10
8.2. Condiciones exteriores del proyecto.....	11
8.3. Condiciones interiores del proyecto.....	12
8.4. Requisitos del cliente.....	13
9. Análisis de soluciones y resultados.....	14
9.1. Estimación de cargas térmicas.....	14
9.2. Selección de las unidades terminales.....	16
9.3. Selección de la máquina de producción frigorífica y calorífica.....	18
9.4. Descripción de la instalación hidráulica.....	20
9.5. Selección de bombas.....	22

9.6. Selección del material y diámetro de tuberías.....	23
9.7. Selección del depósito de inercia.....	24
9.8. Selección del vaso de expansión.....	25
9.9 Selección del aislamiento.....	25
9.10. Elementos adicionales de la instalación hidráulica.....	26
10. Conclusiones.....	27

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Condiciones de proyecto	3
3. Ganancias por insolación de las superficies de vidrio	6
4. Transmisión de calor a través de las estructuras del edificio	8
5. Infiltraciones y ventilación	12
6. Ganancias interiores	16
7. Ganancias totales	17
8. Potencia de refrigeración	18
9. Tablas de Resultados	21

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Caudal de la instalación	3
3. Cálculo y dimensionado de los conductos	4
4. Cálculo de las pérdidas de carga en tuberías	5
5.-Cálculo de las pérdidas de carga en accesorios y en la batería	8
6. Tablas de Resultados	11

ÍNDICE

1.-Introducción	3
2. Cálculo y dimensionamiento del circuito primario	3
3. Cálculo del volumen del depósito de inercia	4
4. Tablas de Resultados	5

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Cálculo del vaso de expansión	3
3. Resultados	4

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Cálculo del espesor de aislamiento	3
3. Resultados	5

ÍNDICE

- 1. Ficha técnica de las unidades terminales (fancoils), Aermec-Airlan.**
- 2. Ficha técnica de la máquina de producción frigorífica y calorífica, Aermec-Airlan.**
- 3. Ficha técnica Wilo: bomba refrigeración circuito primario.**
- 4. Ficha técnica Wilo: bomba calefacción circuito primario.**
- 5. Ficha técnica Wilo: bomba refrigeración circuito secundario.**
- 6. Ficha técnica Wilo: bomba calefacción circuito secundario.**
- 7. Ficha técnica tuberías blue pipe Aquatherm.**
- 8. Ficha técnica Armaflex AF.**
- 9. Ficha técnica Armaflex SH.**
- 10. Hoja identificativa depósito de inercia térmica, Mecalia.**
- 11. Catálogo Ibaiondo para vaso de expansión.**

ÍNDICE

- 1. Situación**
- 2. Emplazamiento**
- 3. Distribución planta baja**
- 4. Distribución planta alta**
- 5. Conductos instalación hidráulica planta baja**
- 6. Conductos instalación hidráulica planta alta**
- 7. Esquema de principio hidráulico refrigeración**
- 8. Esquema de principio hidráulico calefacción**
- 9. Nombre tramos circuito secundario**

ÍNDICE

- 1. Equipos..... 3**
- 2. Tuberías..... 4**
- 3. Accesorios.....4**
- 4. Aislamiento..... 5**
- 5. Mano de obra.....5**
- 6. Resumen de presupuesto.....6**

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL**

MEMORIA

AUTORA

MARÍA FERNANDA CARRILLO PÉREZ

ÍNDICE

1. Abstract.....	4
2. Hoja de identificación.....	5
3. Objeto.....	6
4. Alcance.....	6
5. Antecedentes.....	6
6. Normas y referencias.....	7
6.1. Disposiciones legales y normas aplicadas.....	7
6.2. Bibliografía.....	8
6.2.1. Otra bibliografía.....	8
6.3. Programas de cálculo y softwares empleados.....	9
7. Definiciones y abreviaturas.....	9
8. Requisitos de diseño.....	10
8.1. Emplazamiento y Descripción del edificio.....	10
8.2. Condiciones exteriores del proyecto.....	11
8.3. Condiciones interiores del proyecto.....	12
8.4. Requisitos del cliente.....	13
9. Análisis de soluciones y resultados.....	14
9.1. Estimación de cargas térmicas.....	14
9.2. Selección de las unidades terminales.....	16
9.3. Selección de la máquina de producción frigorífica y calorífica.....	18
9.4. Descripción de la instalación hidráulica.....	20
9.5. Selección de bombas.....	22
9.6. Selección del material y diámetro de tuberías.....	23

9.7. Selección del depósito de inercia.....	24
9.8. Selección del vaso de expansión.....	25
9.9 Selección del aislamiento.....	25
9.10. Elementos adicionales de la instalación hidráulica.....	26
10. Conclusiones.....	27

1. Abstract

The main objective of this Project is to design and calculate the climate control system of a rural hotel. The hotel will have ten rooms and will be located at La Esperanza. In order to acondionate the different areas it is necessary to accomplish the following tasks.

The first thing needed to be done, was designing the hotel while defining all the necessary properties to be able to calculate the thermal loads. Once the demanded termal power per room was already calculated, the next step was to select the optimum equipment to each one.

After that, the hidraullic system was design with its corresponding calculation of load losses, water flow and pipe diameters. While having all this information, we could select the water treatment unit and the necessary insulation for the pipes.

Finally, base on the previous calculation, the pumps, the inertia tanks and the expansion device for the installation were chosed.

Having done all this, we could guarantee the comfort and well being conditions required by the specifications inside the acondionated rooms.

2. Hoja de identificación

Proyecto

Título: Diseño y cálculo del sistema de climatización de un hotel rural.

Peticionario

Nombre: escuela Superior de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de La Laguna.

Dirección: Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, s/n, San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife.

Proyectista

Nombre: María Fernanda Carrillo Pérez

DNI: 54063632Q

Email: alu0100821406@alu.edu.es

3. Objeto

El objetivo principal de este trabajo de fin de grado es el diseño y cálculo del sistema de climatización de un hotel rural de diez habitaciones, ubicado en La Esperanza. Con dicho sistema se pretende garantizar las condiciones de confort y bienestar dentro de las estancias del hotel, cuando la demanda sea tanto de refrigeración como de calefacción.

Además, se tratará llevar a cabo dicho fin de la manera más eficiente posible y cumpliendo con la normativa vigente.

4. Alcance

El presente proyecto se encuentra dentro del ámbito de la ingeniería industrial, concretamente en el entorno de dimensionamiento y cálculo de las instalaciones térmicas.

El proyecto se podría dividir, fundamentalmente, en las siguientes etapas:

- Diseño y dimensionado del hotel
- Cálculo de la demanda frigorífica y calorífica de cada habitación.
- Selección de las unidades terminales
- Diseño y cálculo de la instalación hidráulica
- Selección del aislamiento necesario para la red de tubería.
- Selección de la unidad de producción frigorífica y calorífica
- Cálculo y selección de bombas, depósito de inercia y vaso de expansión

Finalmente, también se realizará un presupuesto que refleje el coste económico aproximado que supondría la ejecución del proyecto.

5. Antecedentes

El RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios) nos define la climatización como “la acción de dar a un espacio cerrado las condiciones de temperatura, humedad relativa, calidad del aire y, a veces, también de presión, necesarias para el bienestar de las personas y/o la conservación de las cosas”.

Según el IDAE (Instituto para la Diversificación y ahorro de la Energía), en el año 2016 el 63,17% del consumo energético del sector residencial, fue destinado a la climatización;

ya sea calefacción, refrigeración o producción de agua caliente sanitaria. Por tanto, se puede apreciar la importancia que tienen los sistemas de climatización en la industria energética y la demanda que suponen dentro del mercado actual.

Por otro lado, hoy en día existen diversas formas de climatizar un espacio. Sin embargo, las bombas de calor presentan las siguientes ventajas con respecto a otros sistemas:

- Son más respetuosos con el medio ambiente: al contrario que otros equipos, no utilizan combustibles fósiles. Su principal fuente de energía es el aire, la cual es renovable, gratuita e inagotable. De hecho, si el origen de la electricidad que necesitan para trabajar también es renovable, se podrán considerar como sistemas de energía totalmente limpia.
- A pesar de la inversión inicial, representan un gran ahorro energético a lo largo del tiempo: El rendimiento de las bombas térmicas se mide con una cifra denominada COP o coeficiente de rendimiento (coefficient of performance), que es resultado de dividir la potencia suministrada entre la consumida. Dependiendo del modelo y las condiciones ambientales, el COP de las bombas de calor varía entre 2 y 5 mientras que, el COP de una caldera de gas ronda el 0,9 y el de un radiador eléctrico, el 1.

En base a esto, las instalaciones de bombas de calor son una gran opción; más aun tratándose de un hotel donde la demanda va a ser elevada y se buscará obtener el máximo rendimiento al menor coste económico posible.

6. Normas y referencias

6.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

- UNE 100014:2004. Climatización. Bases para el proyecto. Condiciones exteriores de cálculo.
- UNE 100001:2001. Climatización. Condiciones climáticas para proyectos.
- UNE-EN ISO 13789:2007. Prestaciones térmicas de los edificios. Coeficientes de transferencia de calor por transmisión y ventilación. Método de cálculo.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio, B.O.E N° 207 publicado 29/08/2007, y normas UNE asociadas de obligado cumplimiento.

- Corrección de errores del RD 1027/2007 de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- RD 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por el RD 1027/2007, de 20 de julio.
- Corrección de errores del RD 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por el RD 1027/2007, de 20 de julio.
- RD 238/2013, 5 de abril, por el que se modifican determinados artículos e instrucciones del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por el RD 1027/2007, de 20 de julio.
- UNE 100155:2004. Climatización. Diseño y cálculo de sistemas de expansión.
- UNE-EN ISO 5455:1996. Dibujos técnicos. Escalas.
- UNE 157001: Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.

6.2. Bibliografía

- Manual de Aire Acondicionado Carrier, Marcombo, 2009.
- Mecánica de Fluidos Incompresibles y Turbomáquinas Hidráulicas, Jose Agüera Soriano, Ciencia 3 S.L, 5 Edición.
- Transferencia de Calor y Masa, Yunus A. Çengel, McGraw Hill, 2007.
- Guía Técnica de Instalaciones de Climatización por Agua, Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración, IDAE.
- Guía Técnica de Condiciones Exteriores de Proyecto, Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración, IDAE.

6.2.1 Otra bibliografía:

- <https://www.grafcan.es/>
- http://www.kieback-peter-iberica.es/FRESE_web/downloads/Catalogo-FRESE-ABR19/accesorios.pdf
- http://www.airlan.es/wp-content/uploads/2017/01/NRP50HZ_ES_rev01_print.pdf

- Catálogo Aquatherm, <https://aquatherm.es/area-tecnica/documentacion/>
- Catálogo Aermec, <https://global.aermec.com/es/products/>
- Catálogo Isover, <https://www.isover.es/productos/>
- Catálogo Ibaiondo, http://www.ibaiondo.es/descargas/catalogo_IBAIONDO.pdf
- Catálogo Salvador Escoda, <http://salvadorescoda.com>

6.3. Programas de cálculo y software empleados

- Microsoft Office Excel 2016: Uso de hojas Excel para la realización de los cálculos como estimación de cargas térmicas, diámetros mínimos, pérdidas de carga, etc.
- AutoCAD 2017: Para el diseño, modelado y realización de planos.
- Wilo Select 4: Software online para la selección de bombas.
- Grundfos: Software online para la selección de bombas.

7. Definiciones y abreviaturas

- **Calor sensible:** es aquel que recibe un cuerpo o un objeto y hace que aumente su temperatura sin afectar su estructura molecular y por lo tanto su estado.
- **Calor latente:** es la energía requerida por una cantidad de sustancia para cambiar de estado.
- **Temperatura seca:** es la temperatura indicada por un termómetro cuyo elemento sensible está protegido de la radiación.
- **Temperatura húmeda:** es la indicada por un termómetro cuyo elemento sensible se mantiene humedecido.
- **Humedad absoluta:** humedad absoluta es la cantidad de vapor de agua contenido en un determinado volumen de aire.
- **Humedad relativa:** Es la relación entre cantidad de vapor de agua contenida en el aire (humedad absoluta) y la máxima cantidad que el aire sería capaz de contener a esa temperatura (humedad absoluta de saturación).
- **Grado día:** es la suma de diferencias de temperatura entre una temperatura base dada (15 °C) y la temperatura media exterior a lo largo de un periodo de tiempo definido.

- **ACS:** Agua caliente sanitaria
- **PPR:** Polipropileno Copolímero Random.

8. Requisitos de diseño

8.1. Emplazamiento y descripción del edificio

Emplazamiento:

El edificio estará localizado en el municipio de El Rosario, que se encuentra al norte de la isla de Tenerife.

Dirección: Camino Salto Los Riveros, s/n, 38032, El Rosario, Santa Cruz de Tenerife.

Coordenadas: 28° 27' 07,45" N, 16° 21' 44,63" O

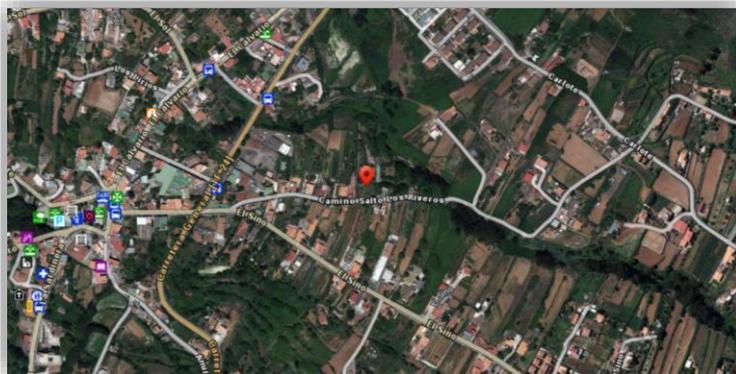


Imagen 1. Imagen satelital del emplazamiento. Fuente: www.grafcan.es.

Descripción de edificio:

Se trata de un edificio de 2 plantas con 217.54 m de superficie que cuenta con 10 dormitorios, 7 dobles y 3 simples, los cuales serán los espacios a climatizar; consultar *Planos 3 y 4*.

La altura desde el suelo del forjado de la planta baja hasta el suelo del forjado de la planta alta es de 3,5 m; siendo 30 cm el ancho del forjado. El edificio cuenta con un falso techo de 50 cm, colocado a 2,7 m del suelo.

Respecto a los materiales empleados hay que diferenciar entre paredes exteriores, paredes interiores, y techo/suelo:

- Paredes exteriores: están constituidas por ladrillo de paramento de 10 cm, más un muro de hormigón (ligero) de 20 cm de espesor con un revestimiento de yeso (10 mm) y enlucido de arena (12 mm).
- Paredes interiores: están constituidas por ladrillo hueco de 20 cm (146 kg/m²) y un revestimiento de entramado metálico enlucido sobre forro más enlucido de arena (20 mm).
- Techos/suelos: se tratará de un suelo/techo embaldosado con pavimento de hormigón enlucido de arena (10 cm) más entramado metálico enlucido y enlucido de arena de 20 mm.

En cuanto a ventanas y puertas se dispone de la siguiente información de partida:

- Ventanas: están fabricadas con vidrio sencillo y tienen un marco metálico. Todas tendrán un alto de 1,20 m.
- Puertas: son de madera, de 2,1m de alto y 0,9 m de ancho.

8.2. Condiciones exteriores de proyecto

Las condiciones exteriores son la temperatura seca, la temperatura húmeda, la altitud, la velocidad del viento, la oscilación media diaria (OMD) y los grados días (GD). Estas vendrán dadas por el emplazamiento del local y variarán a lo largo del año.

En la guía técnica de condiciones climáticas exteriores de proyecto podemos encontrar la información necesaria tanto para refrigeración como para calefacción. Los datos de esta guía proceden de la Agencia Estatal de Meteorología, y pertenecen a todas las estaciones meteorológicas que han podido facilitar registros horarios de temperatura ambiente con una antigüedad mínima de 10 años.

Provincia	Estación					Indicativo	
S.C. Tenerife	Los Rodeos (Aeropuerto Tenerife Norte)					C447A	
UBICACIÓN: AEROPUERTO			Nº DE OBSERVACIONES Y PERIODO				
a.s.n.m. (m)	Lat.	Long.	T seca	Hum. relativa	T terreno	Rad	
617	28°28'10"	16°19'04" W	60.616	14.597			
CONDICIONES PROYECTO CALEFACCIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÍNIMA)							
TSMIN (°C)	TS_99,6 (°C)	TS_99 (°C)	OMDC (°C)	HUMcoin (%)	OMA (°C)		
5,2	8,2	8,9	7,5	84,7	23,4		
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA SECA EXTERIOR MÁXIMA)							
TSMAX (°C)	TS_0,4 (°C)	THC_0,4 (°C)	TS_1 (°C)	THC_1 (°C)	TS_2 (°C)	THC_2 (°C)	OMDR (°C)
39,2	31,6	20,4	28,6	19,4	26,4	18,7	12,4
CONDICIONES PROYECTO REFRIGERACIÓN (TEMPERATURA HÚMEDA EXTERIOR MÁXIMA)							
TH_0,4 (°C)	TSC_0,4 (°C)	TH_1 (°C)	TSC_1 (°C)	TH_2 (°C)	TSC_2 (°C)		
21,4	21,4	20,4	20,4	19,6	19,6		

Imagen 2. Imagen de las condiciones exteriores de proyecto del Aeropuerto Tenerife Norte. Fuente: Guía Técnica de Condiciones Exteriores de Proyecto.

Cabe mencionar que los datos que se tomarán de la guía corresponden a los de la estación de Los Rodeos (Aeropuerto Tenerife Norte); la cual, aunque no es la localización exacta del edificio, es muy próxima a esta.

La norma UNE 100-014:2004 nos proporciona datos sobre el nivel percentil en base al que debemos trabajar, el cual es el porcentaje de horas anuales en los que la temperatura de la localidad es sobrepasada por un cierto valor. Dado a que se trata de un hotel y, según nos indica la norma, no es un edificio de consideración especial, se tomará el nivel percentil del 97,5% para los cálculos de calefacción y el nivel percentil del 5% para los cálculos de refrigeración.

8.3. Condiciones interiores de proyecto

La temperatura y la humedad relativa del espacio interior vienen fijadas por el RITE en base a la actividad metabólica de las personas, su grado de vestimenta y el porcentaje estimado de ocupantes insatisfechos (PPD). En la siguiente tabla se recogen los límites entre los que estarán comprendidas las condiciones interiores para el caso de personas con actividad metabólica sedentaria de 1,2 met, grado de vestimenta de 0,5 clo en verano y 1 clo en invierno y un PPD entre el 10 y el 15%.

Tabla 1.4.1.1 Condiciones interiores de diseño		
Estación	Temperatura operativa °C	Humedad relativa %
Verano	23...25	45...60
Invierno	21...23	40...50

Tabla 1. Condiciones interiores de diseño. Fuente: RITE

Finalmente, se tomarán una temperatura de 24 °C y 50% de humedad relativa para verano; y una temperatura de 22 °C y 40% de humedad relativa para invierno.

8.4. Requisitos del cliente

A continuación, se enumera una serie de requisitos a cumplir impuestos por el cliente:

- 1- Se debe garantizar que la demanda de climatización quede cubierta durante todo el año. Debido a la localización del edificio, habrá épocas en que una habitación demande calor y otra demande frío; como se podrá comprobar con los resultados de la estimación de cargas térmicas. Por tanto, es conveniente realizar una instalación a cuatro tubos (impulsión-retorno agua fría e impulsión-retorno agua caliente) con la que la demanda quede cubierta tanto para calefacción como para refrigeración.
- 2- Las unidades terminales (fancoils) tendrán que ser silenciosas. Esta petición es razonable puesto que al tratarse de un hotel se busca proporcionar el máximo confort al huésped y habrá que evitar ruidos que puedan incomodarle. Además, nos lleva a desechar la idea de instalar equipos autónomos que generarían niveles sonoros más elevados que los que se obtendrán con nuestra instalación y que son menos eficientes energéticamente.
- 3- Los conductos de la instalación hidráulica irán por el pasillo del edificio. Esto facilita el acceso a la instalación tanto durante la fase de montaje, como en caso de que se tenga que acceder a ella posteriormente.
- 4- Los equipos y las instalaciones que sean necesarias se montarán en el falso techo y a 25 cm del forjado, lo que mejorará la estética de las zonas por las que transcurran las mismas.

- 5- La sala de máquinas en la que se encontrarán la máquina climatizadora y el resto de los equipos estarán ubicados en el exterior del edificio. De esta forma se evitarán posibles vibraciones y ruidos molestos.

9. Análisis de soluciones y resultados

A continuación, se realizará un análisis de los resultados obtenidos y de las decisiones tomadas en base a los mismos.

9.1. Estimación de cargas térmicas

El estudio de estimación de cargas térmicas se ha realizado basándose en el Manual de aire acondicionado de Carrier.

Como ya sabemos, la demanda de calefacción es más alta en los meses de invierno y, a su vez, la de refrigeración en los meses de verano. Por este motivo se consideró conveniente realizar el estudio de estimación de cargas térmicas para dos épocas del año distintas: invierno y verano; particularmente para los meses de agosto y enero, ya que presentan los datos más desfavorables. Y también, para dos horas diferentes: las 6 a.m. y las 15 p.m.; puesto que la demanda varía a lo largo del día.

Al realizarlo de esta forma, se observará mejor las distintas necesidades que puede tener el hotel dependiendo del momento de estudio y ayudaría a la posterior elección de equipos.

El proceso de cálculo viene detallado en el *Anexo I: Estimación de cargas térmicas*. Los resultados obtenidos fueron:

Verano a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total efectiva (W)	658,423068	876,620107	798,788035	1286,53558	897,0511	1081,1911	665,256605	531,816436	804,431158	1373,54981
Total + 10% (W)	724,265375	964,282118	878,666839	1415,18914	986,75621	1189,31021	731,782266	584,998079	884,874273	1510,9048

Tabla 2. Ganancias totales verano a las 6 a.m. Fuente: propia.

Invierno a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total efectiva (W)	-1276,76721	-944,084598	-771,434568	-1624,07283	-351,316539	-730,644939	-1704,61925	-1215,22996	-1012,31107	-2130,78101
Total + 10% (W)	-1404,44393	-1038,49306	-848,578025	-1786,48011	-386,448193	-803,709433	-1875,08118	-1336,75295	-1113,54218	-2343,85911

Tabla 3. Ganancias totales invierno a las 6 a.m. Fuente: propia.

Verano a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total efectiva (W)	1567,96009	1419,39673	1288,6609	1342,58788	760,076932	768,944932	1593,79038	1408,74856	899,119785	1490,87907
Total + 10% (W)	1724,75609	1561,3364	1417,52699	1476,84667	836,084625	845,839425	1753,16942	1549,62342	989,031764	1639,96697

Tabla 4. Ganancias totales verano a las 15 p.m. Fuente: propia.

Invierno a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total (W)	891,625971	1087,89426	1309,12481	-694,441649	-19,6807821	-77,7661821	692,723299	776,908269	-519,152782	-1957,62352
Total + 10% (W)	980,788568	1196,68368	1440,03729	-763,885814	-21,6488603	-85,5428003	761,995628	854,599095	-571,06806	-2153,38587

Tabla 5. Ganancias totales invierno a las 15 a.m. Fuente: propia.

Se debe aclarar que los valores negativos que aparecen en las tablas se interpretarán como pérdidas de carga térmica, es decir, el flujo de calor será hacia el exterior de edificio y, por tanto, existirá una demanda de calor (calefacción).

Atendiendo a las tablas de resultados, se puede apreciar que las condiciones más desfavorables para refrigeración se dan en verano a las 15 p.m. y para calefacción en invierno a las 6 a.m. Por tanto, estas serán las tablas utilizadas para obtener la potencia de refrigeración y calefacción necesarias para la posterior selección de los equipos.

Ahora bien, si nos fijamos en la tabla de invierno a las 15 p.m. vemos como algunas habitaciones demandan frío, mientras otras demandan calor. Esto significa que se podrá necesitar refrigeración y calefacción simultáneamente. Ante este hecho, se optó por realizar una instalación a 4 tubos: impulsión y retorno de agua caliente, e impulsión y retorno de agua fría, garantizando con ello la cobertura de las necesidades de cada habitación.

9.2. Selección de las unidades terminales

Las unidades terminales o fancoils son dispositivos formados por una batería o intercambiador de frío o calor (coil) y un ventilador (fan). Estos equipos recibirán agua caliente o fría desde la máquina climatizadora y lo harán circular por unos tubos o serpentines. El ventilador impulsará el aire haciéndolo pasar por los tubos por donde circula el agua, produciéndose así la transferencia térmica.

En el caso de una instalación a cuatro tubos los fancoils estarán provistos de dos baterías, una para frío y otra para calor.

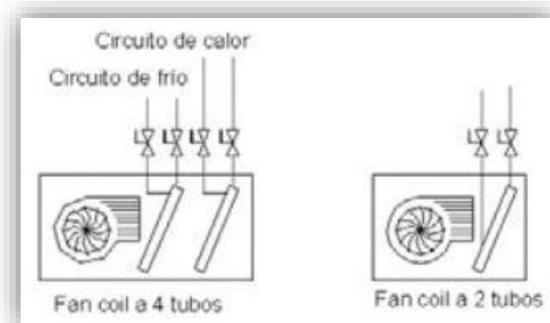


Imagen 3. Esquema interior de un fancoil.

Fuente: <http://blog.gaherma.com>



Imagen 4. Imagen de un fancoil. Fuente: Catálogo Aermec- Airlan.

La elección de los fancoils se llevó a cabo seleccionando del catálogo del fabricante aquellos modelos capaces de proporcionar la potencia demandada tanto para frío como para calor. En la siguiente tabla se recogen los modelos seleccionados correspondientes al catálogo FCZ P/PO de la marca Aermec-Airlan, el cuál está incluido en el *Anexo VI: fichas técnicas y catálogos*:

Habitación: 1				Habitación: 2			
Equipo seleccionado: FCZ301P	Potencia necesaria	Potencia equipo seleccionado (H M L)		Equipo seleccionado: FCZ301P	Potencia necesaria	Potencia equipo seleccionado (H M L)	
Potencia calorífica	1,4	2,87	2,45 2,02	Potencia calorífica	1,04	2,87	2,45 2,02
Potencia frigorífica total	1,6	2,65	2,18 1,68	Potencia frigorífica total	1,54	2,65	2,18 1,68
Potencia frigorífica sensible	1,48	2,04	1,65 1,26	Potencia frigorífica sensible	1,45	2,04	1,65 1,26
Habitación: 3				Habitación: 4			
Equipo seleccionado: FCZ301P	Potencia necesaria	Potencia equipo seleccionado (H M L)		Equipo seleccionado: FCZ301P	Potencia necesaria	Potencia equipo seleccionado (H M L)	
Potencia calorífica	0,85	2,87	2,45 2,02	Potencia calorífica	1,79	2,87	2,45 2,02
Potencia frigorífica total	1,39	2,65	2,18 1,68	Potencia frigorífica total	1,45	2,65	2,18 1,68
Potencia frigorífica sensible	1,31	2,04	1,65 1,26	Potencia frigorífica sensible	1,37	2,04	1,65 1,26
Habitación: 5				Habitación: 6			
Equipo seleccionado: FCZ201P	Potencia necesaria	Potencia equipo seleccionado (H M L)		Equipo seleccionado: FCZ201P	Potencia necesaria	Potencia equipo seleccionado (H M L)	
Potencia calorífica	0,39	1,80	1,52 1,14	Potencia calorífica	0,8	1,80	1,52 1,14
Potencia frigorífica total	0,81	1,60	1,29 0,89	Potencia frigorífica total	0,84	1,60	1,29 0,89
Potencia frigorífica sensible	0,78	1,33	1,05 0,71	Potencia frigorífica sensible	0,79	1,33	1,05 0,71
Habitación: 7				Habitación: 8			
Equipo seleccionado: FCZ301P	Potencia necesaria	Potencia equipo seleccionado (H M L)		Equipo seleccionado: FCZ301P	Potencia necesaria	Potencia equipo seleccionado (H M L)	
Potencia calorífica	1,88	2,87	2,45 2,02	Potencia calorífica	1,34	2,87	2,45 2,02
Potencia frigorífica total	1,74	2,65	2,18 1,68	Potencia frigorífica total	1,5	2,65	2,18 1,68
Potencia frigorífica sensible	1,64	2,04	1,65 1,26	Potencia frigorífica sensible	1,44	2,04	1,65 1,26
Habitación: 9				Habitación: 10			
Equipo seleccionado: FCZ201P	Potencia necesaria	Potencia equipo seleccionado (H M L)		Equipo seleccionado: FCZ301P	Potencia necesaria	Potencia equipo seleccionado (H M L)	
Potencia calorífica	1,11	1,80	1,52 1,14	Potencia calorífica	2,34	2,87	2,45 2,02
Potencia frigorífica total	0,95	1,60	1,29 0,89	Potencia frigorífica total	1,59	2,65	2,18 1,68
Potencia frigorífica sensible	0,93	1,33	1,05 0,71	Potencia frigorífica sensible	1,53	2,04	1,65 1,26

Tabla 6. Unidades terminales seleccionadas para cada habitación. Fuente: propia.

Las letras H, M y L de la tabla indican la potencia que puede suministrar el fancoil cuando el ventilador se encuentre trabajando a alta (High), media (Medium) o baja (Low) velocidad. Se procuró que todos los equipos seleccionados cubriesen la demanda con el ventilador trabajando a velocidad media como máximo, ya que cuando estos trabajan a alta velocidad los niveles sonoros que puede alcanzar son muy próximos a los máximos recomendados para un hotel (40 dB). Estos niveles se pueden consultar en el catálogo al igual que el resto de las características.

Cabe mencionar que se optó por usar equipos de la marca Aermec – Airlan por los siguientes motivos:

- Tras consultar diferentes fabricantes, este era uno de los que ofrecía equipos más silenciosos para las potencias demandas.
- La marca oferta fancoils de doble batería para instalaciones a cuatro tubos.
- Además, esta marca también fabrica bombas de calor polivalentes, las cuales son las que se utilizarán en nuestro proyecto, y por tanto, serán compatibles con los fancoils seleccionados.

Es interesante saber que a este tipo de unidades se les puede añadir una canalización de aire del exterior para las renovaciones de aire que exige la normativa. Sin embargo, en nuestro caso al tratarse de un edificio rural antiguo se considera esta renovación de aire se llevará a cabo por medio de las infiltraciones, la apertura de puertas y ventanas, etc.

Además, los fancoils están provistos de una bandeja en la que se recoge el agua condensada que se produce como consecuencia de la diferencia de temperaturas entre la superficie de la batería y el aire. Esta bandeja podría estar conectada a una tubería de condensados que dirigiera esta agua, que normalmente se desecha, a las cisternas de los servicios y pueda ser utilizada como método para ahorrar agua. Estudios ahorro 20% en consumo de agua para servicios en hoteles.

9.3. Selección de la máquina de producción frigorífica y calorífica

Como se ha mencionado en el apartado anterior, se optó por instalar una máquina climatizadora tipo polivalente de la marca Aermec-Airlan, ya que estas permiten la producción simultánea de agua fría y agua caliente. A continuación, se muestran los esquemas de funcionamiento para una instalación a 4 tubos:

Sólo producción de agua fría

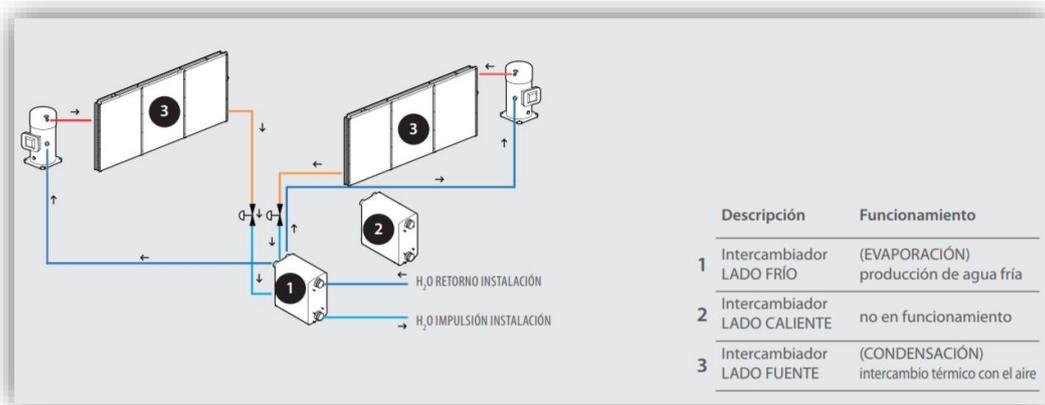


Imagen 5. Esquema de funcionamiento de la unidad polivalente para producción de agua fría. Fuente: <http://www.airlan.es>

Sólo producción de agua caliente

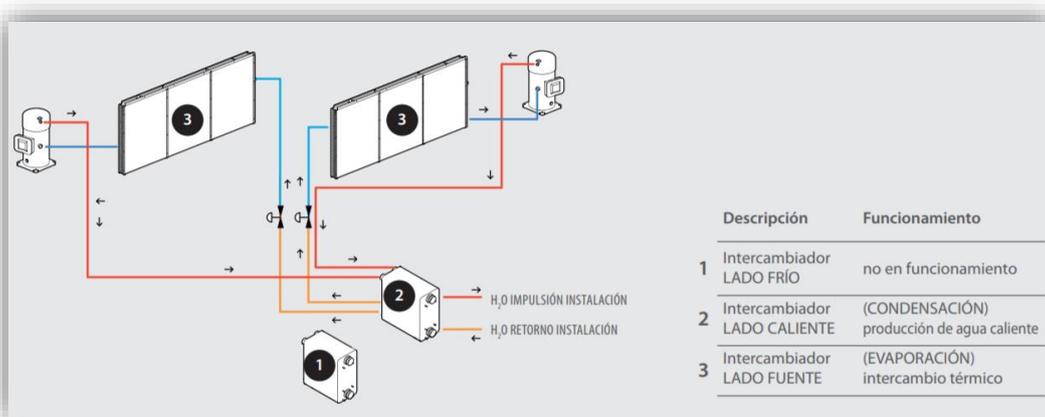


Imagen 6. Esquema de funcionamiento de la unidad polivalente para producción de agua caliente. Fuente: <http://www.airlan.es>

Producción de agua caliente y fría simultáneamente

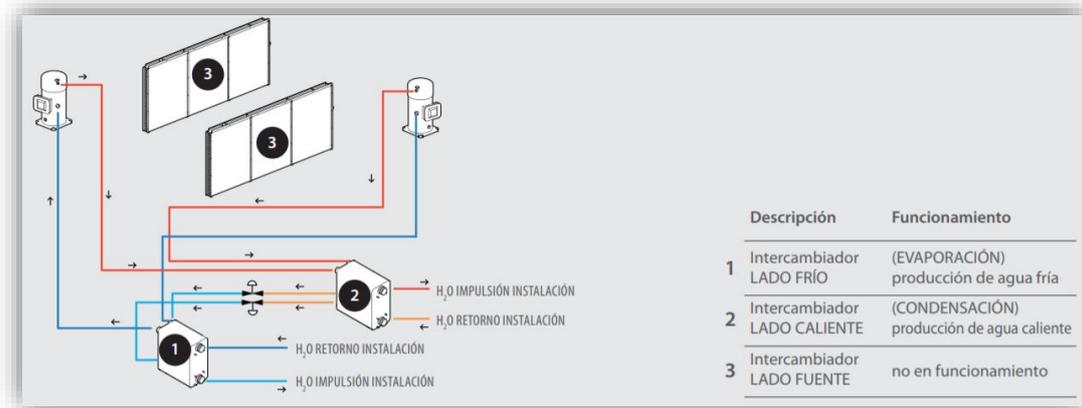


Imagen 7. Esquema de funcionamiento de la unidad polivalente para producción de agua fría y caliente. Fuente: <http://www.airlan.es>

Para seleccionar el modelo a instalar se calcularon las demandas totales de potencia frigorífica y calorífica del hotel, siendo estas de 23,35 kW y 25,49 kW, respectivamente. Tras consultar el catálogo (*Anexo VI: fichas técnicas y catálogos*), el modelo seleccionado fue el NRP0200 para cuatro tubos; que es el más pequeño de todos los modelos ofertados, y cuya capacidad de refrigeración es de 42,9 kW y de calefacción de 46,1 kW.



Imagen 8. Bomba de calor polivalente. Fuente: Catálogo Aermec-Airlan.

Se debe aclarar que el cálculo de la demanda total de potencia calorífica y frigorífica se realizó con los valores de potencia máxima de los fancoils, es decir, cuando el ventilador trabaja a máxima velocidad. Sin embargo, se puede afirmar que en la práctica la demanda será menor, ya que es muy poco probable que todas las habitaciones exijan la máxima potencia a la vez.

Ahora bien, retomando los valores de potencia anteriores, se puede apreciar que la máquina seleccionada nos ofrece unas capacidades de refrigeración y calefacción muy superiores a las demandadas, aun siendo el modelo más pequeño. Sin embargo, esta potencia “sobrante” se podría aprovechar para realizar el precalentamiento de un depósito de ACS.

También, a raíz de este exceso de potencia, se decidió establecer una instalación formada por dos circuitos: circuito primario para la máquina y un circuito secundario para la red de suministro a los fancoils, que estarán conectados a través de un depósito de inercia. Esta decisión se basa en que el caudal requerido por la máquina también será mayor que el caudal demandado por los fancoils, como se podrá comprobar más adelante; y por tanto, esta configuración será más apropiada.

9.4. Descripción de la instalación hidráulica

Como hemos visto, en nuestro proyecto es necesaria una instalación hidráulica con la que transportar el agua desde la unidad polivalente hasta las unidades terminales de cada habitación. Dentro de esta será necesario distinguir entre circuito primario y circuito secundario: el circuito primario será el que impulse el agua desde la máquina climatizadora hasta el depósito de inercia, mientras que el circuito secundario será el que impulse el agua desde el depósito de inercia hasta las habitaciones.

Los datos que será necesario conocer para la posterior selección de las bombas son: el caudal y las pérdidas de carga; cuyo procedimiento de cálculo viene recogido en el *Anexo II: cálculo y dimensionamiento de la instalación hidráulica*.

Finalmente, los resultados obtenidos fueron:

- Caudal:

Refrigeración	
Circuito primario (l/s)	Circuito secundario (l/s)
2,0519	1,1182

Calefacción	
Circuito primario (l/s)	Circuito secundario (l/s)
2,2206	0,6095

Tabla 7. Caudales de los circuitos. Fuente: propia.

Cabe mencionar que los caudales del circuito primario es el requerido por la máquina climatizadora y vienen especificados en la ficha técnica del equipo (ver *Anexo VI: fichas técnicas y catálogos*).

- Pérdidas de carga:

Circuito primario

Refrigeración

Pérdidas circuito primario (kPa)			
Pérdidas	Máquina	total	total+10%
18,304171	26	44,304171	48,73458852

Tabla 8. Pérdidas de carga en el circuito primario de refrigeración. Fuente: propia.

Calefacción

Pérdidas circuito primario (kPa)			
Pérdidas	Máquina	total	total+10%
18,393215	13	31,393215	34,53253642

Tabla 9. Pérdidas de carga en el circuito primario de calefacción. Fuente: propia.

circuito secundario

Refrigeración

Pérdidas de carga a cada habitación									
	Fijo impulsión	Fijo retorno	Impulsión	Retorno	Batería	Total mca	Filtro kPa	Total kPa	Total kPa +10%
Habitación 1	1,001969334	0,84942501	1,55149762	0,59405465	1,8355397	5,83248632	3,95	61,1455772	67,26013494
Habitación 2	1,001969334	0,84942501	1,28680529	1,38452355	1,8355397	6,35826288	3,95	66,3015419	72,93169613
Habitación 3	1,001969334	0,84942501	0,91634892	1,87112815	1,8355397	6,47441111	3,95	67,4405356	74,18458918
Habitación 4	1,001969334	0,84942501	1,34613311	1,3144138	1,8355397	6,34748095	3,95	66,1958102	72,81539127
Habitación 5	1,001969334	0,84942501	0,78083897	1,42619899	1,8355397	5,893972	3,95	61,7485292	67,92338208
Habitación 6	1,001969334	0,84942501	0,59326778	1,4480984	1,8355397	5,72830022	3,95	60,1238887	66,13627761
Habitación 7	1,001969334	0,84942501	1,76803579	1,31344707	1,8355397	6,7684169	3,95	70,3236681	77,35603488
Habitación 8	1,001969334	0,84942501	1,54073554	1,56359481	1,8355397	6,7912644	3,95	70,5477194	77,60249132
Habitación 9	1,001969334	0,84942501	1,34509814	1,08978667	1,8355397	6,12181885	3,95	63,982882	70,38117016
habitación 10	1,001969334	0,84942501	1,34336537	1,71278436	1,8355397	6,74308378	3,95	70,0752419	77,08276612

Tabla 10. Pérdidas de carga en el circuito secundario de refrigeración. Fuente: propia.

Calefacción

Pérdidas de carga a cada habitación									
	Fijo impulsión	Fijo retorno	Impulsión	Retorno	Batería	Total mca	Filtro kPa	Total kPa	Total kPa +10%
Habitación 1	0,316309559	0,21809178	0,42101622	0,16098569	3,67107944	4,78748268	2,5	49,4478744	54,39266181
Habitación 2	0,316309559	0,21809178	0,34836679	0,39516323	3,67107944	4,94901079	2,5	51,0318804	56,13506848
Habitación 3	0,316309559	0,21809178	0,2453007	0,54563388	3,67107944	4,99641536	2,5	51,4967476	56,64642237
Habitación 4	0,316309559	0,21809178	0,36470668	0,37461113	3,67107944	4,94479858	2,5	50,9905739	56,08963128
Habitación 5	0,316309559	0,21809178	0,20896745	0,41008604	1,22369315	2,37714797	2,5	25,8112163	28,39233797
Habitación 6	0,316309559	0,21809178	0,15653021	0,41946349	1,22369315	2,33408818	2,5	25,3889557	27,92785122
Habitación 7	0,316309559	0,21809178	0,48336722	0,37419844	3,67107944	5,06304643	2,5	52,1501572	57,36517295
Habitación 8	0,316309559	0,21809178	0,41961826	0,44712664	3,67107944	5,07222568	2,5	52,2401724	57,46418968
Habitación 9	0,316309559	0,21809178	0,36691138	0,30833937	1,22369315	2,43334524	2,5	26,3623081	28,99853886
Habitación 10	0,316309559	0,21809178	0,37244428	0,49501784	3,67107944	5,07294289	2,5	52,2472057	57,47192631

Tabla 11. Pérdidas de carga en el circuito secundario de calefacción. Fuente: propia.

Cabe mencionar que la normativa actual exige que todas las instalaciones hidráulicas estén equilibradas. En el circuito secundario se diseñó una instalación con retorno invertido, a fin de equilibrar las pérdidas de carga. El retorno invertido consiste en hacer que las tuberías de impulsión y retorno recorran la misma distancia.

No obstante, observando las tablas de puede apreciar que existen diferencias entre las pérdidas de las habitaciones de la planta superior y las habitaciones de la planta inferior. Esto se debe a que en la planta baja no hay el mismo número de habitaciones que en la planta alta, y la distribución es diferente. Por tanto, con el retorno invertido, las pérdidas estarán equilibradas entre las habitaciones de una misma planta, pero no con las habitaciones de la otra planta. La solución a esto fue instalar una válvula de equilibrado hidráulico, también llamada válvula reguladora de presión, en cada planta.

9.5. Selección de las bombas

La elección de las bombas se hizo a través del software online Wilo Select 4, en el cual se introducían los valores del caudal que se debe proporcionar y las pérdidas de carga que se deben vencer, y este mostraba un listado de bombas compatibles con el sistema. Los resultados fueron:

<u>Circuito primario</u>	Caudal	Pérdidas de carga	Bomba seleccionada
Refrigeración:	2,0519 l/s	4,97 mca	DPL 65/130 – 0,55/4 PN 10
Calefacción	2,2206 l/s	3,52 mca	DPL 40/75 – 0,12/2 PN 10
<u>Circuito secundario</u>	Caudal	Pérdidas de carga	Bomba seleccionada

Refrigeración:	1,1182 l/s	7,91 mca	DPL 32/85 – 0,37/2 PN 10
Calefacción:	0,6095 l/s	5,72 mca	DPL 32/135 – 0,25/4 PN 10

Todas las bombas seleccionadas fueron bombas dobles, es decir, tienen dos bombas centrífugas en una carcasa común. La ventaja de estas bombas es que pueden funcionar como bomba principal y bomba de reserva con funcionamiento en paralelo, pudiendo salvar una demanda de carga adicional o una avería.



Imagen 9. Bomba DPL. Fuente: www.wilo.com

La ficha técnica de las bombas se encuentra en el *Anexo VI: fichas técnicas y catálogos*.

9.6. Selección del material y diámetro de tuberías

El material seleccionado fue el blue pipe de la marca Aquatherm: tuberías de polipropileno copolímero random (PP-R), con capa intermedia de fibra de vidrio (Ver *Anexo VI: fichas técnicas y catálogos*).

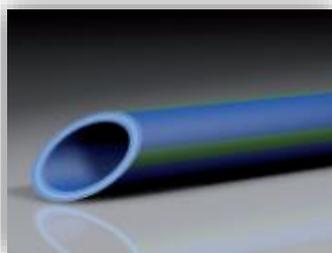


Imagen 10. Imagen tubería blue pipe. Fuente: Catálogo Aquatherm.

Atendiendo a los diámetros mínimos de cálculo, se seleccionó el diámetro comercial correspondiente resultando lo siguiente:

Diámetro interior (mm)	Art.-No.	metros de tubería
14,4	2070708	64,348
18	2070710	24,436
23,2	2070712	42,18
26,2	2070712	37,496
32,6	2070714	67,882
40,8	2070716	56,8

Tabla 12. Selección diámetros de tubería. Fuente: propia.

El procedimiento de cálculo para hallar el diámetro mínimo de las tuberías se encuentra descrito en el *Anexo II: cálculo y dimensionamiento de la instalación hidráulica*; donde también podemos encontrar la información de qué diámetro lleva cada tramo.

Cabe mencionar que los diámetros mínimos de la instalación de calefacción eran, para todos sus tramos, menores que los del sistema de refrigeración. Sin embargo, se optó por colocar los mismos diámetros en ambos casos a fin de facilitar la instalación.

9.7. Selección del depósito de inercia

El depósito de inercia será el punto en el que se mezclen los caudales del circuito primario y secundario. Este no es más que un acumulador térmico cuya función básica es la de proveer una elevada carga térmica que reduzca las maniobras de paro – arranque de la unidad polivalente tendiendo a estabilizar la temperatura del circuito.

En el *Anexo III: cálculo del depósito de inercia*, se detalla el procedimiento seguido para calcular el volumen que debe tener el depósito. El resultado fue de 546,52 litros para el sistema de refrigeración y, de 594,5 l para el sistema de calefacción.

Tras consultar el catálogo de Mecalia (ver *Anexo VI: fichas técnicas y catálogo*) se seleccionó el depósito DPI/DI de acero inoxidable de 750 l para ambos sistemas.

Es importante tener en cuenta que, a presión constante, la densidad del agua disminuye al aumentar la temperatura. Por tanto, el agua caliente tenderá a acumularse en la parte superior del depósito y la fría en el fondo. De este modo, a la hora de llevar a cabo la instalación de refrigeración, la impulsión del circuito primario tendrá que estar conectada

a la parte superior y la impulsión del secundario al fondo del tanque. Para el caso de calefacción la disposición de la instalación será al contrario.

Cabe mencionar que el fabricante oferta ciertos ánodos de sacrificio compatibles con los depósitos seleccionados. Podría ser interesante añadirlos a la instalación ya que, aunque se trata de un depósito de acero inoxidable, el resto de los componentes del sistema no lo son; y de este modo se prevendría la corrosión del depósito.

9.8. Selección del vaso de expansión

El vaso de expansión es un elemento de seguridad cuya finalidad es la de mantener constante la presión del sistema permitiendo que el agua se expanda cuando aumenta su temperatura.

Los cálculos realizados para su dimensionamiento están detallados en el *Anexo IV: cálculo del vaso de expansión*. El volumen resultante para el sistema de refrigeración fue de 10,92 litros y para el sistema de calefacción de 13,75 litros.

Finalmente se seleccionó el modelo CMF-18 de la marca Ibaiondo de 18 litros de capacidad para ambos casos (catálogo del producto en el *Anexo VI: fichas técnicas y catálogos*).

9.9. Selección del aislamiento

El aislamiento térmico se puede definir como la capacidad de controlar la transmisión de calor cuando se desea que esta no exceda de ciertos límites. Por tanto, recubriendo las tuberías con el aislante adecuado se garantizarán menores pérdidas térmicas en la instalación. Los cálculos realizados para hallar el espesor de aislamiento necesario están recogidos en el *Anexo V: cálculo del aislamiento*.



Imagen 11. Aislamiento de tuberías.
Fuente: www.isover.es

En el caso de refrigeración se seleccionó el aislamiento Armaflex AF de los diámetros y espesores que se muestran en la siguiente tabla:

Refrigeración				
Diámetro exterior de la tubería (mm)	Diámetro interior del aislamiento (mm)	Espesor (mm)	Metros de aislamiento	Referencia del producto
20	22	25	32,174	AF-2-018
25	25	25	12,218	AF-3-025
32	35	25	39,84	AF-3-035
40	42	25	33,941	AF-5-042
50	54	45	28,4	AF-6-054

Tabla 13. Selección del aislamiento para refrigeración. Fuente: propia.

Para el sistema de calefacción se seleccionó el aislamiento Armaflex SH de los diámetros y espesores que se muestran a continuación:

Calefacción				
Diámetro exterior de la tubería (mm)	Diámetro interior del aislamiento (mm)	Espesor (mm)	Metros de aislamiento	Referencia del producto
20	20	24	32,174	SH-24X020
25	25	24	12,218	SH-24X025
32	32	24	39,84	SH-24X032
40	40	30	33,941	SH-30X040
50	54	35	28,4	SH-35X054

Tabla 14. Selección del aislamiento para calefacción. Fuente: propia.

Las fichas técnicas de los aislamientos se pueden consultar en el *Anexo VI: fichas técnicas y catálogos*.

9.10. Elementos adicionales de la instalación hidráulica

A parte de los elementos que se han mencionado anteriormente, tales como bombas, vaso de expansión, depósito de inercia, etc. La instalación hidráulica también estará provista de más componentes par controlar su buen funcionamiento:

- Filtros.
- Purgadores.
- Manómetros diferenciales.
- Válvulas de seguridad para los depósitos de inercia.

- Válvulas de tres vías colocados en los ramales de impulsión a los fancoils, para desviar el caudal hacia el retorno en caso de parada de alguno de ellos.
- Llenado conectado a la red de suministro.
- Vaciado de la instalación.
- Válvulas de equilibrado hidráulico para cada planta.
- Válvulas de cierre y válvulas antirretorno con las que controlar el paso del fluido.

La disposición de todos ellos se puede ver en los esquemas de principio de la instalación (Ver planos 7 y 8).

Cabe mencionar que se podría realizar la instalación de un sistema de tratamiento de agua previo al llenado, a fin de evitar impurezas en el agua de la instalación. La contaminación microbiológica (algas, hongos, bacterias, etc.) en los sistemas de climatización acelera los procesos de corrosión y deposición calcárea, por lo que es recomendable un tratamiento del agua con alguicidas y bactericidas.

10. Conclusiones

Como conclusión principal, diremos que se ha cumplido con el objetivo primordial del proyecto: climatizar las habitaciones de un hotel rural; siguiendo en todo momento los requisitos de diseño y la normativa vigente. En general, se ha buscado la máxima eficiencia energética y ahorro en los equipos, aportando en este documento los cálculos y valoraciones que justifican su elección. Por tanto, se puede decir que se ha elaborado un proyecto que realmente puede ejecutarse en la práctica.

A nivel personal, el desarrollo de proyecto me ha servido para darme cuenta de que salimos del grado con una buena base de conocimiento y herramientas, pero que también me quedan muchas cosas por aprender; aunque soy consciente de las aprenderé con la práctica. Además, he tenido que poner a prueba mi capacidad de valoración crítica y toma de decisiones ante los problemas que se presentaban o que se pudieran presentar si la obra se ejecuta.

En definitiva, la asignatura de TFG (Trabajo Fin de Grado) nos sirve para intuir lo que nos espera como profesionales.

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Sección de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE FIN DE GRADO

DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL

**ANEXO I: ESTIMACIÓN DE CARGAS
TÉRMICAS**

AUTORA

MARÍA FERNANDA CARRILLO PÉREZ

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Condiciones de proyecto	3
3. Ganancias por insolación de las superficies de vidrio	6
4. Transmisión de calor a través de las estructuras del edificio	8
5. Infiltraciones y ventilación	12
6. Ganancias interiores	16
7. Ganancias totales	17
8. Potencia de refrigeración	18
9. Tablas de Resultados	21

1. Introducción

Para acondicionar un recinto es necesario instalar un equipo cuya potencia se determina a partir de un cálculo estimativo de las cargas térmicas máximas o parciales de un espacio dado. Este estudio se ha realizado basándose en el *Manual de aire acondicionado de Carrier*.

Como ya se menciona en la *Memoria*, la demanda de calefacción es más alta en los meses de invierno y, a su vez, la de refrigeración en los meses de verano. Por tanto, se consideró conveniente realizar el estudio de estimación de cargas térmicas para dos épocas del año distintas: invierno y verano; particularmente para los meses de agosto y enero, ya que presentan los datos más desfavorables. Y también, para dos horas diferentes: las 6 a.m. y las 15 p.m.; puesto que la demanda varía a lo largo del día.

En este anexo, se especifican todos los cálculos realizados y consideraciones tomadas para posteriormente seleccionar el equipo adecuado. Los cálculos se han realizado con la ayuda del programa Excel.

2. Condiciones de proyecto

Dentro de las condiciones de proyecto habrá que distinguir entre condiciones exteriores y condiciones interiores. Estas vienen determinadas en la *Memoria* del documento, más concretamente en el apartado *Requisitos de Diseño*.

Sin embargo, habrá que realizar ciertos cálculos y correcciones en cuanto a las condiciones exteriores:

1. Es necesario calcular la humedad relativa, ya que sólo se nos proporcionan datos de temperatura seca y temperatura húmeda. Esto se realizará mediante el empleo del diagrama psicrométrico.

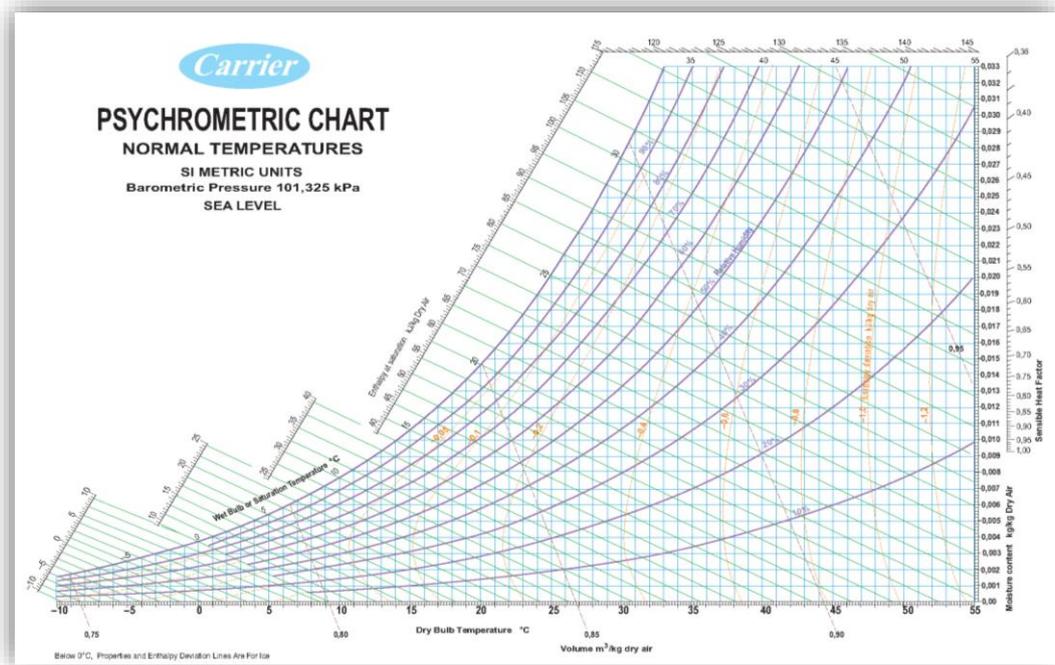


Figura 1. Diagrama psicrométrico. Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier.

- Además, las condiciones exteriores vienen dadas para las 15 p.m., y como hemos mencionado anteriormente, el estudio se hará también para las 6 a.m. En el Manual de Carrier se recogen las correcciones de temperatura exterior que habrá que aplicar, en base a la hora solar y la oscilación media diaria.

Correcciones de la temperatura seca exterior en función de la hora

OND (°C)	HORA SOLAR										
	6	8	10	12	14	15	16	18	20	22	24
06	06	05,3	4,1	2,8	0,6	0	0,6	1,1	2,9	04,7	05,6
08	08	06,5	4,9	2,8	0,6	0	0,6	1,1	3,3	05,4	07,5
10	10	07,3	5,3	2,8	0,6	0	0,6	1,4	3,7	05,9	08,4
12	12	08,1	5,6	2,8	0,6	0	0,6	1,7	4,1	06,5	09,2
14	14	08,9	5,6	2,8	0,6	0	0,6	1,7	4,4	07,2	10,0
16	16	09,7	6,4	3,2	0,6	0	0,6	2,1	5,3	08,1	11,3
18	18	10,8	7,2	3,6	0,6	0	0,6	2,7	6,1	09,1	12,5
20	20	11,9	8,0	4,0	0,6	0	0,6	3,4	6,9	10,3	13,8
22	22	13,2	8,8	4,4	0,6	0	0,6	3,8	7,7	11,6	15,4
24	24	14,0	9,2	4,5	0,9	0	0,9	4,2	8,5	12,7	16,6

Tabla 1. Correcciones de la temperatura exterior seca en función de la hora. Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier.

CND (°C)	HORA SOLAR										
	6	8	10	12	14	15	16	18	20	22	24
06	1,3	1,2	1,1	0,6	0	0	0,0	0,6	0,6	1,2	1,3
08	2,1	1,6	1,1	0,6	0	0	0,0	0,6	0,6	1,6	2,1
10	2,2	2,0	1,4	0,6	0	0	0,0	0,6	0,9	1,7	2,2
12	2,4	2,2	1,7	0,6	0	0	0,0	0,6	1,1	1,7	2,4
14	2,8	2,2	1,7	0,6	0	0	0,0	0,6	1,1	1,7	2,8
16	3,2	2,6	1,7	0,6	0	0	0,0	0,6	1,5	2,1	3,2
18	3,6	3,1	1,9	0,8	0	0	0,0	0,6	1,7	2,5	3,6
20	4,1	3,4	2,2	1,1	0	0	0,0	0,7	1,8	2,9	4,1
22	4,9	3,8	2,2	1,1	0	0	0,0	1,1	2,2	3,3	4,9
24	5,4	3,9	2,6	1,1	0	0	0,4	1,1	2,2	4,0	5,4

Tabla 2. Correcciones de la temperatura exterior húmeda en función de la hora.
Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier.

Por tanto, y habiendo restado el valor de corrección a los datos correspondientes a las 6 a.m., las condiciones de proyecto para trabajar serán:

- Condiciones exteriores:

A las 15 p.m.

Invierno

Temperatura seca: 8,9 °C Temperatura húmeda: 6,7 °C Humedad relativa: 84,7%

Verano

Temperatura seca: 26,4 °C Temperatura húmeda: 18,7°C Humedad relativa: 64%

A las 6 a.m.

Invierno

Temperatura seca: 1,4 °C Temperatura húmeda: 5,2 °C Humedad relativa: 80%

Verano

Temperatura seca: 14 °C Temperatura húmeda: 16,22 °C Humedad relativa: 88%

- Condiciones interiores:

Se tomarán una temperatura de 24 °C y 50% de humedad relativa para verano; y una temperatura de 22 °C y 40% de humedad relativa para invierno, independientemente de la hora solar, por los motivos ya expuesto en el apartado de *Requisitos de Diseño* de la *Memoria*.

3. Ganancias por insolación de las superficies de vidrio

Existen dos tipos de radiación que inciden sobre las superficies acristalas, la directa y la difusa. La radiación directa es, como su propio nombre indica, la que proviene directamente del Sol, sin sufrir cambios de dirección; y la radiación difusa es aquella recibida como consecuencia de la sucesiva reflexión de la radiación directa en las partículas que conforman la atmósfera. Por esto, las ganancias de calor a través de un vidrio ordinario dependen de su situación geográfica (latitud), del momento considerado (hora, mes), de su orientación y de sus dimensiones.

El manual de Carrier nos ofrece estas ganancias ya tabuladas para diferentes latitudes. Como nuestra latitud es 28° 27' 07,45" N tomaremos la tabla de latitud 30° como aproximación.

30°		APORTACIONES SOLARES A TRAVÉS DE VIDRIO SENCILLO - W/(m ² de abertura) - (continuación)														30°	
0° LATITUD NORTE		HORA SOLAR														0° LATITUD SUR	
Época	Orientación	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Orientación	Época	
21 Junio	N	59	138	157	142	138	135	129	135	138	142	157	138	6	S	22 Diciembre	
	NE	103	90	56	44	44	44	44	44	44	44	56	90	103	SE		
	E	329	437	408	305	173	59	44	44	44	44	44	37	31	15		E
	SE	339	491	506	449	307	138	44	44	44	44	37	31	15	NE		
	S	131	235	283	283	230	138	53	44	44	44	44	37	31	15		N
22 Julio	SO	15	31	37	44	46	59	66	59	46	44	44	37	31	15	NO	
	O	15	31	37	44	44	44	53	138	230	283	283	235	131	O		
	NO	15	31	37	44	44	44	44	138	307	449	506	491	339	SO		
	Horizontal	15	31	37	44	44	44	44	59	173	305	408	437	329	Horizontal		
	N	59	191	412	566	682	754	766	754	682	566	412	191	59	S	21 Enero y Noviembre	
NE	68	63	44	41	44	44	44	44	44	41	44	63	48	SE			
E	292	412	386	280	144	50	44	44	44	41	37	28	12	E			
SE	313	487	515	456	311	138	44	44	44	44	41	37	28	12	NE		
S	131	258	314	314	261	166	68	44	44	44	41	37	28	12	N		
24 Agosto y 20 Abril	SO	12	28	37	44	63	85	94	85	63	44	37	28	12	NO		
	O	12	28	37	41	44	44	44	166	261	314	314	258	131	O		
	NO	12	28	37	41	44	44	44	138	311	456	515	487	314	SO		
	Horizontal	12	28	37	41	44	44	44	50	144	280	386	412	292	Horizontal		
	N	46	208	386	553	673	742	774	742	673	553	386	208	46	S	20 Febrero y 23 Octubre	
NE	19	24	34	41	41	44	44	44	41	41	34	24	19	SE			
E	173	339	314	236	85	44	44	44	41	41	34	24	6	E			
SE	208	462	519	465	320	144	44	44	41	41	34	24	6	NE			
S	116	307	399	405	351	258	122	46	41	41	34	24	6	N			
22 Septiembre y 22 Marzo	SO	6	24	41	85	147	182	197	182	147	85	41	24	6	NO		
	O	6	24	34	41	41	46	122	258	351	405	399	307	116	O		
	NO	6	24	34	41	41	44	44	144	320	465	519	462	208	SO		
	Horizontal	6	24	34	41	41	44	44	44	44	44	39	314	339	Horizontal		
	N	19	147	336	506	629	708	739	708	629	506	336	147	19	S	21 Mayo y 23 Julio	
NE	0	15	31	37	41	44	44	44	41	37	31	15	0	SE			
E	0	232	283	125	46	44	44	44	41	37	31	15	0	E			
SE	0	390	496	452	324	151	44	44	41	37	31	15	0	NE			
S	0	307	412	478	443	355	210	78	41	37	31	15	0	N			
23 Octubre y 20 Febrero	SO	0	28	56	188	258	307	329	307	258	188	56	28	0	NO		
	O	0	15	31	37	41	78	210	355	443	478	412	307	0	O		
	NO	0	15	31	37	41	44	44	151	374	452	496	390	0	SO		
	Horizontal	0	15	31	37	41	44	44	44	46	125	283	232	0	Horizontal		
	N	0	28	254	425	563	666	635	563	425	254	78	0	0	S	21 Junio	
NE	0	9	24	34	37	41	44	41	37	34	24	9	0	SE			
E	0	103	122	56	37	41	44	41	37	34	24	9	0	E			
SE	0	248	425	415	295	135	44	41	37	34	24	9	0	NE			
S	0	230	447	513	500	427	289	147	46	34	24	9	0	N			
21 Noviembre y 21 Enero	SO	0	56	179	289	380	437	456	437	380	289	179	56	0	NO		
	O	0	9	24	34	46	147	289	427	500	513	447	230	0	O		
	NO	0	9	24	34	37	41	44	135	295	415	425	248	0	SO		
	Horizontal	0	9	24	34	37	41	44	41	37	34	24	9	0	Horizontal		
	N	0	19	153	314	449	537	563	537	449	314	153	19	0	S	21 Mayo y 23 Julio	
NE	0	2	19	28	34	37	37	37	34	28	19	2	0	SE			
E	0	24	50	28	34	37	37	37	34	28	19	2	0	E			
SE	0	85	342	364	261	109	37	37	34	28	19	2	0	NE			
S	0	87	399	506	509	449	327	201	72	28	19	2	0	N			
22 Diciembre	SO	0	31	213	342	430	484	500	484	430	342	213	31	0	NO		
	O	0	2	19	28	28	201	327	449	509	506	399	87	0	O		
	NO	0	2	19	28	34	37	37	109	261	364	342	85	0	SO		
	Horizontal	0	2	19	28	34	37	37	37	34	28	19	2	0	Horizontal		
	N	0	6	85	223	342	427	456	427	342	223	85	6	0	S	21 Junio	
NE	0	0	12	28	34	37	37	37	34	28	12	0	0	SE			
E	0	0	31	28	34	37	37	37	34	28	12	0	0	E			
SE	0	0	289	329	252	100	37	37	34	28	12	0	0	NE			
S	0	0	358	493	509	449	339	224	87	28	12	0	0	N			
22 Diciembre	SO	0	0	201	355	447	500	513	500	447	355	201	0	0	NO		
	O	0	0	12	28	87	226	339	449	509	493	358	0	0	O		
	NO	0	0	12	28	34	37	37	100	252	329	289	0	0	SO		
	Horizontal	0	0	12	28	34	37	37	37	34	28	12	0	0	Horizontal		

Tabla 3. Aportaciones solares a través de vidrio sencillo. Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier.

Ahora bien, esta tabla se ha realizado bajo las siguientes hipótesis:

1. Una superficie acristalada igual al 85% de la sección de la abertura en la pared, de forma que el 15% representa el marco; para un marco de madera.
2. Atmósfera limpia.
3. Altitud, 0 metros.
4. Punto de rocío de 19,5 °C al nivel del mar.

Como estas hipótesis no se corresponden con nuestras condiciones de proyecto, habrá que aplicar los coeficientes de correcciones que aparecen en el manual.

Correcciones	Marco metálico o sin marco 1,17 o menos	Turbidez del aire entre 1 y 0,85	Altitud $1 + 0,007 \times \frac{\text{altitud}}{300}$	Punto de rocío $1 + 0,14 \times (19,5 - T_{pr})/10$	Latitud sur Dic. o Enero 1,07
--------------	---	----------------------------------	--	--	----------------------------------

Imagen1. Correcciones de las aportaciones solares través de vidrio sencillo. Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier.

En base a nuestras condiciones estos factores de corrección quedan tal que:

1. Las ventanas tienen marco metálico, de vidrio simple y sin persiana o pantalla; factor de corrección: 1,17.
2. Turbidez del aire igual a 1.
3. La altitud del emplazamiento es de 867,80 m; factor de corrección: 1,0202.
4. Punto de rocío (el cual dependerá del momento de estudio y se calculará mediante el empleo del diagrama psicrométrico.), igual a :
 - 6,2 °C en invierno a las 15 p.m.; factor de corrección: 1,1862
 - 19 °C en verano a las 15 p.m.; factor de corrección: 1,007
 - 1,4 °C en invierno a las 6 a.m.; factor de corrección: 1,2534
 - 14 °C en verano a las 6 a.m.; factor de corrección: 1,077

Una vez hechas las correcciones, podemos calcular las ganancias de la siguiente manera:

$$\dot{Q} = S \cdot AP \cdot \sum f$$

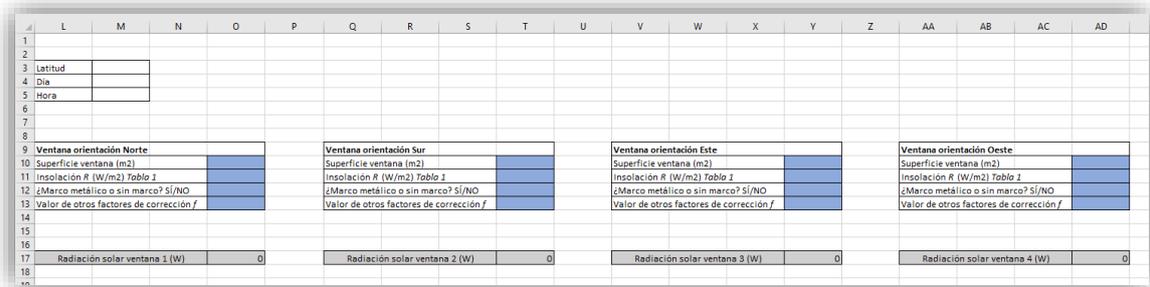
Donde,

S: superficie total de vidrio de las ventanas en m².

AP: Aportaciones solares a través de vidrio sencillo sacadas de la tabla 1 en W/m².

$\sum f$: Sumatorio de los factores de corrección.

Cabe mencionar que las dimensiones de las ventanas y su orientación se pueden consultar en los *Planos* del proyecto.



	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	
1																				
2																				
3	Latitud																			
4	Día																			
5	Hora																			
6																				
7																				
8																				
9	Ventana orientación Norte					Ventana orientación Sur					Ventana orientación Este					Ventana orientación Oeste				
10	Superficie ventana (m2)					Superficie ventana (m2)					Superficie ventana (m2)					Superficie ventana (m2)				
11	Insolación R (W/m2) Tablo 1					Insolación R (W/m2) Tablo 1					Insolación R (W/m2) Tablo 1					Insolación R (W/m2) Tablo 1				
12	¿Marco metálico o sin marco? S/NO					¿Marco metálico o sin marco? S/NO					¿Marco metálico o sin marco? S/NO					¿Marco metálico o sin marco? S/NO				
13	Valor de otros factores de corrección f					Valor de otros factores de corrección f					Valor de otros factores de corrección f					Valor de otros factores de corrección f				
14																				
15																				
16																				
17	Radiación solar ventana 1 (W)				0	Radiación solar ventana 2 (W)				0	Radiación solar ventana 3 (W)				0	Radiación solar ventana 4 (W)				0
18																				
19																				

Imagen 2. Imagen del Excel utilizado para el cálculo de las ganancias por insolación de las superficies de vidrio.

4. Transmisión de calor a través de las estructuras del edificio

Sabemos que, al existir una diferencia de temperatura entre dos puntos de un mismo cuerpo, se establece un flujo de calor desde el punto caliente hacia el punto frío. La cantidad de calor transmitida por unidad de tiempo dependerá de la resistencia térmica del material seleccionado.

En este apartado, habrá que distinguir entre transmisión a través de las paredes exteriores del edificio y transmisión a través de las paredes interiores; ya que, las exteriores también están expuestas a la radiación solar.

- Transmisión a través de las paredes exteriores:

Como se menciona anteriormente, el flujo de calor a través de las paredes exteriores se debe a la insolación y a la diferencia de temperatura exterior e interior. Al tratarse de dos factores que varían a lo largo del día se recurre al concepto de diferencia equivalente de temperatura (DTE), que se define como la diferencia entre las temperaturas del aire interior y exterior que resulta del flujo calorífico total a través de la estructura originado por la radiación solar variable y la temperatura exterior.

Estos valores de DTE se recogen en tablas que se han realizado basándose en unas hipótesis de referencia diferentes a nuestras condiciones de proyecto. Para estos casos, el manual recoge la siguiente relación para el correcto cálculo de la DTE:

$$DTE = a + DTE_{somb} + \left[b \times \frac{R_s}{R_m} \times (DTE_{sol} - DTE_{somb}) \right]$$

Donde,

- a: corrección proporcionada por la tabla 3;

Temperatura exterior o las 15 h para el mes considerado menos temperatura interior	VARIACIÓN DE LA TEMPERATURA EXTERIOR EN 24 HS																					
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22				
-16	-21,2	-21,7	-22,3	-22,8	-23,3	-23,8	-24,2	-24,7	-25,1	-25,6	-26	-26,5	-27	-27,4	-27,9	-28,8	-29,3	-29,8				
-12	-17,2	-17,7	-18,3	-18,8	-19,3	-19,8	-20,2	-20,7	-21,1	-21,6	-22	-22,5	-23,4	-23,9	-24,8	-25,3	-25,8					
-8	-13,2	-13,7	-14,3	-14,8	-15,3	-15,8	-16,2	-16,7	-17,1	-17,6	-18	-18,5	-19,4	-19,9	-20,8	-21,3	-21,8					
-4	-9,2	-9,7	-10,3	-10,8	-11,3	-11,8	-12,2	-12,7	-13,1	-13,6	-14	-14,5	-15	-15,4	-15,9	-16,8	-17,3	-17,8				
0	-5	-5,5	-6,1	-6,6	-7,1	-7,6	-8	-8,5	-8,9	-9,4	-9,8	-10,3	-10,8	-11,2	-11,7	-12,6	-13,1	-13,6				
+2	-3,1	-3,6	-4,2	-4,7	-5,2	-5,6	-6,1	-6,6	-7	-7,5	-7,9	-8,4	-8,9	-9,3	-9,8	-10,6	-11,1	-11,7				
+4	-1,1	-1,6	-2,2	-2,7	-3,2	-3,6	-4,1	-4,6	-5	-5,5	-5,9	-6,4	-6,9	-7,3	-7,8	-8,6	-9,1	-9,7				
+6	0,8	0,3	-0,3	-0,8	-1,3	-1,7	-2,2	-2,7	-3,1	-3,6	-4	-4,5	-5	-5,4	-5,9	-6,7	-7,2	-7,8				
+8	2,8	2,3	1,7	1,2	0,7	0,3	0	-0,7	-1,1	-1,6	-2	-2,5	-3	-3,4	-3,9	-4,7	-5,2	-5,8				
+10	4,7	4,2	3,6	3,1	2,6	2,2	1,7	1,2	0,8	0,3	-0,1	-0,6	-1,1	-1,5	-2	-2,8	-3,3	-3,9				
+12	6,8	6,3	5,7	5,2	4,7	4,3	3,8	3,3	2,9	2,4	1,8	1,3	0,8	0,4	-0,1	-0,7	-1,2	-1,8				
+14	8,8	8,3	7,7	7,2	6,7	6,3	5,8	5,3	4,9	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4	1,9	1,3	0,8	0,2				
+16	10,8	10,3	9,7	9,2	8,7	8,3	7,8	7,3	6,9	6,4	5,8	5,3	4,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2				
+18	12,8	12,3	11,7	11,2	10,7	10,3	9,8	9,3	8,9	8,4	7,8	7,3	6,8	6,4	5,9	5,3	4,8	4,2				
+20	14,8	14,3	13,7	13,2	12,7	12,3	11,8	11,3	10,9	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	7,9	7,3	6,8	6,2				
+22	16,9	16,4	15,8	15,3	14,8	14,4	13,9	13,4	13	12,5	11,9	11,4	10,9	10,5	10	9,4	8,9	8,3				

Tabla 4. Correcciones de la diferencia equivalente de temperatura. Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier

- DTEsomb: la DTE a la hora considerada para la pared a la sombra y DTEsol: la DTE a la hora considerada para la pared soleada (tablas 1 y 2).

Tablas en las cuales, la DTE está representada en función de la densidad del muro, que en nuestro caso para las paredes exteriores es de 488 kg/m² y para el techo de 225 kg/m².

ORIENTACIÓN	PESO DEL MURO (kg/m ²)	HORA SOLAR																							
		MAÑANA												TARDE											
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
NE	100	2,8	8,3	12,2	12,8	13,3	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1
	300	-0,5	-1,1	-1,1	2,8	13,3	12,2	11,1	8,3	5,5	6,1	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5
	500	2,2	1,7	2,2	2,2	2,2	5,5	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	6,1	6,7	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8	2,8	
	700	2,8	2,8	3,3	3,3	3,3	3,3	5,5	7,8	8,9	7,8	6,7	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	4,4	3,9	3,9
E	100	0,5	9,4	16,7	18,3	20,0	19,4	17,8	11,1	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,1	-1,7	1,7
	300	-0,5	-0,5	0	11,7	16,7	17,2	17,2	10,6	7,8	7,2	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	2,8	2,2	1,7	0,5	0,5	0
	500	2,8	2,8	3,3	4,4	7,8	11,1	13,3	13,9	13,3	11,1	10,0	8,9	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	3,9	3,9	3,3
	700	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	10,0	9,4	8,9	7,8	6,7	7,2	7,8	7,8	7,8	7,2	7,2	6,7	6,7	6,7
SE	100	5,5	3,3	7,2	10,6	14,4	15,0	15,6	14,4	13,3	10,6	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,1	-1,1	
	300	0,5	0,5	0	7,2	11,1	13,3	15,6	14,4	13,9	11,7	10,0	8,3	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,8	2,2	1,7	1,1	
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	6,1	8,9	9,4	10,0	10,6	10,0	9,4	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	5,5	5,0	4,4	3,9	3,9	3,9	3,3	
	700	5,0	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	6,1	7,8	8,3	8,9	10,0	8,9	8,3	7,8	7,2	6,7	6,7	6,1	6,1	5,5	5,5	5,0	
S	100	-0,5	-1,1	-2,2	0,5	2,2	7,8	12,2	15,0	16,7	15,6	14,4	11,1	8,9	6,7	5,5	3,9	3,3	1,7	1,1	0,5	0,5	0	-0,5	
	300	-0,5	-1,7	-2,2	-1,1	1,1	3,9	6,7	11,1	13,3	13,9	14,4	12,8	11,1	8,3	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	
	500	2,2	2,2	1,1	1,1	1,1	1,7	2,2	4,4	6,7	8,3	8,9	10,0	10,0	8,3	7,8	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	3,9	3,3	2,8	
	700	3,9	3,3	3,3	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	
SO	100	-1,1	-2,2	-2,2	-1,1	0	2,2	3,3	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	23,3	16,7	13,2	6,7	3,3	2,2	1,1	0,5	0,5	0	-3,5	-0,5
	300	1,1	0,5	0	0	0	0,5	1,1	4,4	6,7	13,3	17,8	19,4	20,0	19,4	18,9	11,1	5,5	3,9	3,3	2,8	2,2	2,2	1,7	
	500	3,9	2,8	3,3	2,8	2,2	2,8	3,9	4,4	6,7	7,8	10,6	12,2	12,8	13,3	12,8	12,2	8,3	5,5	5,0	4,4	4,4	4,4	3,9	
	700	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	8,3	10,0	10,6	11,1	7,2	4,4	4,4	4,4	4,4	4,4	
O	100	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	7,8	11,1	17,8	22,2	25,0	26,7	18,9	12,2	7,6	4,4	2,8	1,1	0	0	-0,5	-1,1	
	300	1,1	0,5	0	0	0	1,1	2,2	3,9	5,5	10,6	14,4	18,9	22,2	22,8	20,0	15,6	8,9	5,5	3,3	2,8	2,2	1,7	1,1	
	500	3,9	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,9	4,4	5,5	6,7	9,4	11,1	13,9	15,6	15,0	14,4	10,6	7,8	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	
	700	6,7	6,1	5,5	5,0	4,4	4,4	4,4	5,0	5,5	5,5	6,1	6,7	7,8	8,9	11,7	12,2	12,8	12,2	11,1	10,0	8,9	8,3	7,2	
NO	100	-1,7	-2,2	-2,2	-1,1	0	1,7	3,3	5,5	6,7	10,6	13,3	18,3	22,2	20,6	18,9	10,0	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,1	-1,1	
	300	-1,1	-1,7	-2,2	-1,1	0	1,1	3,3	4,4	5,5	6,7	11,7	16,7	17,2	17,8	11,7	6,7	4,4	3,3	2,2	1,7	0,5	0	-0,5	
	500	2,8	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,8	3,3	5,0	6,7	9,4	11,1	11,7	12,2	7,8	4,4	3,9	3,3	3,3	2,8	
	700	4,4	3,9	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,5	4,4	5,0	5,5	7,8	10,0	10,6	11,1	8,9	7,2	6,1	5,5	
N (en la sombra)	100	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	0,5	2,2	4,4	5,5	6,7	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	0	-0,5	-1,1	-1,1	
	300	-1,7	-1,7	-2,2	-1,7	-1,1	-0,5	0	1,7	3,3	4,4	5,5	6,1	6,7	6,7	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,7	1,1	0,5	-1,1	
	500	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	2,8	2,8	4,4	3,9	3,3	2,8	2,2	1,7	1,1	0,5	
	700	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,5	1,1	1,7	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	3,9	3,3	2,2	1,7	1,1	0,5	

Tabla 5. Diferencia equivalente de temperatura muros soleados o en sombra. Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier

DIFERENCIA EQUIVALENTE DE TEMPERATURA (°C)
TECHO SOLEADO O EN SOMBRA*

Valores para techos de color oscuro, 35 °C de temperatura exterior, 27 °C de temperatura interior, 11 °C de variación de la temperatura exterior en 24 h mes de Julio y 40° de latitud Norte **

CONDI- CIONES	PESO DEL MURO ***	HORA SOLAR																							
		MAÑANA												TARDE											
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5
Soleado	50	-2,2	-3,3	-3,9	-2,8	-0,5	3,9	8,3	13,3	17,8	21,1	23,9	25,6	25	22,8	19,4	15,6	12,2	8,9	5,5	3,9	1,7	0,5	-0,5	-1,7
	100	0	-0,5	-1,1	-0,5	1,1	5	8,9	12,8	16,7	20	22,8	23,9	23,9	22,2	19,4	16,7	13,9	11,1	8,3	6,7	4,4	3,3	2,2	1,1
	200	2,2	1,7	1,1	1,7	3,3	5,5	8,9	12,8	15,6	18,3	21,1	22,2	22,8	21,1	20	18,9	17,2	15,6	13,9	12,2	10	8,9	7,2	6,1
	300	5	4,4	3,3	3,9	4,4	6,1	8,9	12,2	15	17,2	19,4	21,1	21,7	21,1	20	18,9	17,2	15,6	13,9	12,2	10	8,9	7,2	6,1
Cubiert de agua	100	-2,8	-1,1	0	1,1	2,2	5,5	8,9	10,6	12,2	11,1	10	8,9	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-2,2	-2,8
	200	-1,7	-1,1	-0,5	-0,5	0	2,8	5,5	7,2	8,3	8,3	8,9	8,3	8,3	7,8	6,7	5,5	3,9	2,8	1,7	0,5	-0,5	-1,1	-1,7	-1,7
	300	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	1,1	2,8	3,9	5,5	6,7	7,8	8,3	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	4,4	3,3	2,2	1,7	1,1	0,5	0
	400	7,2	6,7	6,1	6,1	6,7	7,2	8,9	12,2	14,4	15,6	17,8	19,4	20,6	20,6	19,4	18,9	18,9	17,8	16,7	15	12,8	11,1	10	7,8
Rociado	100	-2,2	-1,1	0	1,1	2,2	4,4	6,7	8,3	10	9,4	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	-1,1	-1,7	-1,7
	200	-1,1	-1,1	-0,5	-0,5	0	1,1	2,8	5	7,2	7,8	7,8	7,8	7,8	7,2	6,7	5	3,9	2,8	1,7	0,5	0	0	-0,5	-0,5
	300	-0,5	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5
	400	-2,2	-1,1	0	1,1	2,2	4,4	6,7	8,3	10	9,4	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	-1,1	-1,7	-1,7
En la sombra	100	-2,8	-2,8	-2,2	-1,1	0	1,1	3,3	5	6,7	7,2	7,8	7,2	6,7	5,5	4,4	2,8	1,1	0,5	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8	-2,8
	200	-2,8	-2,8	-2,2	-1,7	-1,1	0	1,1	2,8	4,4	5,5	6,7	7,2	6,7	6,1	5,5	4,4	3,3	2,2	1,1	0	-0,5	-1,7	-2,2	-2,8
	300	-1,7	-1,7	-1,1	-1,1	-1,1	-0,5	0	1,1	2,2	3,3	4,4	5	5,5	5,5	5,5	5	4,4	3,3	2,2	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1
	400	-2,2	-1,1	0	1,1	2,2	4,4	6,7	8,3	10	9,4	8,9	8,3	7,8	6,7	5,5	3,3	1,1	0,5	0	-0,5	-1,1	-1,1	-1,7	-1,7

Ecuación: Ganancias por transmisión a través del techo Área (m²) x (Diferencia equivalente de temperatura) x (Coeficiente de transmisión global).
 * Si las bóvedas o buhardillas están ventiladas o si el techo está aislado, tomar el 75% de los valores precedentes.
 ** Para techos inclinados, considerar la proyección horizontal de la superficie.
 *** Para condiciones diferentes, aplicar las correcciones indicadas en el texto.
 **** Los pesos por m² de los tipos de construcción clásicos están indicados en las tablas correspondientes.

Tabla 6. Diferencia equivalente de temperatura techo soleado o en sombra. Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier

- b: coeficiente de color de la cara exterior de la pared (color oscuro b=1, color medio b=0.78, color claro b=0,55); En nuestro caso, se seleccionó un color oscuro ya que es el caso más desfavorable que puede darse.
- Rs: la máxima insolación (W/m²), correspondiente al mes y latitud expuestos, a través de una superficie acristalada vertical (caso de pared) para la orientación considerada u horizontal (caso techo);
- Rm: la máxima insolación (W/m²), en el mes de Julio a 40° latitud Norte, a través de una superficie acristalada vertical (caso de pared) para la orientación considerada u horizontal (caso techo).

Rs y Rm serían sacadas de las tablas de aportaciones solares a través de vidrio sencillo vistas en el apartado anterior.

Ahora bien, una vez obtenido el valor de la diferencia equivalente de temperaturas, la carga térmica para las paredes y techos exteriores se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$\dot{Q} = S \cdot K \cdot DTE$$

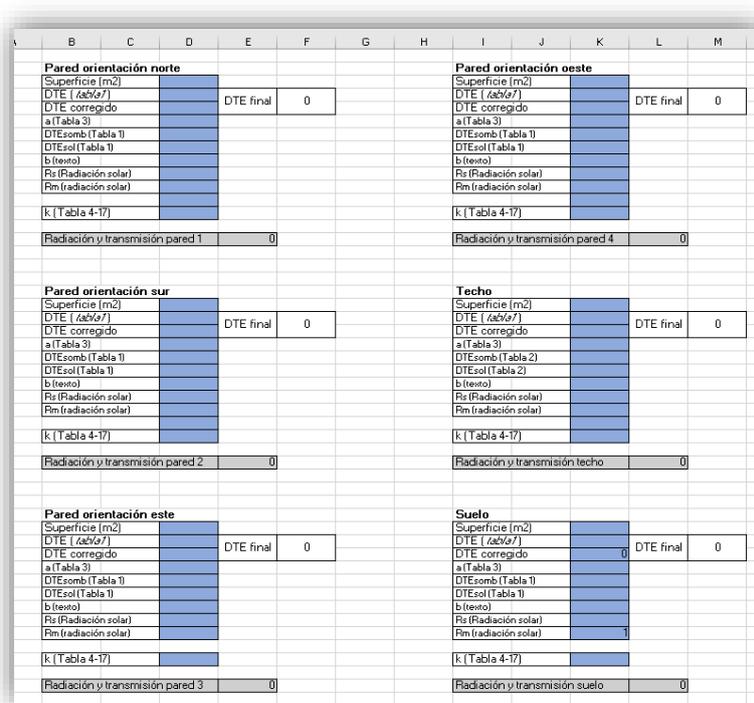
Donde,

S: Superficie de la pared o techo exterior en m², la cual vendrá dada por los planos.

K: Coeficiente de transmisión del cerramiento en $W/m^2 \cdot ^\circ C$; que será de $0,97 W/m^2 \cdot ^\circ C$ para las paredes exteriores y de $2,33 W/m^2 \cdot ^\circ C$ para el techo.

DTE: Diferencia equivalente de temperatura en $^\circ C$, calculada mediante el método expuesto previamente.

Cabe mencionar que dentro de este apartado también se encontrarían las pérdidas o ganancias ocasionadas por el suelo que se encuentra en contacto con el terreno, pero, estas son generalmente débiles y sensiblemente constantes a lo largo del año como consecuencia de las pequeñas variaciones del terreno, por lo que se considerarán despreciables.



	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Pared orientación norte						Pared orientación oeste						
Superficie (m ²)						Superficie (m ²)						
DTE (Δt _g /g ₇)					0	DTE (Δt _g /g ₇)						0
DTE corregido						DTE corregido						
a (Tabla 3)						a (Tabla 3)						
DTEsol (Tabla 1)						DTEsol (Tabla 1)						
DTEsol (Tabla 1)						DTEsol (Tabla 1)						
b (texto)						b (texto)						
Rs (Radiación solar)						Rs (Radiación solar)						
Rm (radiación solar)						Rm (radiación solar)						
k (Tabla 4-17)						k (Tabla 4-17)						
Radiación y transmisión pared 1					0	Radiación y transmisión pared 4						0
Pared orientación sur						Techo						
Superficie (m ²)						Superficie (m ²)						
DTE (Δt _g /g ₇)					0	DTE (Δt _g /g ₇)						0
DTE corregido						DTE corregido						
a (Tabla 3)						a (Tabla 3)						
DTEsol (Tabla 1)						DTEsol (Tabla 2)						
DTEsol (Tabla 1)						DTEsol (Tabla 2)						
b (texto)						b (texto)						
Rs (Radiación solar)						Rs (Radiación solar)						
Rm (radiación solar)						Rm (radiación solar)						
k (Tabla 4-17)						k (Tabla 4-17)						
Radiación y transmisión pared 2					0	Radiación y transmisión techo						0
Pared orientación este						Suelo						
Superficie (m ²)						Superficie (m ²)						
DTE (Δt _g /g ₇)					0	DTE (Δt _g /g ₇)						0
DTE corregido						DTE corregido						0
a (Tabla 3)						a (Tabla 3)						
DTEsol (Tabla 1)						DTEsol (Tabla 1)						
DTEsol (Tabla 1)						DTEsol (Tabla 1)						
b (texto)						b (texto)						
Rs (Radiación solar)						Rs (Radiación solar)						
Rm (radiación solar)						Rm (radiación solar)						
k (Tabla 4-17)						k (Tabla 4-17)						
Radiación y transmisión pared 3					0	Radiación y transmisión suelo						0

Imagen 3. Imagen del Excel utilizado para el cálculo de ganancias a través de cerramientos exteriores.

- Transmisión a través de las paredes interiores:

Para el caso de las paredes interiores, al no encontrarse expuestas a la insolación, la expresión para calcular la transmisión a través de las paredes interiores es la siguiente:

$$\dot{Q} = S \cdot K \cdot \Delta T$$

Donde,

S: superficie de la pared, techo o suelo interior en m^2 , la cual vendrá dada por los planos.

K: Coeficiente de transmisión del cerramiento en $W/m^2 \cdot ^\circ C$; que será de $1,02 W/m^2 \cdot ^\circ C$ para las paredes exteriores y de $2,33 W/m^2 \cdot ^\circ C$ para el techo o suelo.

ΔT : diferencia de temperatura entre el aire que baña las caras del cerramiento en $^\circ C$.

Cabe mencionar que la temperatura de las instancias sin climatizar se asume que es igual a la temperatura del exterior. Es una consideración más desfavorable que nos garantiza una mayor demanda, pero también nos sitúa del lado de la seguridad, ya que sería la temperatura con la que se produciría la máxima transferencia posible.

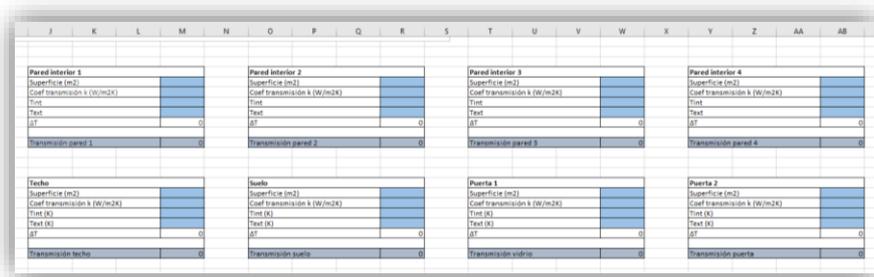


Imagen 4. Imagen del Excel utilizado para el cálculo de ganancias a través de cerramientos interiores.

5. Infiltraciones y ventilación

Debemos tener en cuenta que los cálculos realizados hasta este punto han sido de cargas sensibles, es decir, aquellas producidas como consecuencia del calor que recibe un cuerpo o un objeto y que hace que este aumente su temperatura sin afectar su estado molecular. Sin embargo, en este apartado, también surgirán cargas debidas al calor latente, que es el requerido por una cantidad de sustancia para cambiar de estado.

Esto se debe a que el aire proveniente del exterior no sólo presenta una temperatura diferente a la del interior, sino también una humedad distinta.

-Infiltraciones:

Las infiltraciones de aire exterior en nuestro edificio se deberán fundamentalmente a la velocidad del viento, ya que la acción del viento se traduce en una sobrepresión en la fachada expuesta. Esta sobrepresión hace que el aire exterior se infiltre por los intersticios de puertas, ventanas, etc.

A continuación, se muestran secciones de las tablas del manual para los valores de infiltración:

	Sin burlete de estanqueidad	Con burlete de estanqueidad	Doble ventana	Sin burlete de estanqueidad	Con burlete de estanqueidad	Doble ventana
Marco madera	7,8	4,8	4,0	5,0	3,1	2,6
Marco madera anal ajustado	22,0	6,8	11,0	14,0	4,4	7,0
Marco metálico	14,6	6,4	7,3	9,3	4,0	4,6







DIFERENTES TIPOS DE VENTANAS (vistas desde el exterior)

i) PUERTAS EN UNA FACHADA O EN DOS FACHADAS ADYACENTES

DESIGNACIÓN	m³/h POR m² DE ABERTURA ****		m³/h	
	No utilizada	Utilización media	Constantemente abierta	
			Sin vestíbulo	Con vestíbulo
Puerta giratoria - funcionamiento normal	14,5	95	-	-
- paneles abiertos	-	-	2340	1530
Puerta de cristal - Borde 5 mm	82,0	183	1190	850
Puerta de madera (2,1 x 0,9 m)	18,0	119	1190	850
Pequeña puerta de fábrica	14,0	119	-	-
Puerta de garaje o de carga	36,5	82	-	-
Rancho de garaje	36,5	124	-	-

Tabla 7. Infiltraciones por las puertas y ventanas en verano. Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier

Tabla 3 - INFILTRACIONES POR LAS PUERTAS Y VENTANAS - INVIERNO*
VELOCIDAD DEL VIENTO 24 km/h**

3a) VENTANAS DE GUILLOTINA EN FACHADA EXPUESTA***

DESIGNACIÓN	m³/h POR m² DE ABERTURA					
	Pequeña 75 x 180 cm			Grande 140 x 245 cm		
	Sin burlete de estanqueidad	Con burlete de estanqueidad	Doble ventana	Sin burlete de estanqueidad	Con burlete de estanqueidad	Doble ventana
Marco madera medio	15,4	9,5	7,7	9,7	4,1	4,8
Marco madera anal ajustado	43,9	13,5	22,0	27,8	8,4	13,5
Marco metálico	29,3	12,6	14,6	18,5	6,1	9,2

3b) VENTANAS CON BATIENTE EN FACHADA EXPUESTA ***

DESIGNACIÓN	m³/h POR m² DE ABERTURA									
	Porcentaje de la superficie que puede ser abierta									
	0%	25%	33%	40%	45%	50%	60%	66%	75%	100%
Ventana tipo 1	11,9	26,4	-	36,2	-	-	-	53,7	-	95,2
Ventana tipo 2	-	14,3	-	-	-	20,2	27,1	-	-	-
Ventana tipo 3	-	-	10,3	-	-	17,9	-	-	-	23,0
Ventana tipo 4	-	-	-	-	8,2	-	-	11,5	14,3	-
Ventana tipo 5	9,9	21,8	-	30,0	-	-	-	49,3	-	78,6

3 c) PUERTAS EN FACHADA O DOS FACHADAS ADYACENTES EXPUESTAS

DESIGNACIÓN	Utilización poco frecuente	m³/h POR m² DE SUPERFICIE ****			
		Utilización media			
		Constantemente abierta			
		Inmueble de una o dos plantas			Inmueble alto (m)
		15	30	60	
Puerta giratoria	29	192	230	260	316
Puerta de vidrio - borde 5 mm	165	549	659	741	900
Puerta de madera (2,1 x 0,9 m)	37	238	284	320	393
Pequeña puerta de fábrica	27	238			
Puerta de garaje o de carga	73	165			
Puerta de garaje	73	247			

Tabla 8. Infiltraciones por las puertas y ventanas en invierno. Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier

En estas tablas los valores de infiltración vienen dados para una velocidad del viento de 12 km/h en verano y para una de 24 km/h en invierno. La corrección en caso de que la

velocidad sea diferente se realizará multiplicando los valores de las tablas por el cociente de la velocidad real dividida entre 12 o 24, según sea invierno o verano.

El cálculo del caudal de infiltraciones se hará mediante la siguiente ecuación:

$$V_{infiltración} = S \cdot V \cdot f$$

Donde,

S: Superficie de la ventana o puerta en m²; las cuales se pueden consultar en los planos.

V: caudal de infiltración en función del tipo de ventana o puerta en m³/h, extraídos de la tablas.

f: factor de corrección igual a 0,60 si el viento incide oblicuamente sobre el edificio; en caso contrario será igual a 1.

Cabe mencionar que ya que en las tablas no viene el tipo de ventana exacto que se ha utilizado en nuestro edificio (ventanas de corredera de marco metálico), se tomaron los valores correspondientes a las ventanas grande de guillotina de marco metálico, puesto que son las más similares.

Además, según la guía de condiciones exteriores de proyecto, en nuestra localidad la velocidad del viento es de 18 km/h y, además este incide oblicuamente sobre el edificio.

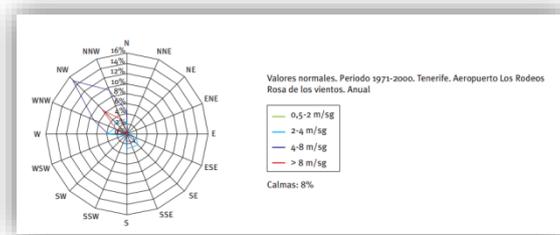


Imagen 5. Rosa de los vientos para Aeropuerto Tenerife Norte. Fuente: Guía de condiciones exteriores de proyecto.

Finalmente, las ecuaciones para el cálculo de infiltraciones serán las siguientes:

- Carga sensible:

$$\dot{Q} = 0,34 \cdot V_{infiltración} \cdot \Delta T$$

Donde,

$V_{\text{infiltración}}$: caudal de infiltración en m^3/h .

ΔT : diferencia de temperatura exterior e interior en $^{\circ}\text{C}$.

- Carga latente:

$$\dot{Q} = 0,83 \cdot V_{\text{infiltración}} \cdot \Delta W$$

Donde,

$V_{\text{infiltración}}$: caudal de infiltración en m^3/h .

ΔW : diferencia de humedad absoluta.

- Ventilación:

La ventilación es la introducción forzada de aire exterior para renovar el aire interior. Esta renovación se hace mezclando aire del exterior con aire procedente del local. La cantidad de aire exterior que se utiliza en la mezcla viene regulada por el RITE en función de un concepto llamado IDA (aire de óptima calidad).

Categoría	$\text{dm}^3/\text{s persona}$
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Tabla 9. Caudales de aire exterior. Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier.

Como se trata de un hotel el IDA seleccionado será el 2, que corresponde con un aire de buena calidad pensado para oficinas, residencias, museos, etc.

Finalmente, las ecuaciones para el cálculo de infiltraciones serán las siguientes:

- Carga sensible:

$$\dot{Q} = 0,34 \cdot V_{\text{ventilación}} \cdot \Delta T \cdot f$$

Donde,

$V_{\text{ventilación}}$: caudal de infiltración en m^3/h .

ΔT : diferencia de temperatura exterior e interior en $^{\circ}\text{C}$.

f: factor de bypass.

- Carga latente:

$$\dot{Q} = 0,83 \cdot V_{\text{ventilación}} \cdot \Delta W \cdot f$$

Donde,

$V_{\text{ventilación}}$: caudal de infiltración en m³/h.

ΔW : diferencia de humedad absoluta.

f: factor de bypass.

Debemos mencionar que el factor de bypass en una batería de enfriamiento de aire es el porcentaje que representa el caudal de aire sobre el que dicha batería no tiene influencia dividido por el caudal total de aire que circula por ella. En nuestro caso se tomó un factor de bypass de 0,2.

6. Ganancias interiores

Se denominan ganancias interiores a las cantidades de calor latente y sensible que se producen en el interior de los locales acondicionados, generado por los ocupantes, la iluminación, los aparatos, etc. En nuestro caso sólo existirá aportación de ganancias interiores debidas a los ocupantes y al alumbrado.

Las ganancias interiores serán las mismas independientemente del momento de estudio.

- Ocupantes:

Las ganancias debidas a los ocupantes se encuentran tabuladas en el manual de Carrier en función del individuo y de la actividad que desarrolla. Además, al igual que en el apartado anterior, surgirán cargas debidas al calor latente puesto que las personas generan vapor de agua en sus procesos metabólicos

GANANCIAS DEBIDAS A LOS OCUPANTES													
GRADO DE ACTIVIDAD	TIPO DE APLICACIÓN	Metabolismo hombre adulto (W)	Metabolismo medio (W)	TEMPERATURA SECA DEL LOCAL (°C)									
				28		27		26		24		21	
				W		W		W		W		W	
				Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes	Sensibles	Latentes
Sentados, en reposo	Teatro, escuela primaria	114	102	51	51	57	45	61	41	67	35	75	27
Sentados, trabajo iruy ligero	Escuela secundaria	131	116	52	64	56	60	63	53	70	46	79	14
Empleado de oficina	Oficina, hotel, apartamento, escuela superior	139	131	52	79	58	73	63	68	71	60	82	49
De pie, marcha lenta	Almacenes, tienda	161											
Sentado, de pie	Farmacia	161	146	52	94	58	88	64	82	74	72	85	61
De pie, marcha lenta	Banco	161											
Sentado	Restaurante	146	161	56	106	64	97	71	90	82	79	94	67
Trabajo ligero en el banco de taller	Fábrica, trabajo ligero	234	219	56	164	64	155	72	147	86	133	107	113
Baile o danza	Sala de baile	263	248	64	184	72	176	80	168	95	153	117	131
Marcha, 5 km/h	Fábrica, trabajo bastante penoso	292	292	79	213	88	204	96	196	111	181	135	158
Trabajo penoso	Pista de bowling Fábrica	438	423	131	292	136	288	142	282	153	270	176	247

Tabla 10. Ganancias debidas a los ocupantes. Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier.

En nuestro caso hemos seleccionado la correspondiente a un hombre adulto (más desfavorable) con grado de actividad muy ligero, puesto que se trata de la actividad que se desarrollará dentro de un dormitorio en un hotel. Este valor de la tabla, tanto para la carga sensible como latente, habrá que multiplicarlo por el número de ocupantes en cada habitación; que será de 2 personas para las habitaciones dobles y de 1 persona para las simples.

- Iluminación:

Las ganancias debidas a la iluminación son una fuente de calor sensible, y en nuestro caso, al tratarse de lámparas incandescentes el calor aportado es igual a la potencia eléctrica de la lámpara.

En todas las habitaciones habrá una lámpara de techo con bombilla de 75 W y una lámpara de mesa de 25 W; a excepción de las habitaciones 2 y 10 en las que habrá dos lámparas de techo.

7. Ganancias totales

Una vez se han obtenido todas las cargas anteriormente descritas la carga total efectiva será la suma de todas ellas, más un porcentaje de seguridad del 10%.

Se debe aclarar que los valores negativos que aparezcan en las tablas se interpretarán como pérdidas de carga, es decir, el flujo de calor será hacia el exterior de edificio.

8. Potencia de refrigeración

Una instalación para un proceso típico de verano presenta el siguiente esquema:

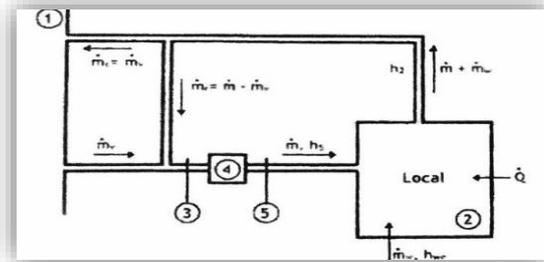


Figura 2. Esquema de la instalación del proceso típico de verano. Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier.

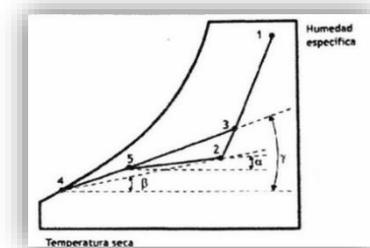


Figura 3. Representación gráfica del proceso típico de verano. Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier.

donde

- Estado 1: Condiciones del aire en el exterior del local.
- Estado 2: Condiciones del aire en el interior del local.
- Estado 3: Condiciones del aire a la entrada de la máquina frigorífica.
- Estado 4: Temperatura media de la superficie de la batería (punto de rocío).
- Estado 5: Condiciones del aire a la salida de la máquina frigorífica (aire de suministro).

Es necesario definir estos estados para elegir la máquina climatizadora correctamente.

- Obtención de la temperatura de rocío de la máquina enfriadora

La determinación de la temperatura de rocío se realizará gráficamente, con la ayuda del diagrama psicrométrico.

En primer lugar, se calcula el valor del FCSE (factor de calor sensible efectivo):

$$FCSE = \frac{\dot{Q}_{se}}{\dot{Q}_{se} + \dot{Q}_{le}}$$

Donde \dot{Q}_{se} es la carga sensible efectiva y \dot{Q}_{le} la carga sensible latente.

Luego, este factor se señala en la escala situada a la derecha del diagrama y se traza una recta uniéndolo con el foco (curva 50% HR). A continuación, se traza una recta paralela a la anterior, que pase por el punto 2 hasta cortar la curva de saturación; el punto de corte es el punto 4. Esta recta que hemos trazado de 2 a 4 se llama recta térmica efectiva del local. La vertical que baja desde el punto 4, nos da la temperatura de rocío.

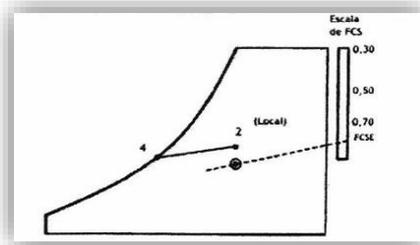


Figura 4. Representación de la obtención del punto de rocío de la batería. Fuente: Manual de aire acondicionado Carrier.

- Obtención del caudal de aire

Se empleará la siguiente ecuación para la obtención del caudal de aire:

$$\dot{V} = \frac{\dot{Q}_{se}}{0.34(1-f)(t_2 - t_4)}$$

siendo

\dot{V} el caudal de aire de suministro en m^3/h

\dot{Q}_{se} la carga sensible efectiva en W

f el factor de by-pass de la batería.

t_2 la temperatura interior del local

t_4 la temperatura de rocío de la máquina enfriadora

- Obtención de la temperatura del aire a la entrada de la máquina refrigeradora

El aire correspondiente al estado 3 es el resultado de mezclar el aire procedente del local, estado 2, con el aire procedente del exterior, estado 1. Para su cálculo se aplicará la fórmula siguiente:

$$t_3 = (\dot{V}v/\dot{V})(t_1 - t_2) + t_2$$

siendo

t_3 la temperatura a la entrada de la máquina refrigeradora;

$\dot{V}v$ el caudal de aire exterior de ventilación, en m^3/h .

\dot{V} el caudal del aire de suministro en m^3/h .

t_1 la temperatura exterior

t_2 la temperatura interior

- Obtención de la potencia frigorífica de la máquina refrigeradora

Una vez obtenida t_3 , representamos el punto 3 en la recta 1-2. Luego unimos el punto 3 con el 4, y representamos t_5 en la recta 3-4, obteniendo el punto 5. Se determinan las entalpías h_3 y h_5 en Kj/Kg_a y se efectúa un balance alrededor de la máquina refrigeradora, obteniéndose la siguiente expresión:

$$N_R = \dot{m}_a (h_3 - h_5)$$

Si aceptamos la aproximación de considerar la densidad estándar del aire se obtiene:

$$N_R = 0,33 \dot{V} (h_3 - h_5)$$

donde

N_R es la potencia frigorífica de la máquina refrigeradora, en W

\dot{V} es el caudal volumétrico del aire de suministro, en m^3/h

h_3, h_5 son las entalpías de los estados 3 y 5, en Kj/Kg_a .

9. Tablas de Resultados

Radiación solar

Refrigeración a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Radiación solar (W)	282,318889	13,8845355	13,8845355	400,337441	400,337441	400,337441	282,318889	13,8845355	400,337441	400,337441

Calefacción a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Radiación solar (W)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Refrigeración a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Radiación solar (W)	965,003152	876,2921	876,2921	88,7110521	88,7110521	88,7110521	965,003152	876,2921	88,7110521	88,7110521

Calefacción a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Radiación solar (W)	1361,01709	1289,6529	1289,6529	71,3641921	71,361921	71,361921	1361,01709	1289,6529	71,361921	71,361921

Radiación y transmisión

Refrigeración a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Radiación y transmisión (W)	-303,574723	-110,861567	-45,2886394	-74,9989988	49,7405661	49,7405661	-336,361186	-229,505239	-108,159376	-196,074766

Calefacción a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Radiación y transmisión (W)	-1084,3595	-385,49309	-163,32336	-822,59132	-177,64415	-177,64415	-1195,4444	-777,59405	-704,16188	-1169,0681

Refrigeración a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Radiación y transmisión (W)	183,159765	6,67204858	-25,1747761	767,990252	390,522839	390,522839	199,083178	111,463887	507,641693	786,559437

Calefacción a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Radiación y transmisión (W)	-738,03602	-289,59035	-139,3934	-594,37395	-157,95789	-157,95789	-813,1345	-525,68934	-489,06869	-804,55535

Transmisión

Refrigeración a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Transmisión (W)	149,46	396,84	353,435	459,44	116,82	300,96	189,08	270,68	182,1	592,53

Calefacción a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Transmisión (W)	-307,8876	-778,5564	-728,0761	-946,4464	-240,6492	-619,9776	-624,8392	-557,6008	-375,126	-1181,6778

Refrigeración a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Transmisión (W)	29,892	69,576	70,687	94,03	37,344	46,212	37,816	54,136	59,268	148,752

Calefacción a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Transmisión (W)	-195,7926	-430,9638	-259,9302	-615,2274	-219,8442	-277,9296	-298,9548	-405,8508	-388,2054	-1743,2256

Infiltraciones

Refrigeración a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Infiltraciones sensible (W)	-18,666	-13,923	-13,923	-13,923	-13,923	-13,923	-18,666	-13,923	-13,923	-13,923
Infiltraciones latente (W)	-0,01480942	-0,01104637	-0,01104637	-0,01104637	-0,01104637	-0,01104637	-0,01480942	-0,01104637	-0,01104637	-0,01104637
Total (W)	-18,6808094	-13,9340464	-13,9340464	-13,9340464	-13,9340464	-13,9340464	-18,6808094	-13,9340464	-13,9340464	-13,9340464

Calefacción a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Infiltraciones sensible (W)	-115,035588	-86,04414	-86,04414	-86,04414	-86,04414	-86,04414	-115,035588	-86,04414	-86,04414	-86,04414
Infiltraciones latente (W)	-0,04406793	-0,03287034	-0,03287034	-0,03287034	-0,03287034	-0,03287034	-0,04406793	-0,03287034	-0,03287034	-0,03287034
Total (W)	-115,079656	-86,0770103	-86,0770103	-86,0770103	-86,0770103	-86,0770103	-115,079656	-86,0770103	-86,0770103	-86,0770103

Refrigeración a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Infiltraciones sensible (W)	13,43952	10,02456	10,02456	10,02456	10,02456	10,02456	13,43952	10,02456	10,02456	10,02456
Infiltraciones latente (W)	0,12385567	0,09238415	0,09238415	0,09238415	0,09238415	0,09238415	0,12385567	0,09238415	0,09238415	0,09238415
Total (W)	13,5633757	10,1169441	10,1169441	10,1169441	10,1169441	10,1169441	13,5633757	10,1169441	10,1169441	10,1169441

Calefacción a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Infiltraciones sensible (W)	-73,3574	-54,71739	-54,71739	-54,71739	-54,71739	-54,71739	-73,3574	-54,71739	-54,71739	-54,71739
Infiltraciones latente (W)	-0,00787671	-0,00587525	-0,00587525	-0,00587525	-0,00587525	-0,00587525	-0,00787671	-0,00587525	-0,00587525	-0,00587525
Total (W)	-73,3652767	-54,7232652	-54,7232652	-54,7232652	-54,7232652	-54,7232652	-73,3652767	-54,7232652	-54,7232652	-54,7232652

Ventilación

Refrigeración a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventilación sensible (W)	-10,2	-10,2	-10,2	-10,2	-5,1	-5,1	-10,2	-10,2	-5,1	-10,2
Ventilación latente (W)	-0,00809258	-0,00809258	-0,00809258	-0,00809258	-0,00404629	-0,00404629	-0,00809258	-0,00809258	-0,00404629	-0,00809258
Total (W)	-10,2080926	-10,2080926	-10,2080926	-10,2080926	-5,10404629	-5,10404629	-10,2080926	-10,2080926	-5,10404629	-10,2080926

Calefacción a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventilación sensible (W)	-126,072	-126,072	-126,072	-126,072	-63,036	-63,036	-126,072	-126,072	-63,036	-126,072
Ventilación latente (W)	-0,04816167	-0,04816167	-0,04816167	-0,04816167	-0,02408084	-0,02408084	-0,04816167	-0,04816167	-0,02408084	-0,04816167
Total (W)	-126,120162	-126,120162	-126,120162	-126,120162	-63,0600808	-63,0600808	-126,120162	-126,120162	-63,0600808	-126,120162

Refrigeración a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventilación sensible (W)	7,344	7,344	7,344	7,344	3,672	3,672	7,344	7,344	3,672	7,344
Ventilación latente (W)	0,02707228	0,02707228	0,02707228	0,02707228	0,01353614	0,01353614	0,02707228	0,02707228	0,01353614	0,02707228
Total (W)	7,37107228	7,37107228	7,37107228	7,37107228	3,68553614	3,68553614	7,37107228	7,37107228	3,68553614	7,37107228

Calefacción a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventilación sensible (W)	-80,172	-80,172	-80,172	-80,172	-40,086	-40,086	-80,172	-80,172	-40,086	-80,172
Ventilación latente (W)	-0,00344337	-0,00344337	-0,00344337	-0,00344337	-0,00172169	-0,00172169	-0,00344337	-0,00344337	-0,00172169	-0,00344337
Total (W)	-80,1754434	-80,1754434	-80,1754434	-80,1754434	-40,0877217	-40,0877217	-80,1754434	-80,1754434	-40,0877217	-80,1754434

Ganancias interiores

Como se menciona en la explicación de su cálculo, las ganancias interiores serán iguales independientemente del momento de estudio.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Personas sensible (W)	140	140	140	140	70	70	140	140	70	140
Personas latente (W)	92	92	92	92	46	46	92	92	46	92
Total (W)	232	232	232	232	116	116	232	232	116	232

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Iluminación (W)	125	200	100	125	100	100	125	100	100	200

Ganancias totales

Refrigeración a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total efectiva (W)	658,423068	876,620107	798,788035	1286,53558	897,0511	1081,1911	665,256605	531,816436	804,431158	1373,54981
Total + 10% (W)	724,265375	964,282118	878,666839	1415,18914	986,75621	1189,31021	731,782266	584,998079	884,874273	1510,9048

Calefacción a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total efectiva (W)	-1276,76721	-944,084598	-771,434568	-1624,07283	-351,316539	-730,644939	-1704,61925	-1215,22996	-1012,31107	-2130,78101
Total + 10% (W)	-1404,44393	-1038,49306	-848,578025	-1786,48011	-386,448193	-803,709433	-1875,08118	-1336,75295	-1113,54218	-2343,85911

Refrigeración a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total efectiva (W)	1567,96009	1419,39673	1288,6609	1342,58788	760,076932	768,944932	1593,79038	1408,74856	899,119785	1490,87907
Total + 10% (W)	1724,75609	1561,3364	1417,52699	1476,84667	836,084625	845,839425	1753,16942	1549,62342	989,031764	1639,96697

Calefacción a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Total (W)	891,625971	1087,89426	1309,12481	-694,441649	-19,6807821	-77,7661821	692,723299	776,908269	-519,152782	-1957,62352
Total + 10% (W)	980,788568	1196,68368	1440,03729	-763,885814	-21,6488603	-85,5428003	761,995628	854,599095	-571,06806	-2153,38587

Potencia de refrigeración y calefacción

La potencia de refrigeración fue calculada para el caso más desfavorable, es decir, verano a las 15 p.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Potencia de refrigeración (W)	1596,94	1540,29	1388,57	1451,15	779,6	789,27	1639,65	1503,84	931,42	1537,33

La potencia de calefacción es la correspondiente al caso más desfavorable, es decir, invierno a las 6 a.m.

Habitación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Potencia calefacción (W)	-1404,44393	-1038,49306	-848,578025	-1786,48011	-386,448193	-803,709433	-1875,08118	-1336,75295	-1113,54218	-2343,85911

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL**

**ANEXO II: CÁLCULO Y
DIMENSIONAMIENTO DE LA
INSTALACIÓN HIDRÁULICA**

AUTORA

MARÍA FERNANDA CARRILLO PÉREZ

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Caudal de la instalación	3
3. Cálculo y dimensionado de los conductos	4
4. Cálculo de las pérdidas de carga en tuberías	5
5.-Cálculo de las pérdidas de carga en accesorios y en la batería	8
6. Tablas de Resultados	11

1. Introducción

En este Anexo se recogen los cálculos correspondientes al circuito hidráulico secundario de nuestra instalación, el cual es el que se establece entre el depósito de inercia y las unidades terminales de cada habitación. A pesar, de que se denomine circuito secundario, sus cálculos tuvieron que realizarse antes que los del circuito primario.

Como nuestra máquina de refrigeración se basa en un sistema aire-agua, en el cual se utiliza aire atmosférico como fuente de calor para calentar o enfriar agua que luego será enviada a las unidades terminales (fancoils) de cada habitación, debemos realizar el diseño y cálculo de la instalación hidráulica necesaria para dicha distribución.

En nuestro caso, se tratará de un sistema cerrado, es decir, aquel cuyo caudal de agua no está expuesto en ningún punto a la atmósfera. Además, como ya se ha mencionado en la *Memoria*, se tratará de una instalación a cuatro tubos: impulsión y retorno de agua fría (Refrigeración), e impulsión y retorno de agua caliente (Calefacción).

Cabe mencionar que la instalación cuenta con sistema de retorno invertido, a fin de equilibrar las pérdidas de la impulsión con las del retorno y, que el diseño del sistema de refrigeración y calefacción será igual.

Los cálculos de este anexo se han realizado apoyándose en el libro de Mecánica de Fluidos Incompresibles y Turbomáquinas Hidráulicas, Jose Agüera Soriano, y mediante el empleo de tablas Excel.

2. Caudal de la instalación

Una vez seleccionadas las unidades terminales que van en cada habitación y hecho el diseño de la instalación hidráulica, se podrá calcular el caudal que circula por cada tramo; el diseño de la instalación hidráulica y los nombres dados a cada tramo vienen especificados en los *planos*.

El método seguido para el cálculo del caudal fue el siguiente:

1. En primer lugar, se obtiene de las fichas técnicas de los equipos, los caudales nominales que demandan las baterías de los fancoils. Se toman los valores de caudal nominal considerando que el equipo se encuentra trabajando a alta velocidad (caso más desfavorable que se puede dar), los cuales son:

	Refrigeración	Calefacción	Habitación
FCZ201P	275 l/h	155 l/h	5/6/9
FCZ301P	456 l/h	247 l/h	1/2/3/4/7/8/10

2. Posteriormente se calculará el caudal que circula por cada tramo de la instalación, teniendo en cuenta que el caudal de un tramo será igual a la suma de los caudales de los tramos que alimenta. Ejemplo:

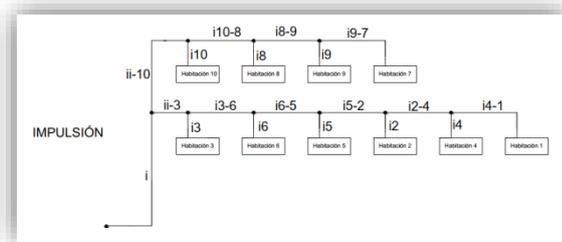


Imagen 1. Esquema simplificado impulsión.
Plano 9 del proyecto.

En la imagen se muestra el esquema simplificado de la impulsión de nuestra instalación, y los nombres dados a cada tramo. Pongamos como ejemplo que queremos calcular el caudal del tramo i_{5-2} . Pues bien, este será la suma del tramo i_2 y del tramo i_{2-4} .

Este mismo principio se seguirá para el cálculo de todos los tramos.

Este cálculo nos proporciona el caudal mínimo para cada tramo. Con él se seleccionaría un diámetro comercial, y el resto de los cálculos se realizará con el diámetro seleccionado.

3. Cálculo y dimensionado de los conductos

Por definición sabemos que el caudal se expresa como:

$$Q = v \cdot S$$

Donde,

v: es la velocidad del fluido en m/s.

S: la sección del conducto en m².

Considerando que se trata de tuberías de sección circular y, que para evitar ruidos la velocidad no debe ser superior a 1,2 m/s (según nos recomienda la guía técnica de instalaciones de climatización por agua); podemos expresar la ecuación anterior de la siguiente manera:

$$Q = 1,2 \cdot \frac{\pi D^2}{4}$$

Ecuación en la cual, si despejamos el diámetro, obtenemos su expresión en función del caudal, tal que:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{1,2 \cdot \pi}}$$

Donde,

D: es el diámetro en m.

Q: es el caudal que circula por la tubería en m³/s.

4. Cálculo de las pérdidas de carga en tuberías

La ecuación de pérdidas de carga o ecuación de Darcy-Weissbach, se expresa como:

$$H_r = \frac{8}{g \cdot \pi^2} \cdot f \cdot L \cdot \frac{Q^2}{D^2} \rightarrow H_r = 0,0827 \cdot f \cdot L \cdot \frac{Q^2}{D^5}$$

Donde,

g: es el valor de la gravedad en m/s².

f: es el coeficiente de fricción cuyo valor es adimensional.

L: es la longitud del tramo de tubería en m.

Q: es el caudal que circula por el tramo en m³/s.

D: es el diámetro de la tubería en m.

Como podemos apreciar, disponemos de todos los datos necesarios para el cálculo a excepción del coeficiente de fricción. Este se calcularía mediante la ecuación de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log\left(\frac{K/D}{3,7} + \frac{2,51}{Re_D \cdot \sqrt{f_0}}\right)$$

Donde,

K: es el valor de la rugosidad del material seleccionado en mm.

D: es el diámetro de la tubería en m.

Re_D : es el número de Reynolds.

f_0 : es el valor inicial supuesto para el coeficiente de fricción.

Ya que el coeficiente de fricción aparece implícito dentro de la propia fórmula es necesario suponer un valor inicial para el mismo (f_0) con el cual hallaremos un nuevo valor de coeficiente de fricción (f). En nuestro caso se realizaron hasta 4 iteraciones de la fórmula, tomando el valor f como f_0 , y recalculando. El valor f_0 supuesto la primera vez fue de 0,015.

El valor de la rugosidad para una tubería de PP-R es de 0,007 mm, como se especifica en la ficha técnica del producto.

Para el cálculo del número de Reynolds se empleó la siguiente fórmula:

$$Re_D = \frac{D \cdot V}{\nu} \rightarrow Re_D = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot D \cdot \nu}$$

Donde,

Q: es el caudal en m³/s.

D: es el diámetro en m.

ν : es la viscosidad cinemática del fluido en m²/s.

El dato de viscosidad cinemática se obtuvo de la siguiente tabla:

TABLA 4. Propiedades físicas del agua a 1 bar

temperatura t °C	densidad ρ kg/m ³	módulo elasticidad $K \cdot 10^9$ N/m ²	viscosidad dinámica $\mu \cdot 10^3$ N·s/m ²	viscosidad cinemática $\nu \cdot 10^6$ m ² /s	tensión superficial σ N/m	presión de vapor p_v kPa
0	999,8	1,98	1,781	1,785	0,0756	0,61
5	1000,0	2,05	1,518	1,519	0,0749	0,87
10	999,7	2,10	1,307	1,306	0,0742	1,23
15	999,1	2,15	1,139	1,140	0,0735	1,70
20	998,2	2,17	1,002	1,003	0,0728	2,34
25	997,0	2,22	0,890	0,893	0,0720	3,17
30	995,7	2,25	0,798	0,800	0,0712	4,24
40	992,2	2,28	0,653	0,658	0,0696	7,38
50	988,0	2,29	0,547	0,553	0,0679	12,33
60	983,2	2,28	0,466	0,474	0,0662	19,92
70	977,8	2,25	0,404	0,413	0,0644	31,16
80	971,8	2,20	0,354	0,364	0,0626	47,34
90	965,3	2,14	0,315	0,326	0,0608	70,10
100	958,4	2,07	0,282	0,294	0,0589	101,33

Tabla 1. Propiedades físicas del agua a 1 bar. Fuente: Mecánica de Fluidos Incompresibles y Turbomáquinas Hidráulicas, José Agüera Soriano.

Nuestro sistema tendrá cuatro valores de viscosidad cinemática distintos, puesto que las temperaturas de refrigeración y calefacción son diferentes. Y, a su vez, las temperaturas de impulsión y retorno también variarán, dado que el fluido cambia de temperatura al ceder o recibir calor tras su paso por el fancoil. De las fichas técnicas de los fancoils podemos obtener las temperaturas a las que se encontrará el fluido en cada caso.

(1) Aire ambiente 20°C b.s.; Agua (in/out) 70°C/60°C;
 (2) Aire ambiente 20°C b.s.; Agua (in/out) 45°C/40°C (EUROVENT)
 (3) Aire ambiente 27°C b.s./19°C b.u.; Agua (in/out) 7°C/12°C (EUROVENT)
 (4) Potencia sonora basada en medidas realizadas de acuerdo con la normativa Eurovent 8/2
 Presión sonora (ponderado A) medido en ambiente con volumen V=85 m³, tiempo de reverberación t=0,5 s factor de direccionalidad Q=2; distancia r=2,5 m.

Imagen 2. Temperaturas Eurovent. Fuente: Ficha técnica unidades terminales.

Tomaremos las temperaturas certificadas por Eurovent, quedándonos lo siguiente:

	Impulsión	Retorno
Calefacción:	45 °C	40°C
Refrigeración:	7 °C	12 °C

Volviendo a la tabla para el cálculo de la viscosidad cinemática vemos que, menos para el agua a 40 °C, será necesario interpolar. Tras ello, obtenemos los siguientes valores de viscosidad cinemática:

	Impulsión	Retorno
Calefacción:	$0,6055 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	$0,658 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
Refrigeración:	$1,4338 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$	$1,2396 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Es importante recalcar que a la hora de realizar el cálculo de las pérdidas de carga será necesario distinguir entre el caso de refrigeración y calefacción, y a su vez, dentro de estos, distinguir entre impulsión y retorno. Puesto que un cambio en la viscosidad cinemática supondrá un cambio en el valor del número de Reynolds, que a su vez modificará el valor del coeficiente de fricción y finalmente el de las pérdidas de carga.

Cabe mencionar que, aunque en la bibliografía se presentan otras alternativas para el cálculo de las pérdidas de carga; la ecuación de Colebrook es la única que tiene en cuenta tanto la influencia de la rugosidad relativa, como la influencia del número de Reynolds, y por tanto, se considera la más apropiada a utilizar.

5.-Cálculo de las pérdidas de carga en accesorios y en la batería

Todos los accesorios que se instalan en una red hidráulica provocan pérdidas de presión. En nuestro caso se calcularon las pérdidas de carga correspondientes a los siguientes accesorios, ya que los encontraremos en nuestra instalación:

- Válvulas de cierre o bola.
- Válvulas de tres vías.
- Válvula de retención o antirretorno.
- Codos de 90 °.
- Filtro.

En el Agüera Soriano, encontramos la siguiente tabla, la cual se podrá emplear para todos los accesorios antes mencionados a excepción del filtro, que no aparece reflejado.

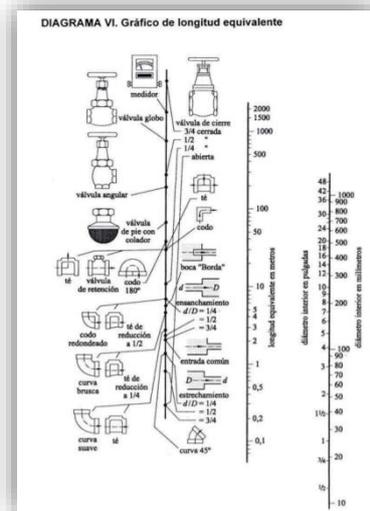


Imagen 3. Gráfico de longitud equivalente en accesorios. Fuente: Mecánica de Fluidos Incompresibles y Turbo máquinas Hidráulicas, José Agüera Soriano.

En ella se recogen las longitudes equivalentes de los accesorios, para que el cálculo de pérdidas de carga se realice como si se tratara de una tubería, cuyo procedimiento ya fue explicado en el apartado anterior. Estos valores se calcularon en la misma hoja de Excel que las tuberías.

En el caso del filtro se recurrió a una tabla proporcionada por el fabricante, la cual nos da el valor de pérdida de presión en función del caudal y del diámetro.

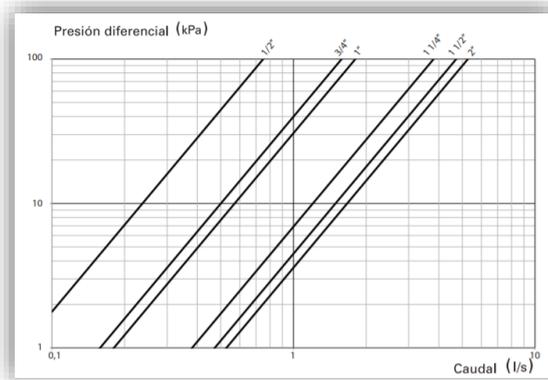


Imagen 4. Gráfica pérdidas de carga del filtro. Fuente: Catálogo Frese.

Teniendo en cuenta que el filtro estará instalado en la tubería de impulsión, y que estás presentan las siguientes características, las pérdidas de presión serán de:

	Diámetro	Caudal	Hr
Calefacción:	40,8 mm \approx 2"	1,182 l/s	1,25 kPa
Refrigeración:	40,8 mm \approx 2"	0,6095 l/s	3,95 kPa

Hay que tener en cuenta que también se generan pérdidas de carga cuando el fluido pasa por la batería del equipo. Los valores de estas pérdidas son proporcionados por el fabricante en la ficha técnica del equipo.

	Refrigeración	Calefacción
FCZ201P	18 kPa	12 kPa
FCZ301P	18 kPa	36 kPa

6. Tablas de Resultados

Conductos

Refrigeración

		Refrigeración								
		Tramo	Caudal (m ³ /s)	Diámetro (m)	D seleccionado (m)	Viscosidad cinemática	Nº de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud (m)	Pérdidas de carga (m.c.a)
Tuberías principales	Impulsión	i4-1	0,000127	0,011608238	0,0144	1,4338E-06	7831,821334	0,03362574	4,025	0,291566905
		i2-4	0,000254	0,016416527	0,018	1,4338E-06	12530,91414	0,02976831	0,792	0,06657172
		i5-2	0,000381	0,020106058	0,0232	1,4338E-06	14583,39145	0,02855388	2,831	0,144384488
		i6-5	0,0004574	0,0220299	0,0232	1,4338E-06	17507,72506	0,02735105	2,664	0,187571188
		i3-6	0,0005338	0,023798727	0,0262	1,4338E-06	18092,50997	0,02707423	0,745	0,038500696
		ii-3	0,0006608	0,02647887	0,0326	1,4338E-06	18000,061	0,02700027	10,012	0,265122463
		i9-7	0,000127	0,011608238	0,0144	1,4338E-06	7831,821334	0,03362574	2,137	0,154802106
		i8-9	0,0002034	0,014690613	0,018	1,4338E-06	10034,59817	0,03143976	2,915	0,165944423
		i10-8	0,0003304	0,018723389	0,0232	1,4338E-06	12646,59458	0,02955483	3,147	0,124931188
		ii-10	0,0004574	0,0220299	0,0232	1,4338E-06	17507,72506	0,02735105	10,859	0,764577903
	i	0,0011182	0,034444841	0,0408	1,4338E-06	24337,77476	0,02508812	12,45	0,285680857	
	Retorno	r3-6	0,000127	0,011608238	0,0144	1,24E-06	9058,781405	0,03240269	1,835	0,128090708
		r6-5	0,0002034	0,014690613	0,018	1,24E-06	11606,65284	0,03032761	2,764	0,151782292
		r5-2	0,0002798	0,01723012	0,018	1,24E-06	15966,28055	0,02811132	3,231	0,311212191
		r2-4	0,0004068	0,020775664	0,0233	1,24E-06	17933,02584	0,02719693	0,392	0,02124681
		r4-1	0,0005338	0,023798727	0,0262	1,24E-06	20926,94482	0,02618412	3,135	0,156686551
		r1-r	0,0006608	0,02647887	0,0326	1,24E-06	20820,01247	0,02610052	23,929	0,612535533
		r10-8	0,000127	0,011608238	0,0144	1,24E-06	9058,781405	0,03240269	4,437	0,309721237
		r8-9	0,000254	0,016416527	0,018	1,24E-06	14494,05025	0,02875322	2,516	0,204271389
		r9-7	0,0003304	0,018723389	0,0232	1,24E-06	14627,85359	0,02853311	1,197	0,045876357
r7-r		0,0004574	0,0220299	0,0262	1,24E-06	17931,78074	0,02645429	14,868	0,551239127	
r	0,0011182	0,034444841	0,0408	1,24E-06	28150,61427	0,02428007	15,95	0,354204677		

		Refrigeración								
		Tramo	Caudal (m ³ /s)	Diámetro (m)	D seleccionado (m)	Viscosidad cinemática	Nº de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud (m)	Pérdidas de carga (m.c.a)
Ramales	Impulsión	i3	0,000127	0,011608238	0,0144	1,4338E-06	7831,821334	0,03362574	1,29	0,093446287
		i6	0,0000764	0,009003495	0,0144	1,4338E-06	4711,426378	0,03853973	1,19	0,035754886
		i5	0,0000764	0,009003495	0,0144	1,4338E-06	4711,426378	0,03853973	1,19	0,035754886
		i2	0,000127	0,011608238	0,0144	1,4338E-06	7831,821334	0,03362574	1,29	0,093446287
		i4	0,000127	0,011608238	0,0144	1,4338E-06	7831,821334	0,03362574	1,19	0,086202389
		i10	0,000127	0,011608238	0,0144	1,4338E-06	7831,821334	0,03362574	1,19	0,086202389
		i8	0,000127	0,011608238	0,0144	1,4338E-06	7831,821334	0,03362574	1,29	0,093446287
	Retorno	i9	0,0000764	0,009003495	0,0144	1,4338E-06	4711,426378	0,03853973	1,19	0,035754886
		r6	0,0000764	0,009003495	0,0144	1,24E-06	5449,53464	0,03702198	0,89	0,025687948
		r5	0,0000764	0,009003495	0,0144	1,24E-06	5449,53464	0,03702198	0,89	0,025687948
		r2	0,000127	0,011608238	0,0144	1,24E-06	9058,781405	0,03240269	1,59	0,110988679
		r4	0,000127	0,011608238	0,0144	1,24E-06	9058,781405	0,03240269	0,89	0,062125738
		r1	0,000127	0,011608238	0,0144	1,24E-06	9058,781405	0,03240269	1,59	0,110988679
		r8	0,000127	0,011608238	0,0144	1,24E-06	9058,781405	0,03240269	1,59	0,110988679
r9	0,0000764	0,009003495	0,0144	1,24E-06	5449,53464	0,03702198	0,89	0,025687948		
r7	0,000127	0,011608238	0,0144	1,24E-06	9058,781405	0,03240269	1,59	0,110988679		

Calefacción

		Calefacción								
		Tramo	Caudal (m³/s)	Diámetro (m)	D seleccionado (m)	Viscosidad cinemática	Nº de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud (m)	Pérdidas de carga (m.c.a.)
Tuberías principales	Impulsión	i4-1	0,0000686	0,008531522	0,0144	6,06E-07	1,00E+04	0,03160004	4,025	0,079945643
		i2-4	0,0001372	0,012065394	0,018	6,06E-07	1,60E+04	0,02808627	0,792	0,018326117
		i5-2	0,0002058	0,014777029	0,0232	6,06E-07	1,87E+04	0,02695411	2,831	0,03976685
		i6-5	0,0002489	0,01625088	0,0232	6,06E-07	2,26E+04	0,02582202	2,664	0,052437238
		i3-6	0,000292	0,017601751	0,0262	6,06E-07	2,34E+04	0,02552635	0,745	0,010861999
		ii-3	0,0003606	0,01956038	0,0326	6,06E-07	2,33E+04	0,02544877	10,012	0,074414333
		i9-7	0,0000686	0,008531522	0,0144	6,06E-07	1,00E+04	0,03160004	2,137	0,042445674
		i8-9	0,0001117	0,010886569	0,018	6,06E-07	1,30E+04	0,02947963	2,915	0,046925609
		i10-8	0,0001803	0,013831278	0,0232	6,06E-07	1,63E+04	0,02779425	3,147	0,034987164
		ii-10	0,0002489	0,01625088	0,0232	6,06E-07	2,26E+04	0,02582202	10,859	0,213744734
	Retorno	i	0,0006095	0,025430289	0,0408	6,06E-07	3,14E+04	0,02370012	12,45	0,0801811
		r3-6	0,0000686	0,008531522	0,0144	6,58E-07	9,22E+03	0,03226105	1,835	0,037209672
		r6-5	0,0001117	0,010886569	0,018	6,58E-07	1,20E+04	0,03007738	2,764	0,045397023
		r5-2	0,0001548	0,012815924	0,018	6,58E-07	1,66E+04	0,02784434	3,231	0,094353667
		r2-4	0,0002234	0,015395933	0,0233	6,58E-07	1,86E+04	0,02698485	0,392	0,006357675
		r4-1	0,000292	0,017601751	0,0262	6,58E-07	2,16E+04	0,02600652	3,135	0,046567674
		r1-r	0,0003606	0,01956038	0,0326	6,58E-07	2,14E+04	0,02593521	23,929	0,181252194
		r10-8	0,0000686	0,008531522	0,0144	6,58E-07	9,22E+03	0,03226105	4,437	0,08997238
		r8-9	0,0001372	0,012065394	0,018	6,58E-07	1,47E+04	0,02863557	2,516	0,059396417
		r9-7	0,0001803	0,013831278	0,0232	6,58E-07	1,50E+04	0,02834561	1,197	0,013517186
		r7-r	0,0002489	0,01625088	0,0262	6,58E-07	1,84E+04	0,02697441	14,868	0,166438331
		r	0,0006095	0,025430289	0,0408	6,58E-07	2,89E+04	0,02413768	15,95	0,104618461

		Calefacción									
		Tramo	Caudal (m³/s)	Diámetro (m)	D seleccionado (m)	Viscosidad cinemática	Nº de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud (m)	Pérdidas de carga (m.c.a.)	
Ramales	Impulsión	i3	0,0000686	0,008531522	0,0144	6,06E-07	1,00E+04	0,03160004	1,29	0,02562233	
		i6	0,0000431	0,006762434	0,0144	6,06E-07	6,29E+03	0,03561026	1,19	0,010514042	
		i5	0,0000431	0,006762434	0,0144	6,06E-07	6,29E+03	0,03561026	1,19	0,010514042	
		i2	0,0000686	0,008531522	0,0144	6,06E-07	1,00E+04	0,03160004	1,29	0,02562233	
		i4	0,0000686	0,008531522	0,0144	6,06E-07	1,00E+04	0,03160004	1,19	0,023636103	
		i10	0,0000686	0,008531522	0,0144	6,06E-07	1,00E+04	0,03160004	1,19	0,023636103	
		i8	0,0000686	0,008531522	0,0144	6,06E-07	1,00E+04	0,03160004	1,29	0,02562233	
		i9	0,0000431	0,006762434	0,0144	6,06E-07	6,29E+03	0,03561026	1,19	0,010514042	
		Retorno	r6	0,0000431	0,006762434	0,0144	6,58E-07	5,79E+03	0,03641467	0,89	0,008041072
			r5	0,0000431	0,006762434	0,0144	6,58E-07	5,79E+03	0,03641467	0,89	0,008041072
	r2		0,0000686	0,008531522	0,0144	6,58E-07	9,22E+03	0,03226105	1,59	0,032241624	
	r4		0,0000686	0,008531522	0,0144	6,58E-07	9,22E+03	0,03226105	0,89	0,018047198	
	r1		0,0000686	0,008531522	0,0144	6,58E-07	9,22E+03	0,03226105	1,59	0,032241624	
	r8		0,0000686	0,008531522	0,0144	6,58E-07	9,22E+03	0,03226105	1,59	0,032241624	
	r9		0,0000431	0,006762434	0,0144	6,58E-07	5,79E+03	0,03641467	0,89	0,008041072	
	r7		0,0000686	0,008531522	0,0144	6,58E-07	9,22E+03	0,03226105	1,59	0,032241624	

Accesorios

Longitudes equivalentes

Accesorio	Diámetro (mm)	Longitud equivalente (m)
Codo	14,4	0,9
	18	1,3
	23,2	1,65
	26,2	1,7
	32,6	2,2
	40,8	2,75
3 vías	14,4	2,3
	14,4	4,5
Cierre y retención	18	5,8
	23,2	8
	26,2	8,5
	32,6	11
	40,8	13,5
	51,4	17

Refrigeración

Refrigeración										
	Tramo	Caudal (m³/s)	Diámetro (m)	D seleccionado (m)	Viscosidad cinemática	Nº de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud (m)	Pérdidas de carga (m.c.a)	
Accesorios	Impulsión	Codo (ramal 301)	0,000127		0,0144	1,4338E-06	7831,821334	0,03362574	0,9	0,065195084
		Codo (ramal 201)	0,0000764		0,0144	1,4338E-06	4711,426378	0,03853973	1,65	0,049576102
		codo ii-3	0,0006608		0,0326	1,4338E-06	18000,061	0,02700027	2,2	0,058257033
		codo ii-10	0,0004574		0,0232	1,4338E-06	17507,72506	0,02735105	1,65	0,116175849
		Codo i	0,0011182		0,0408	1,4338E-06	24337,77476	0,02508812	2,75	0,063102197
		Val 3 vías ramal 301	0,000127		0,0144	1,4338E-06	7831,821334	0,03362574	2,3	0,16660966
		val 3 vías ramal 201	0,0000764		0,0144	1,4338E-06	4711,426378	0,03853973	2,3	0,069106082
		val cierre 301	0,000127		0,0144	1,4338E-06	7831,821334	0,03362574	4,5	0,325975421
		val cierre 201	0,0000764		0,0144	1,4338E-06	4711,426378	0,03853973	4,5	0,135207551
		val cierre i	0,0011182		0,0408	1,4338E-06	24337,77476	0,02508812	13,5	0,309774423
	val retención	0,0011182		0,0408	1,4338E-06	24337,77476	0,02508812	2,75	0,063102197	
	Retorno	Codo (ramal 301)	0,000127		0,0144	1,24E-06	9058,781405	0,03240269	0,9	0,06282378
		Codo (ramal 201)	0,0000764		0,0144	1,24E-06	5449,53464	0,03702198	1,65	0,047623724
		codo r1-r	0,0006608		0,0326	1,24E-06	20820,01247	0,02610052	2,2	0,056315691
		codo r7-r	0,0004574		0,0232	1,24E-06	20250,5455	0,02645429	1,65	0,112366786
		Codo r	0,0011182		0,0408	1,24E-06	28150,61427	0,02428007	2,2	0,048855818
		val cierre ramal 301	0,000127		0,0144	1,24E-06	9058,781405	0,03240269	4,5	0,314118902
		val cierre ramal 201	0,0000764		0,0144	1,24E-06	5449,53464	0,03702198	4,5	0,129882884
		val cierre r	0,0011182		0,0408	1,24E-06	28150,61427	0,02428007	13,5	0,299797062

Calefacción

Calefacción										
	Tramo	Caudal (m³/s)	Diámetro (m)	D seleccionado (m)	Viscosidad cinemática	Nº de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud (m)	Pérdidas de carga (m.c.a)	
Accesorios	Impulsión	Codo (ramal 301)	0,0000686		0,0144	6,06E-07	1,00E+04	0,0180319	0,9	0,01020059
		Codo (ramal 201)	0,0000431		0,0144	6,06E-07	6,29E+03	0,01813816	1,65	0,007425484
		codo ii-3	0,0003606		0,0326	6,06E-07	2,33E+04	0,03160004	1,65	0,015227918
		codo ii-10	0,0002489		0,0232	6,06E-07	2,26E+04	0,03160004	1,3	0,031314564
		Codo i	0,0006095		0,0408	6,06E-07	3,14E+04	0,02370012	2,2	0,014168548
		Val 3 vías ramal 301	0,0000686		0,0144	6,06E-07	1,00E+04	0,03160004	2,3	0,045683224
		val 3 vías ramal 201	0,0000431		0,0144	6,06E-07	6,29E+03	0,03160004	2,3	0,018032796
		val cierre 301	0,0000686		0,0144	6,06E-07	1,00E+04	0,03160004	4,5	0,089380222
		val cierre 201	0,0000431		0,0144	6,06E-07	6,29E+03	0,03160004	4,5	0,035281556
		val cierre i	0,0006095		0,0408	6,06E-07	3,14E+04	0,02370012	8,5	0,054742117
	val retención	0,0006095		0,0408	6,06E-07	3,14E+04	0,02370012	2,2	0,014168548	
	Retorno	Codo (ramal 301)	0,0000686		0,0144	6,58E-07	9,22E+03	0,03226105	0,9	0,018249976
		Codo (ramal 201)	0,0000431		0,0144	6,58E-07	5,79E+03	0,03226105	1,65	0,013207178
		codo r1-r	0,0003606		0,0326	6,58E-07	2,14E+04	0,02593521	1,65	0,012498062
		codo r7-r	0,0002489		0,0232	6,58E-07	2,08E+04	0,02834561	1,3	0,028089534
		Codo r	0,0006095		0,0408	6,58E-07	2,89E+04	0,02413768	2,2	0,014430133
		val cierre ramal 301	0,0000686		0,0144	6,58E-07	9,22E+03	0,03226105	4,5	0,091249878
		val cierre ramal 201	0,0000431		0,0144	6,58E-07	5,79E+03	0,03226105	4,5	0,036019576
		val cierre r	0,0006095		0,0408	6,58E-07	2,89E+04	0,02413768	8,5	0,055752785

Coefficiente de fricción

Refrigeración

		Refrigeración												
		Tramo	Caudal (m³/s)	D seleccionado (mm)	viscosidad cinemática	Nº de Reynolds	Colebrook	f1	Colebrook	f2	Colebrook	f3	Colebrook	f
Tuberías principales	Impulsión	i1	0,000127	0,0144	1,4338E-06	7831,821334	5,121919137	0,038118391	5,502635493	0,03302619	5,44482434	0,03373124	5,4533589	0,03362574
		i4	0,000254	0,018	1,4338E-06	12530,91414	5,518609286	0,032835279	5,834064641	0,02938039	5,78986897	0,02983064	5,79592702	0,02976831
		i2	0,000381	0,0232	1,4338E-06	14583,39145	5,655466432	0,031265339	5,95355292	0,02821289	5,91230561	0,02860792	5,91789771	0,02855388
		i5	0,0004574	0,0232	1,4338E-06	17507,72506	5,804708291	0,029678312	6,078354037	0,02706625	6,0418397	0,02739439	6,0466242	0,02735105
		i6	0,0005338	0,0262	1,4338E-06	18092,50997	5,838064042	0,029340147	6,108932199	0,02679596	6,07269763	0,02711669	6,07745811	0,02707423
		i3	0,0006608	0,0326	1,4338E-06	18000,061	5,844110164	0,02927947	6,118011881	0,02671649	6,08081703	0,02704432	6,08577546	0,02700027
		i7	0,000127	0,0144	1,4338E-06	7831,821334	5,121919137	0,038118391	5,502635493	0,03302619	5,44482434	0,03373124	5,4533589	0,03362574
		i9	0,0002034	0,018	1,4338E-06	10034,59817	5,336155739	0,03511907	5,683358151	0,03095922	5,63248718	0,03152097	5,6397569	0,03143976
		i8	0,0003304	0,0232	1,4338E-06	12646,59458	5,538046473	0,032605195	5,855723486	0,02916345	5,81053621	0,02961881	5,81682213	0,02955483
		i10	0,0004574	0,0232	1,4338E-06	17507,72506	5,804708291	0,029678312	6,078354037	0,02706625	6,0418397	0,02739439	6,0466242	0,02735105
Tuberías principales	Retorno	i	0,0011182	0,0408	1,4338E-06	24337,77476	6,102745732	0,026850319	6,34041835	0,02487506	6,30947015	0,02511969	6,31343812	0,02508812
		r3	0,000127	0,0144	1,24E-06	9058,781405	5,241851974	0,036394059	5,600605033	0,03188087	5,54773237	0,03249144	5,55532536	0,03240269
		r6	0,0002034	0,018	1,24E-06	11606,65284	5,455935016	0,033593993	5,782207345	0,02990974	5,73577661	0,03039594	5,74223447	0,03032761
		r5	0,0002798	0,018	1,24E-06	15966,28055	5,714789868	0,030619597	5,996959954	0,02780595	5,9593893	0,02815766	5,9642999	0,02811132
		r2	0,0004068	0,0233	1,24E-06	17933,02584	5,824431235	0,029477657	6,094981861	0,02691877	6,05904349	0,02723904	6,06373256	0,02719693
		r4	0,0005338	0,0262	1,24E-06	20926,94482	5,956361382	0,02818629	6,208467903	0,02594365	6,1757049	0,02621965	6,17989346	0,02618412
		r1	0,0006608	0,0326	1,24E-06	20820,01247	5,963949555	0,028114611	6,21912458	0,02585482	6,1853981	0,02613752	6,1897826	0,02610052
		r10	0,000127	0,0144	1,24E-06	9058,781405	5,241851974	0,036394059	5,600605033	0,03188087	5,54773237	0,03249144	5,55532536	0,03240269
		r8	0,000254	0,018	1,24E-06	14494,05025	5,63684498	0,031472252	5,932137353	0,02841696	5,8920023	0,02880544	5,8973481	0,02875322
		r9	0,0003304	0,0232	1,24E-06	14627,85395	5,657965347	0,031237728	5,955638491	0,02819313	5,91447284	0,02858696	5,92005674	0,02853311
r7	0,0004574	0,0232	1,24E-06	20250,5455	5,922304955	0,028511395	6,177044879	0,02620828	6,14405377	0,02649049	6,14825605	0,02645429		
r	0,0011182	0,0408	1,24E-06	28150,61427	6,222086459	0,025832029	6,442033249	0,02409651	6,41414921	0,02430647	6,4176349	0,02428007		

Refrigeración

		Refrigeración												
		Tramo	Caudal (m³/s)	D seleccionado (mm)	viscosidad cinemática	Nº de Reynolds	Colebrook	f1	Colebrook	f2	Colebrook	f3	Colebrook	f
Ramales	Impulsión	i3	0,000127	0,0144	1,4338E-06	7831,821334	5,121919137	0,038118391	5,502635493	0,03302619	5,44482434	0,03373124	5,4533589	0,03362574
		i6	0,0000764	0,0144	1,4338E-06	4711,426378	4,697202541	0,04532329	5,158833203	0,03757483	5,08129459	0,03873033	5,09384433	0,03853973
		i5	0,0000764	0,0144	1,4338E-06	4711,426378	4,697202541	0,04532329	5,158833203	0,03757483	5,08129459	0,03873033	5,09384433	0,03853973
		i2	0,000127	0,0144	1,4338E-06	7831,821334	5,121919137	0,038118391	5,502635493	0,03302619	5,44482434	0,03373124	5,4533589	0,03362574
		i4	0,000127	0,0144	1,4338E-06	7831,821334	5,121919137	0,038118391	5,502635493	0,03302619	5,44482434	0,03373124	5,4533589	0,03362574
		i10	0,000127	0,0144	1,4338E-06	7831,821334	5,121919137	0,038118391	5,502635493	0,03302619	5,44482434	0,03373124	5,4533589	0,03362574
		i8	0,000127	0,0144	1,4338E-06	7831,821334	5,121919137	0,038118391	5,502635493	0,03302619	5,44482434	0,03373124	5,4533589	0,03362574
		i9	0,0000764	0,0144	1,4338E-06	4711,426378	4,697202541	0,04532329	5,158833203	0,03757483	5,08129459	0,03873033	5,09384433	0,03853973
		r6	0,0000764	0,0144	1,24E-06	5449,53464	4,819636205	0,043049834	5,257399947	0,03617912	5,18593712	0,03718309	5,19720889	0,03702198
		r5	0,0000764	0,0144	1,24E-06	5449,53464	4,819636205	0,043049834	5,257399947	0,03617912	5,18593712	0,03718309	5,19720889	0,03702198
Ramales	Retorno	r2	0,000127	0,0144	1,24E-06	9058,781405	5,241851974	0,036394059	5,600605033	0,03188087	5,54773237	0,03249144	5,55532536	0,03240269
		r4	0,000127	0,0144	1,24E-06	9058,781405	5,241851974	0,036394059	5,600605033	0,03188087	5,54773237	0,03249144	5,55532536	0,03240269
		r1	0,000127	0,0144	1,24E-06	9058,781405	5,241851974	0,036394059	5,600605033	0,03188087	5,54773237	0,03249144	5,55532536	0,03240269
		r8	0,000127	0,0144	1,24E-06	9058,781405	5,241851974	0,036394059	5,600605033	0,03188087	5,54773237	0,03249144	5,55532536	0,03240269
		r9	0,0000764	0,0144	1,24E-06	5449,53464	4,819636205	0,043049834	5,257399947	0,03617912	5,18593712	0,03718309	5,19720889	0,03702198
		r7	0,000127	0,0144	1,24E-06	9058,781405	5,241851974	0,036394059	5,600605033	0,03188087	5,54773237	0,03249144	5,55532536	0,03240269

Calefacción

		Calefacción													
		Tramo	Caudal (m³/s)	D seleccionado (mm)	Viscosidad	Nº de Reynolds	Colebrook	f1	Colebrook	f2	Colebrook	f3	Colebrook	f	
Tuberías principales	Impulsión	i1	0,0000686	0,0144	6,06E-07	1,00E+04	5,32E+00	0,03527701	5,67E+00	0,03112642	5,62E+00	0,0316787	5,63E+00	0,03160004	
		i4	0,0001372	0,018	6,06E-07	1,60E+04	5,72E+00	0,030586471	6,00E+00	0,02778208	5,96E+00	0,02813239	5,97E+00	0,02808627	
		i2	0,0002058	0,0232	6,06E-07	1,87E+04	5,86E+00	0,029160074	6,12E+00	0,0266868	6,09E+00	0,0269942	6,09E+00	0,02695411	
		i5	0,0002489	0,0232	6,06E-07	2,26E+04	6,01E+00	0,027697002	6,25E+00	0,02560179	6,22E+00	0,02585362	6,22E+00	0,02582202	
		i6	0,000292	0,0262	6,06E-07	2,34E+04	6,05E+00	0,027342376	6,29E+00	0,02531215	6,26E+00	0,02555719	6,26E+00	0,02552635	
		i3	0,0003606	0,0326	6,06E-07	2,33E+04	6,05E+00	0,027279512	6,30E+00	0,02522903	6,26E+00	0,02548109	6,27E+00	0,02544877	
		i7	0,0000686	0,0144	6,06E-07	1,00E+04	5,32E+00	0,03527701	5,67E+00	0,03112642	5,62E+00	0,0316787	5,63E+00	0,03160004	
		i9	0,0001117	0,018	6,06E-07	1,30E+04	5,55E+00	0,032445821	5,86E+00	0,02910675	5,82E+00	0,02953898	5,82E+00	0,02947963	
		i8	0,0001803	0,0232	6,06E-07	1,63E+04	5,75E+00	0,030260152	6,03E+00	0,02748929	5,99E+00	0,02784137	6,00E+00	0,02779425	
		i10	0,0002489	0,0232	6,06E-07	2,26E+04	6,01E+00	0,027697002	6,25E+00	0,02560179	6,22E+00	0,02585362	6,22E+00	0,02582202	
	Tuberías principales	Retorno	i	0,0006095	0,0408	6,06E-07	3,14E+04	6,31E+00	0,02510494	6,52E+00	0,02353647	6,49E+00	0,02372312	6,50E+00	0,02370012
			r3	0,0000686	0,0144	6,58E-07	9,22E+03	5,26E+00	0,036196112	5,61E+00	0,0317479	5,56E+00	0,03234798	5,57E+00	0,03226105
			r6	0,0001117	0,018	6,58E-07	1,20E+04	5,48E+00	0,033253872	5,81E+00	0,02967304	5,76E+00	0,03014299	5,77E+00	0,03007738
			r5	0,0001548	0,018	6,58E-07	1,66E+04	5,75E+00	0,030267077	6,02E+00	0,02755142	5,99E+00	0,02788835	5,99E+00	0,02784434
			r2	0,0002234	0,0233	6,58E-07	1,86E+04	5,85E+00	0,029200995	6,12E+00	0,02671599	6,08E+00	0,02702524	6,09E+00	0,02698485
			r4	0,000292	0,0262	6,58E-07	2,16E+04	5,98E+00	0,0279577	6,23E+00	0,02577329	6,20E+00	0,02604075	6,20E+00	0,02600652
			r1	0,0003606	0,0326	6,58E-07	2,14E+04	5,99E+00	0,027902108	6,24E+00	0,02569622	6,21E+00	0,025971	6,21E+00	0,02593521
			r10	0,0000686	0,0144	6,58E-07	9,22E+03	5,26E+00	0,036196112	5,61E+00	0,0317479	5,56E+00	0,03234798	5,57E+00	0,03226105
			r8	0,0001372	0,018	6,58E-07	1,47E+04	5,65E+00	0,031315444	5,94E+00	0,02830508	5,90E+00	0,02868669	5,91E+00	0,02863557
			r9	0,0001803	0,0232										

		Calefacción												
Ramales		Tramo	Caudal (m³/s)	D seleccionado (mm)	Viscosidad	Nº de Reynolds	Colebrook	f1	Colebrook	f2	Colebrook	f3	Colebrook	f
		Impulsión	i3	0,0000686	0,0144	6,06E-07	1,00E+04	5,32E+00	0,03527701	5,67E+00	0,03112642	5,62E+00	0,0316787	5,63E+00
Retorno	i6	0,0000431	0,0144	6,06E-07	6,29E+03	4,94E+00	0,040974102	5,35E+00	0,03487349	5,29E+00	0,03574657	5,30E+00	0,03561026	
	i5	0,0000431	0,0144	6,06E-07	6,29E+03	4,94E+00	0,040974102	5,35E+00	0,03487349	5,29E+00	0,03574657	5,30E+00	0,03561026	
	i2	0,0000686	0,0144	6,06E-07	1,00E+04	5,32E+00	0,03527701	5,67E+00	0,03112642	5,62E+00	0,0316787	5,63E+00	0,03160004	
	i4	0,0000686	0,0144	6,06E-07	1,00E+04	5,32E+00	0,03527701	5,67E+00	0,03112642	5,62E+00	0,0316787	5,63E+00	0,03160004	
	i10	0,0000686	0,0144	6,06E-07	1,00E+04	5,32E+00	0,03527701	5,67E+00	0,03112642	5,62E+00	0,0316787	5,63E+00	0,03160004	
	i8	0,0000686	0,0144	6,06E-07	1,00E+04	5,32E+00	0,03527701	5,67E+00	0,03112642	5,62E+00	0,0316787	5,63E+00	0,03160004	
	i9	0,0000431	0,0144	6,06E-07	6,29E+03	4,94E+00	0,040974102	5,35E+00	0,03487349	5,29E+00	0,03574657	5,30E+00	0,03561026	
	r6	0,0000431	0,0144	6,58E-07	5,79E+03	4,87E+00	0,042152308	5,30E+00	0,03561831	5,23E+00	0,0365648	5,24E+00	0,03641467	
	r5	0,0000431	0,0144	6,58E-07	5,79E+03	4,87E+00	0,042152308	5,30E+00	0,03561831	5,23E+00	0,0365648	5,24E+00	0,03641467	
	r2	0,0000686	0,0144	6,58E-07	9,22E+03	5,26E+00	0,036196112	5,61E+00	0,0317479	5,56E+00	0,03234798	5,57E+00	0,03226105	
	r4	0,0000686	0,0144	6,58E-07	9,22E+03	5,26E+00	0,036196112	5,61E+00	0,0317479	5,56E+00	0,03234798	5,57E+00	0,03226105	
	r1	0,0000686	0,0144	6,58E-07	9,22E+03	5,26E+00	0,036196112	5,61E+00	0,0317479	5,56E+00	0,03234798	5,57E+00	0,03226105	
	r8	0,0000686	0,0144	6,58E-07	9,22E+03	5,26E+00	0,036196112	5,61E+00	0,0317479	5,56E+00	0,03234798	5,57E+00	0,03226105	
	r9	0,0000431	0,0144	6,58E-07	5,79E+03	4,87E+00	0,042152308	5,30E+00	0,03561831	5,23E+00	0,0365648	5,24E+00	0,03641467	
r7	0,0000686	0,0144	6,58E-07	9,22E+03	5,26E+00	0,036196112	5,61E+00	0,0317479	5,56E+00	0,03234798	5,57E+00	0,03226105		

Pérdidas de carga a cada habitación

Refrigeración

Pérdidas de carga a cada habitación									
	Fijo impulsión	Fijo retorno	Impulsión	Retorno	Batería	Total mca	Filtro kPa	Total kPa	Total kPa +10%
Habitación 1	1,001969334	0,84942501	1,55149762	0,59405465	1,8355397	5,83248632	3,95	61,1455772	67,26013494
Habitación 2	1,001969334	0,84942501	1,28680529	1,38452355	1,8355397	6,35826288	3,95	66,3015419	72,93169613
Habitación 3	1,001969334	0,84942501	0,91634892	1,87112815	1,8355397	6,47441111	3,95	67,4405356	74,18458918
Habitación 4	1,001969334	0,84942501	1,34613311	1,3144138	1,8355397	6,34748095	3,95	66,1958102	72,81539127
Habitación 5	1,001969334	0,84942501	0,78083897	1,42619899	1,8355397	5,893972	3,95	61,7485292	67,92338208
Habitación 6	1,001969334	0,84942501	0,59326778	1,4480984	1,8355397	5,72830022	3,95	60,1238887	66,13627761
Habitación 7	1,001969334	0,84942501	1,76803579	1,31344707	1,8355397	6,7684169	3,95	70,3236681	77,35603488
Habitación 8	1,001969334	0,84942501	1,54073554	1,56359481	1,8355397	6,7912644	3,95	70,5477194	77,60249132
Habitación 9	1,001969334	0,84942501	1,34509814	1,08978667	1,8355397	6,12181885	3,95	63,982882	70,38117016
habitación 10	1,001969334	0,84942501	1,34336537	1,71278436	1,8355397	6,74308378	3,95	70,0752419	77,08276612

Calefacción

Pérdidas de carga a cada habitación									
	Fijo impulsión	Fijo retorno	Impulsión	Retorno	Batería	Total mca	Filtro kPa	Total kPa	Total kPa +10%
Habitación 1	0,316309559	0,21809178	0,42101622	0,16098569	3,67107944	4,78748268	2,5	49,4478744	54,39266181
Habitación 2	0,316309559	0,21809178	0,34836679	0,39516323	3,67107944	4,94901079	2,5	51,0318804	56,13506848
Habitación 3	0,316309559	0,21809178	0,2453007	0,54563388	3,67107944	4,99641536	2,5	51,4967476	56,64642237
Habitación 4	0,316309559	0,21809178	0,36470668	0,37461113	3,67107944	4,94479858	2,5	50,9905739	56,08963128
Habitación 5	0,316309559	0,21809178	0,20896745	0,41008604	1,22369315	2,37714797	2,5	25,8112163	28,39233797
Habitación 6	0,316309559	0,21809178	0,15653021	0,41946349	1,22369315	2,33408818	2,5	25,3889557	27,92785122
Habitación 7	0,316309559	0,21809178	0,48336722	0,37419844	3,67107944	5,06304643	2,5	52,1501572	57,36517295
Habitación 8	0,316309559	0,21809178	0,41961826	0,44712664	3,67107944	5,07222568	2,5	52,2401724	57,46418968
Habitación 9	0,316309559	0,21809178	0,36691138	0,30833937	1,22369315	2,43334524	2,5	26,3623081	28,99853886
Habitación 10	0,316309559	0,21809178	0,37244428	0,49501784	3,67107944	5,07294289	2,5	52,2472057	57,47192631

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Sección de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL**

**ANEXO III: CÁLCULO DEL DEPÓSITO DE
INERCIA**

AUTORA

MARÍA FERNANDA CARRILLO PÉREZ

ÍNDICE

1.-Introducción	3
2. Cálculo y dimensionamiento del circuito primario	3
3. Cálculo del volumen del depósito de inercia	4
4. Tablas de Resultados	5

1. Introducción

Un depósito de inercia no es más que un acumulador térmico, cuya función básica es proveer una elevada carga térmica que reduzca las maniobras de paro – arranque de la máquina enfriadora y tienda a estabilizar la temperatura del circuito; disminuyendo por tanto el desgaste y el consumo de energía.

Es muy recomendable su uso en instalaciones hoteleras ya que en estas la carga es muy variable y el valor mínimo utilizable en un momento dado es muy pequeño respecto a la potencia total.

Como consecuencia de su instalación tendremos dos circuitos hidráulicos dentro del sistema:

- Circuito primario: que impulsa el agua desde la enfriadora hasta el depósito de inercia.
- Circuito secundario: que impulsa el agua desde el depósito de inercia hasta las habitaciones.

El cálculo y dimensionamiento del circuito secundario se encuentra recogido en el *Anexo II: Cálculo de la Instalación Hidráulica*. El cálculo del circuito primario es necesario hacerlo para poder seleccionar el depósito de inercia, y también las bombas del circuito primario.

2. Cálculo y dimensionamiento del circuito primario

Para el cálculo del circuito primario, se siguió el mismo procedimiento que el utilizado para el circuito secundario, teniendo en cuenta que, en este caso, el caudal demandado vendrá determinado por la máquina enfriadora, y no por los fancoils.

El caudal y las pérdidas de carga del fluido a su paso por la batería de la máquina vienen indicados por el fabricante en la ficha técnica del equipo:

	Caudal	Pérdidas de carga
Refrigeración:	2,0519 l/s	16 kPa
Calefacción:	2,2206 l/s	13 kPa

3. Cálculo del volumen del depósito de inercia

No hay ninguna especificación exacta que nos diga cuál debe ser el volumen del depósito de inercia. Sin embargo, la mayoría de los fabricantes del mercado recomiendan de 10 a 15 litros por kW de potencia.

Tomando la recomendación de utilizar 15 litros por kW de potencia y sabiendo que la potencia de refrigeración y calefacción de nuestra máquina es de 42,9 kW y 46,1 kW, respectivamente, el volumen de agua nos queda:

Refrigeración: $42,2 \text{ kW} \times 15 = 643,5 \text{ l}$

Calefacción: $46,1 \text{ kW} \times 15 = 691,5 \text{ l}$

Ahora bien, a estos resultados habrá que restarles el volumen de agua que se encuentra contenido en los conductos de la instalación. Este último volumen lo calcularemos de la siguiente forma:

$$V = \pi \frac{D^2}{4} \cdot L$$

Donde,

D: es el diámetro del conducto en m.

L: es la longitud del tramo de tubería en m.

Tras realizar los cálculos necesarios, obtenemos lo siguiente:

Volumen circuito primario: $0,004149981 \text{ m}^3$

Volumen circuito secundario: $0,092833924 \text{ m}^3$

Volumen total: $0,096983908 \text{ m}^3 / 96,98 \text{ litros}$

Cabe mencionar que el volumen de agua contenido en la instalación es igual para refrigeración y calefacción ya que se seleccionaron diámetros de tuberías que pudieran ser utilizados en ambos sistemas.

Finalmente, el volumen del depósito de inercia será:

Para refrigeración: $V = 643,5 - 96,98 = 546,52 \text{ l}$

Para calefacción: $V = 691,5 - 98,98 = 594,52 \text{ l}$

4. Tablas de Resultados

Volumen de agua

Refrigeración

		Tramo	Caudal (m ³ /s)	Diámetro (m)	D seleccionado (m)	Volumen de agua (m ³)
Tuberías principales	Impulsión	i4-1	0,000127	0,011608238	0,0144	0,000655512
		i2-4	0,000254	0,016416527	0,018	0,000201539
		i5-2	0,000381	0,020106058	0,0232	0,001196756
		i6-5	0,0004574	0,0220299	0,0232	0,00112616
		i3-6	0,0005338	0,023798727	0,0262	0,000401651
		ii-3	0,0006608	0,02647887	0,0326	0,008356914
		i9-7	0,000127	0,011608238	0,0144	0,000348032
		i8-9	0,0002034	0,014690613	0,018	0,000741777
		i10-8	0,0003304	0,018723389	0,0232	0,00133034
		ii-10	0,0004574	0,0220299	0,0232	0,004590454
	i	0,0011182	0,034444841	0,0408	0,016277195	
Tuberías principales	Retorno	r3-6	0,000127	0,011608238	0,0144	0,000298848
		r6-5	0,0002034	0,014690613	0,018	0,000703352
		r5-2	0,0002798	0,01723012	0,018	0,000822189
		r2-4	0,0004068	0,020775664	0,0233	0,000167143
		r4-1	0,0005338	0,023798727	0,0262	0,001690169
		r1-r	0,0006608	0,02647887	0,0326	0,019973291
		r10-8	0,000127	0,011608238	0,0144	0,000722611
		r8-9	0,000254	0,016416527	0,018	0,000640244
		r9-7	0,0003304	0,018723389	0,0232	0,000506011
		r7-r	0,0004574	0,0220299	0,0262	0,008015766
	r	0,0011182	0,034444841	0,0408	0,020853113	

		Tramo	Caudal (m ³ /s)	Diámetro (m)	D seleccionado (m)	Volumen de agua (m ³)		
Ramales	Impulsión	i3	0,000127	0,011608238	0,0144	0,00021009		
		i6	0,0000764	0,009003495	0,0144	0,000193804		
		i5	0,0000764	0,009003495	0,0144	0,000193804		
		i2	0,000127	0,011608238	0,0144	0,00021009		
		i4	0,000127	0,011608238	0,0144	0,000193804		
		i10	0,000127	0,011608238	0,0144	0,000193804		
		i8	0,000127	0,011608238	0,0144	0,00021009		
		i9	0,0000764	0,009003495	0,0144	0,000193804		
		Ramales	Retorno	r6	0,0000764	0,009003495	0,0144	0,000144946
				r5	0,0000764	0,009003495	0,0144	0,000144946
r2	0,000127			0,011608238	0,0144	0,000258948		
r4	0,000127			0,011608238	0,0144	0,000144946		
r1	0,000127			0,011608238	0,0144	0,000258948		
r8	0,000127			0,011608238	0,0144	0,000258948		
r9	0,0000764			0,009003495	0,0144	0,000144946		
r7	0,000127			0,011608238	0,0144	0,000258948		

Calefacción

		Tramo	Caudal (m ³ /s)	Diámetro (m)	D seleccionado (m)	Volumen de agua (m ³)
Tuberías principales	Impulsión	i4-1	0,0000686	0,008531522	0,0144	0,000655512
		i2-4	0,0001372	0,012065394	0,018	0,000201539
		i5-2	0,0002058	0,014777029	0,0232	0,001196756
		i6-5	0,0002489	0,01625088	0,0232	0,00112616
		i3-6	0,000292	0,017601751	0,0262	0,000401651
		ii-3	0,0003606	0,01956038	0,0326	0,008356914
		i9-7	0,0000686	0,008531522	0,0144	0,000348032
		i8-9	0,0001117	0,010886569	0,018	0,000741777
		i10-8	0,0001803	0,013831278	0,0232	0,00133034
		ii-10	0,0002489	0,01625088	0,0232	0,004590454
	i	0,0006095	0,025430289	0,0408	0,016277195	
	Retorno	r3-6	0,0000686	0,008531522	0,0144	0,000298848
		r6-5	0,0001117	0,010886569	0,018	0,000703352
		r5-2	0,0001548	0,012815924	0,018	0,000822189
		r2-4	0,0002234	0,015395933	0,0233	0,000167143
		r4-1	0,000292	0,017601751	0,0262	0,001690169
		r1-r	0,0003606	0,01956038	0,0326	0,019973291
		r10-8	0,0000686	0,008531522	0,0144	0,000722611
		r8-9	0,0001372	0,012065394	0,018	0,000640244
		r9-7	0,0001803	0,013831278	0,0232	0,000506011
r7-r		0,0002489	0,01625088	0,0262	0,008015766	
r	0,0006095	0,025430289	0,0408	0,020853113		

		Tramo	Caudal (m ³ /s)	Diámetro (m)	D seleccionado (m)	Volumen de agua (m ³)
Ramales	Impulsión	i3	0,0000686	0,008531522	0,0144	0,00021009
		i6	0,0000431	0,006762434	0,0144	0,000193804
		i5	0,0000431	0,006762434	0,0144	0,000193804
		i2	0,0000686	0,008531522	0,0144	0,00021009
		i4	0,0000686	0,008531522	0,0144	0,000193804
		i10	0,0000686	0,008531522	0,0144	0,000193804
		i8	0,0000686	0,008531522	0,0144	0,00021009
		i9	0,0000431	0,006762434	0,0144	0,000193804
	Retorno	r6	0,0000431	0,006762434	0,0144	0,000144946
		r5	0,0000431	0,006762434	0,0144	0,000144946
		r2	0,0000686	0,008531522	0,0144	0,000258948
		r4	0,0000686	0,008531522	0,0144	0,000144946
		r1	0,0000686	0,008531522	0,0144	0,000258948
		r8	0,0000686	0,008531522	0,0144	0,000258948
		r9	0,0000431	0,006762434	0,0144	0,000144946
		r7	0,0000686	0,008531522	0,0144	0,000258948

Cálculos del circuito primario

Refrigeración

Refrigeración										
	Tramo	Caudal (m ³ /s)	Diámetro (m)	D seleccionado (m)	Viscosidad cinemática	Nº de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud (m)	Pérdidas de carga (m.c.a)	Volumen de agua (m ³)
Circuito Primario	Impulsión	0,0020519	0,046659763	0,0514	1,4338E-06	35449,8674	0,02298602	1	0,02230828	0,002074991
	Retorno	0,0020519	0,046659763	0,0514	1,24E-06	41003,56557	0,02227787	1	0,021621009	0,002074991
	Val cierre imp	0,0020519		0,0514	1,4338E-06	35449,8674	0,02298602	17	0,379240752	V circuito primario
	val cierre retor	0,0020519		0,0514	1,24E-06	41003,56557	0,02227787	17	0,367557157	0,004149981

Calefacción

Calefacción										
	Tramo	Caudal (m ³ /s)	Diámetro (m)	D seleccionado (m)	Viscosidad cinemática	Nº de Reynolds	Coefficiente de fricción	Longitud (m)	Pérdidas de carga (m.c.a)	Volumen de agua (m ³)
Circuito Primario	Impulsión	0,0022206	0,048539981	0,0514	6,06E-07	9,08E+04	0,01902419	1	0,021624036	0,002074991
	Retorno	0,0022206	0,048539981	0,0514	6,58E-07	8,36E+04	0,01931969	1	0,021959919	0,002074991
	Val cierre imp	0,0022206		0,0514	6,06E-07	9,08E+04	0,01902419	17	0,367608616	V circuito primario
	val cierre retor	0,0022206		0,0514	6,58E-07	8,36E+04	0,01931969	17	0,373318627	0,004149981

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Sección de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL**

**ANEXO IV: CÁLCULO DEL VASO DE
EXPANSIÓN**

AUTORA

MARÍA FERNANDA CARRILLO PÉREZ

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Cálculo del vaso de expansión	3
3. Resultados	4

1. Introducción

El vaso de expansión es un elemento de seguridad cuya finalidad es la de mantener constante la presión del sistema al permitir que se expanda el agua cuando aumenta su temperatura y son necesarios en los sistemas cerrados de tuberías.

2. Cálculo del vaso de expansión

El cálculo del vaso de expansión se ha realizado de acuerdo al procedimiento descrito en la norma UNE 100155-Diseño y cálculo de sistemas de expansión.

Como en nuestro caso se instalará un vaso de expansión cerrado, el volumen total del vaso debe calcularse de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$V_t = V \cdot C_e \cdot C_p$$

Donde

C_e : es el coeficiente de expansión del agua.

C_p : es el coeficiente de presión.

V : el volumen del fluido contenido en la instalación.

El coeficiente de expansión del agua para temperaturas superiores a los 4 °C e inferiores a 210 °C, se puede calcular como:

$$C_e = \frac{1000}{f(t)} - 1$$

Donde la función de la temperatura del denominador puede expresarse mediante un polinomio de cuarto orden:

$$f(t) = 999,831 - 1,23956 \cdot 10^{-2} \cdot t + 6,00584 \cdot 10^{-3} \cdot t^2 - 1,97359 \cdot 10^{-5} \cdot t^3 + 4,80021 \cdot 10^{-8} \cdot t^4$$

Siendo esta temperatura la máxima que se prevea que puede alcanzar el sistema cuando esté parado, con un mínimo de 30 °C para redes en el interior y 40 °C para redes situadas en el exterior. Por tanto, tomaremos una temperatura de 40 °C para el caso de refrigeración y 45 °C para el caso de calefacción.

El coeficiente de presión para un vaso de expansión con diafragma se puede calcular como:

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

Donde

P_M : es la presión máxima del vaso en bar.

P_m : es la presión mínima en bar.

La presión máxima de funcionamiento viene dada por el fabricante del vaso de expansión, que en nuestro caso es de 5 bar.

Para la presión mínima tomaremos un valor de 2 bar que, aunque es un valor superior al real, nos pone del lado de la seguridad.

El volumen de la instalación será la suma del volumen del depósito de inercia seleccionado (750 l), más el volumen de agua contenido en la instalación, el cual ya fue calculado en el *Anexo III Cálculo del depósito de inercia*.

3. Resultados

Tras realizar los cálculos en una hoja Excel, los resultados fueron:

Refrigeración

GENERAL:					
Ce=	0,00774387	Coefficiente de dilatación del fluido	PM(bar)=	5	Presión máxima en el vaso.
Vu(l)=	6,55890489	Volumen útil del vaso de expansión	Pm(bar)=	2	Presión mínima en el vaso.
V(l)=	846,98	Contenido total de agua en el circuito	Cp=	1,66666667	Coefficiente de presión del gas
t(°C)=	40	Temperatura máxima de funcionamiento del agua en el circuito	Vt(l)=	10,9315081	Volumen total del vaso de expansión
F(t)=	1007,80431	Ce=(1000/F(t))-1	Pvs=	6	Presión de la válvula de seguridad.

Imagen 1. Imagen del Excel utilizado para el cálculo del vaso de expansión para el sistema de refrigeración.

$$V_{\text{vaso}} = 10,92 \text{ l}$$

Calefacción

GENERAL:					
Ce=	0,00973767	Coeficiente de dilatación del fluido	PM(bar)=	5	Presión máxima en el vaso.
Vu(l)=	8,24761513	Volumen útil del vaso de expansión	Pm(bar)=	2	Presión mínima en el vaso.
V(l)=	846,98	Contenido total de agua en el circuito	Cp=	1,66666667	Coeficiente de presión del gas
t(°C)=	45	Temperatura máxima de funcionamiento del agua en el circuito	Vt(l)=	13,7460252	Volumen total del vaso de expansión
F(t)=	1009,83343	Ce=(1000/F(t))-1	Pvs=	6	Presión de la válvula de seguridad.

Imagen 2. Imagen del Excel utilizado para el cálculo del vaso de expansión para el sistema de calefacción.

$$V_{\text{vaso}} = 13,75 \text{ l}$$



Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología
Sección de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL**

ANEXO V: CÁLCULO DEL AISLAMIENTO

AUTORA

MARÍA FERNANDA CARRILLO PÉREZ

ÍNDICE

1. Introducción	3
2. Cálculo del espesor de aislamiento	3
3. Resultados	5

1. Introducción

El aislamiento térmico se puede definir como la capacidad de controlar la transmisión de calor cuando se desea que no exceda ciertos límites. Gracias a él se garantizan menores pérdidas térmicas a través de los conductos de la instalación.

Además, es una de las medidas más baratas y efectivas para conseguir el ahorro energético.

2. Cálculo del espesor de aislamiento

El espesor mínimo de aislamiento de las tuberías se calculará mediante el proceso simplificado de cálculo que aparece en el RITE. Para superficies de sección circular, se considerará válida la aplicación de la siguiente ecuación:

$$d = \frac{D}{2} \left[\text{EXP} \left(\frac{\lambda}{\lambda_{ref}} \cdot \ln \frac{D + 2 \cdot d_{ref}}{D} \right) - 1 \right]$$

Donde,

λ_{ref} : conductividad térmica de referencia igual a 0,04 W/(m·K) a 10 °C.

λ : conductividad térmica del material empleado en W/(m·K).

d_{ref} : espesor mínimo de referencia en mm.

d : espesor mínimo del material empleado expresado en mm.

D : diámetro interior del material aislante, coincide con el diámetro exterior de la tubería en mm.

Los espesores mínimos de referencia se sacarán de las siguientes tablas.

Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	25	25	30
$35 < D \leq 60$	30	30	40
$60 < D \leq 90$	30	30	40
$90 < D \leq 140$	30	40	50
$140 < D$	35	40	50

Tabla 1. Espesores mínimos de aislamiento de tuberías que transportan fluidos calientes por el interior de edificios. Fuente: RITE.

Tabla 1.2.4.2.2: Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos calientes que discurren por el exterior de edificios			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura máxima del fluido (°C)		
	40...60	> 60...100	> 100...180
$D \leq 35$	35	35	40
$35 < D \leq 60$	40	40	50
$60 < D \leq 90$	40	40	50
$90 < D \leq 140$	40	50	60

Tabla 2. Espesores mínimos de aislamiento de tuberías que transportan fluidos calientes por el exterior de edificios. Fuente: RITE.

Tabla 1.2.4.2.3 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el interior de edificios.			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (°C)		
	> -10...0	> 0...10	> 10
$D \leq 35$	30	25	20
$35 < D \leq 60$	40	30	20
$60 < D \leq 90$	40	30	30
$90 < D \leq 140$	50	40	30
$140 < D$	50	40	30

Tabla 3. Espesores mínimos de aislamiento de tuberías que transportan fluidos fríos por el interior de edificios. Fuente: RITE.

Tabla 1.2.4.2.4 Espesores mínimos de aislamiento (mm) de tuberías y accesorios que transportan fluidos fríos que discurren por el exterior de edificios.			
Diámetro exterior (mm)	Temperatura mínima del fluido (C)		
	> -10...0	> 0...10	> 10
$D \leq 35$	50	45	40
$35 < D \leq 60$	60	50	40
$60 < D \leq 90$	60	50	50
$90 < D \leq 140$	70	60	50
$140 < D$	70	60	50

Tabla 4. Espesores mínimos de aislamiento de tuberías que transportan fluidos fríos por el exterior de edificios. Fuente: RITE.

Como vemos habrá que diferenciar entre fluidos fríos y calientes y entre tuberías que discurren por dentro y por fuera del edificio.

Para nuestro estudio, la temperatura máxima del fluido caliente será de 45 °C, y la temperatura mínima del fluido frío será de 7°C.

La conductividad térmica del material seleccionado es de 0,036 W/(m·K).

3. Resultados

Tras tomar los valores correspondientes de las tablas y programar una hoja Excel para realizar el cálculo automático, se obtuvo lo siguiente:

Refrigeración					
Interior del Edificio					
Diámetro interior	Diámetro exterior	Diámetro nominal	Espesor de referencia	Espesor mínimo	Espesor seleccionado
14,4	20	15	25	20,87885868	25
18	25	20	25	21,09844224	25
23,2	32	25	25	21,31792343	25
26,2	32	25	25	21,31792343	25
32,6	40	32	25	21,49485602	25
Exterior del Edificio					
Diámetro interior	Diámetro exterior	Diámetro nominal	Espesor de referencia	Espesor mínimo	Espesor seleccionado
40,8	50	40	50	42,19688449	45

Calefacción					
Interior del Edificio					
Diámetro interior	Diámetro exterior	Diámetro nominal	Espesor de referencia	Espesor mínimo	Espesor seleccionado
14,4	20	15	25	20,87885868	25
18	25	20	25	21,09844224	25
23,2	32	25	25	21,31792343	25
26,2	32	25	25	21,31792343	25
32,6	40	32	25	21,49485602	25
Exterior del Edificio					
Diámetro interior	Diámetro exterior	Diámetro nominal	Espesor de referencia	Espesor mínimo	Espesor seleccionado
40,8	50	40	40	34,07667198	35

Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Sección de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL**

**ANEXO VI: FICHAS TÉCNICAS Y
CATÁLOGOS DE LOS EQUIPOS**

AUTORA

MARÍA FERNANDA CARRILLO PÉREZ

ÍNDICE

- 1. Ficha técnica de las unidades terminales (fancoils), Aermec-Airlan.**
- 2. Ficha técnica de la máquina de producción frigorífica y calorífica, Aermec-Airlan.**
- 3. Ficha técnica Wilo: bomba refrigeración circuito primario.**
- 4. Ficha técnica Wilo: bomba calefacción circuito primario.**
- 5. Ficha técnica Wilo: bomba refrigeración circuito secundario.**
- 6. Ficha técnica Wilo: bomba calefacción circuito secundario.**
- 7. Ficha técnica tuberías blue pipe Aquatherm.**
- 8. Ficha técnica Armaflex AF.**
- 9. Ficha técnica Armaflex SH.**
- 10. Hoja identificativa depósito de inercia térmica, Mecalia.**
- 11. Catálogo Ibaiondo para vaso de expansión.**

FCZ P/PO

Fancoil
Instalación de techo
Potencia frigorífica desde 1 hasta 8,60 kW
Potencia calorífica desde 1 hasta 8,51 kW



Aermec participa en el Programa EUROVENT: FCH. Los productos correspondientes se encuentran en el sitio web www.eurovent-certification.com



VMF



- **FUNCIONAMIENTO SILENCIOSO**
- **CONFORT TOTAL: OSCILACIONES REDUCIDAS DE LA TEMPERATURA Y DE LA HUMEDAD RELATIVA**

Características

Gracias a la excepcional experiencia acumulada con los fancoils, Aermec presenta las nuevas series FCZ P fancoils de empotrado.

Pueden montarse en cualquier tipo de instalación de 2/4 tubos y combinadas con cualquier generador de calor, incluso con temperaturas bajas, y gracias a la disponibilidad de diferentes versiones y configuraciones, es fácil elegir la mejor solución para cualquier exigencia.

Versiones Sin mando a bordo, Instalación vertical y horizontal:

FCZ_P
FCZ_PO
FCZ_PPC

- Ventilador centrífugo de tres velocidades.
- Motores eléctricos con condensadores permanentemente conectados.
- Baja pérdida de carga en las baterías de intercambio térmico.
- Facilidad de instalación y mantenimiento.
- Filtro de aire clase **G2** para todas las versiones, de fácil extracción y limpieza. **En las versiones PPC con depurador Plasmacluster.**
- Tornillos sin fin extraíbles para una limpieza fácil y eficaz.
- Reversibilidad de las conexiones hidráulicas en fase de instalación.

Selección de la unidad

Si se combinan adecuadamente las numerosas opciones disponibles, es posible configurar cada modelo para adecuarlo a las particularidades de la instalación.

Campo Descripción

- 1,2,3 **FCZ**
4 **Tamaño**
1-2-3-4-5-6-7-8-9-10
5 **Batería principal**
0 Estándar
5 Aumentada (1)
6 **Batería secundaria**
0 Sin batería
1 Estándar
2 Aumentada

7,8 Versión

- P Colgante sin mueble
PO Colgante con motor potenciado
PPC Colgante con depurador Plasmacluster

(1) Con batería aumentada "5", no es posible combinar ninguna batería sólo para calor "1 o 2"

Compatibilidad kits hidráulicos

FCZ P	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
	101	102	201	202	301	302	401	402	501	502	601	602	701	702	801	802	901	1001	-
FCZ PO	-	-	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	-	-	-	-	-
	-	-	201	202	301	302	401	402	501	502	601	602	701	702	-	-	901	-	-

Kit de válvula de 3 vías convencional para batería principal

VCF11	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VCF21					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VCF31																	•	•	•

Kit de válvula de 3 vías convencional para batería solo calor

VCF41	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VCF51																		•	•

Kit de válvula de 2 vías convencional para batería principal

VCF2VIAS1/2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VCF2VIAS3/4					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Kit de válvula de 2 vías convencional para batería solo calor

VCF2VIAS1/2	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
-------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Kit de válvula de 2 vías con equilibrado dinámico para batería principal

VCFE1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VCFE2					•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VCFE3													•(1)	•	•	•	•	•	•

Kit de válvula de 2 vías con equilibrado dinámico para batería solo calor

VCFE4	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VCFE5													•	•	•	•	•	•	•

(1) Kit correspondiente para los modelos FCZ602 P/PO

(2) Kit correspondiente para los modelos FCZ650 P/PO

Tamaños disponibles para la versión

Versiones	Tamaños disponibles con una batería																		
	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
FCZ	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
P	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
PO	/	/	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	/	/	/	/	/
PPC	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Versiones	Tamaños disponibles con doble batería																		
	101	102	201	202	301	302	401	402	501	502	601	602	701	702	801	802	901	1001	
FCZ	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
P	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
PO	/	/	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	/	/	/	/	/
PPC	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Accesorios

Paneles de mando

ESTÁ disponible una gama de mandos específicos, de pared o montados a bordo de la máquina, pero es indispensable elegir entre estos paneles para una regulación simple y completa. Para más detalles, consulte la ficha específica.

Sondas específicas para paneles de mando

- **SW3:** Sonda de la temperatura del agua, que permite el cambio de estación automático a los termostatos electrónicos dotados de change over lado agua.
- **SWA:** Accesorio de sonda externa SWA (longitud L = 6 m). Si se conecta al conector (A) del panel FMT21, detecta la temperatura del aire ambiente, y automáticamente se deshabilita la sonda de la temperatura del aire ambiente incorporada en el panel. Si está conectada al conector (W) del panel FMT21, detecta la temperatura del agua de la instalación para el permiso a la ventilación. En el panel FMT21 se pueden conectar simultáneamente 2 sondas SWA.
- **SIT3-5:** Tarjetas de interfaz del termostato. Permiten realizar una red de fancoils (máx. 10) controlados desde un panel centralizado (conmutador o termostato).
- **SIT3:** controla las 3 velocidades del ventilador y debe instalarse en cada fancoil de la red; recibe los mandos del conmutador o de la tarjeta SIT5.
- **SIT5:** controla las 3 velocidades del ventilador y hasta 2 válvulas (instalaciones de cuatro tubos); transmite los mandos del termostato a la red de fancoils.

Sistema VMF

- **VMF-E4:** La interfaz de usuario de pared permite controlar las funciones mediante el teclado táctil capacitivo.
- **VMF-E5:** El panel de pared empotrado permite controlar las funciones de una instalación hidrónica completa mediante un teclado capacitivo.
- **VMF-SW:** sonda de agua que se utiliza eventualmente para sustituir la de serie, suministrada con el termostato VMF-E1 para la instalación de la misma antes de la válvula.
- **VMF-SW1:** - VMF-SW1: sonda de agua adicional que se utiliza eventualmente para las instalaciones de 4 tubos con el termostato VMF-E1, para el control de máxima en el rango de frío.

Baterías de agua caliente

- **BV:** Batería de agua caliente de 1 fila. No está disponible para las versiones con Plasmacluster.

Batería eléctrica

- **RX:** Batería eléctrica de tipo acorazado con termostato de seguridad. (Requiere un termostato con gestión de la resistencia). No está disponible para las versiones de 4 filas o con Plasmacluster.

Kit Válvulas de agua

- **VCFE:** Kit de válvulas de dos vías con equilibrado dinámico para la serie FCZ_P/PO. El kit está compuesto por una válvula de dos vías con regulación de presión diferencial y ajuste de caudal, actuador de 230V T/N, 24V T/N ó 24V 0-10V proporcional, codo de cobre de 90°, llave de corte y latiguillo.
- **VCF:** Kit de válvulas de 3 vías convencional para la serie FCZ_P/PO. El kit está compuesto por una válvula de 3 vías y 4 tomas, actuador de 230V T/N, 24V T/N ó 24V 0-10V proporcional, codo de cobre de 90°, llave de corte y latiguillo.
- **VCF2vías:** Kit de válvulas de 2 vías convencional para la serie FCZ_P/PO. El kit está compuesto por una válvula de 2 vías, actuador de 230V T/N, 24V T/N ó 24V 0-10V proporcional, codo de cobre de 90°, llave de corte y latiguillo.

Accesorios para la instalación

- **AMP:** Kit para la instalación del colgante.
- **BC:** Recipiente auxiliar para la recolección de la condensación.
- **CHF:** VentilCassaforma, plantilla de chapa galvanizada para versiones P, que permite obtener directamente en la pared un espacio para el alojamiento del fancoil.
- **DSC4:** Dispositivo para la descarga de la condensación cuando es necesario superar los desniveles.
- **PA:** Cámara de sobrepresión de aspiración de chapa galvanizada, comprende racores de aspiración para canales con sección circular.
- **PA-F:** Cámara de sobrepresión de aspiración que permite tener la toma de aire y la salida por el mismo lado, idónea para todas aquellas instalaciones en las

que se quiera colocar la máquina en el exterior de los locales climatizados para reducir al mínimo el ruido y facilitar las operaciones de mantenimiento.

- **PM:** Cámara de sobrepresión de impulsión de chapa cincada y aislada externamente, comprende racores de impulsión de material plástico para canales con sección circular.
- **RD:** Racor recto de salida para canalización.
- **RDA:** Racor recto de aspiración para canalización.
- **RP:** Racor a 90° de salida para canalización.
- **RPA:** Racor a 90° de aspiración para canalización.

Tanque compensador de chapa galvanizada y racores:

- **RDA_V:** Racor recto de aspiración con brida rectangular.
- **RDAC_V:** Racor recto de aspiración con bridas circulares.
- **RPA_V:** Tanque compensador de aspiración con brida rectangular.
- **RDMC_V:** Racor recto de envío con bridas circulares. Aislado internamente.
- **PA_V:** Tanque compensador de aspiración con bridas circulares. Bidas de material plástico.
- **RPM_V:** Tanque compensador de envío con brida rectangular. Aislado internamente.
- **PM_V:** Tanque compensador de envío con bridas circulares. Aislado internamente. Bidas de material plástico.
- **KFV10:** Kit brida circular para tanque compensador de aspiración/envío.

Rejillas

- **GA:** Rejilla de aspiración con aletas fijas.
- **GAF:** Rejilla de aspiración con aletas fijas con filtro.
- **GMF:** Rejilla de impulsión con aletas orientables.

Cámara de sobrepresión y accesorios para la canalización

Para más detalles sobre los paneles de mando y el sistema VMF, consulte las fichas específicas

Datos técnicos de la Unidad con una batería

FCZ	100			150			200			250			300			350			400			450			500			550					
Velocidad del ventilador	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L
Prestaciones en calefacción																																	
Instalación de 2 tubos																																	
Potencia calorífica (70 °C) (1) kW	2,40	2,00	1,46	2,65	2,19	1,55	3,70	2,95	2,02	4,05	3,18	2,20	5,50	4,46	3,47	6,15	4,92	3,77	7,15	5,74	4,32	7,82	6,29	4,57	8,50	7,31	5,27	9,75	8,34	5,82			
Caudal de agua (1) l/h	206	172	125	228	188	133	318	253	173	348	273	189	473	383	298	529	423	324	615	493	371	672	532	393	731	629	453	838	717	500			
Pérdidas de carga (1) kPa	9	6	4	14	10	6	20	13	7	31	20	11	17	12	7	28	19	12	32	21	11	22	13	9	42	42	42	33	25	14			
Potencia calorífica (45°C) (2) kW	1,19	1,00	0,72	1,32	1,09	0,77	1,84	1,47	1,00	2,01	1,58	1,09	2,74	2,22	1,72	3,06	2,45	1,87	3,56	2,85	2,15	3,89	3,13	2,27	4,23	3,64	2,62	4,85	4,15	2,90			
Caudal de agua (2) l/h	207	173	126	229	189	134	319	254	174	350	274	190	475	385	299	531	425	325	617	495	373	675	543	394	734	631	455	842	720	502			
Pérdidas de carga (2) kPa	9	6	4	14	10	6	20	13	7	31	20	11	17	12	7	28	19	12	32	21	11	22	14	9	43	43	43	33	25	14			
Rendimientos en enfriamiento																																	
Pot. frigorífica total (3) kW	1,00	0,84	0,65	1,27	1,06	0,80	1,60	1,29	0,89	1,94	1,56	1,06	2,65	2,18	1,68	3,03	2,46	1,89	3,60	2,93	2,21	4,04	3,21	2,41	4,25	3,69	2,68	4,80	4,13	2,91			
Pot. frigorífica sensible (3) kW	0,83	0,69	0,51	0,97	0,80	0,57	1,33	1,05	0,71	1,52	1,20	0,80	2,04	1,65	1,26	2,18	1,76	1,33	2,67	2,14	1,59	2,91	2,30	1,69	3,18	2,73	1,94	3,49	2,98	2,07			
Caudal de agua (3) l/h	172	144	112	219	182	138	275	221	153	334	267	182	456	374	288	560	460	350	619	503	379	694	552	414	731	634	460	824	711	501			
Pérdidas de carga (3) kPa	8	6	3	15	11	6	18	12	6	35	25	13	18	13	8	35	25	15	34	26	19	32	24	18	49	42	25	46	34	18			
Ventilador																																	
Ventilador Centrífugo n°	1						1						2						2						2								
Caudal de aire m ³ /h	200	160	110	200	160	110	290	220	140	290	220	140	450	350	260	450	350	260	600	460	330	600	460	330	720	600	400	720	600	400			
Niveles sonoros																																	
Potencia sonora (4) dB(A)	45	38	31	45	38	31	50	43	31	50	43	31	58	41	34	58	41	34	51	44	39	51	44	39	56	51	42	56	51	42			
Presión sonora dB(A)	37	30	23	37	30	23	42	35	23	42	35	23	50	33	26	50	33	26	43	36	31	43	36	31	48	43	34	48	43	34			
Diámetro de los racores																																	
Batería Principal																																	
Batería estándar Ø	1/2"			/			1/2"			/			3/4"			/			3/4"			/			3/4"			/					
Batería sobredim. Ø	/			1/2"			/			1/2"			/			3/4"			/			3/4"			/			3/4"			/		
Características eléctricas																																	
Potencia absorbida W	30	25	20	30	25	20	35	25	13	35	25	13	44	33	25	44	33	25	57	43	30	57	43	30	76	52	38	76	52	38			
Conexiones eléctricas	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1
Alimentación V/ph/Hz	230V~50Hz																																

FCZ	600			650			700			750			800			850			900			950			1000								
Velocidad del ventilador	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L			
Prestaciones en calefacción																																	
Instalación de 2 tubos																																	
Potencia calorífica (70 °C) (1) kW	10,00	8,10	5,70	11,50	9,15	6,21	11,00	9,80	8,10	12,50	11,30	9,10	12,00	10,80	9,80	14,00	12,35	11,30	15,14	13,35	10,77	17,10	14,42	11,20	17,02	15,24	12,56						
Caudal de agua (1) l/h	860	696	490	989	785	534	946	843	696	1075	972	782	1032	929	843	1204	1062	972	1328	1171	945	1500	1295	982	1493	1337	1101						
Pérdidas de carga (1) kPa	25	17	9	54	36	12	37	30	21	20	16	11	42	35	29	24	19	16	21	16	11	32	23	15	43	34	24						
Potencia calorífica (45°C) (2) kW	4,98	4,03	2,84	5,72	4,55	3,09	5,47	4,88	4,03	6,22	5,62	4,53	5,97	5,37	4,88	6,97	6,14	5,62	7,53	6,64	5,36	8,51	7,17	5,57	8,47	7,58	6,25						
Caudal de agua (2) l/h	863	699	492	993	790	536	950	846	699	1079	975	786	1036	932	846	1209	1066	975	1307	1152	930	1476	1245	967	1469	1316	1084						
Pérdidas de carga (2) kPa	25	18	9	54	36	12	37	30	21	20	17	11	43	35	30	24	19	17	20	15	11	31	21	15	42	33	23						
Rendimientos en enfriamiento																																	
Pot. frigorífica total (3) kW	4,65	3,90	2,85	5,67	4,80	3,46	5,50	4,89	3,92	6,14	5,34	4,27	6,10	5,67	4,84	6,91	6,29	5,26	6,91	5,00	4,29	8,60	7,32	5,77	7,62	6,88	5,69						
Pot. frigorífica sensible (3) kW	3,92	3,17	2,28	4,13	3,44	2,42	4,31	3,76	2,99	4,72	4,06	3,20	4,83	4,42	3,72	5,36	4,84	4,00	5,68	3,78	2,97	5,78	4,87	2,80	5,53	5,35	4,42						
Caudal de agua (3) l/h	800	671	490	975	825	595	946	841	675	1056	918	734	1049	974	833	1189	1082	904	1189	860	738	1479	1259	992	1311	1183	979						
Pérdidas de carga (3) kPa	26	19	11	49	36	20	35	28	19	18	14	9	41	36	27	23	19	14	22	12	9	30	22	15	37	31	22						
Ventilador																																	
Ventilador Centrífugo n°	3						3						3						3						3								
Caudal de aire m ³ /h	920	720	400	920	720	400	1140	930	700	1140	930	700	1300	1120	900	1300	1120	900	1140	930	700	1140	930	700	1300	1120	900						
Niveles sonoros																																	
Potencia sonora (4) dB(A)	57	51	42	57	51	42	62	57	51	61	57	51	61	57	51	66	61	56	61	57	51	61	57	51	66	61	56						
Presión sonora dB(A)	49	43	34	49	43	34	54	49	43	53	49	43	53	49	43	58	53	48	53	49	43	53	49	43	58	53	48						
Diámetro de los racores																																	
Batería Principal																																	
Batería estándar Ø	3/4"			/			3/4"			/			3/4"			/			3/4"			/			3/4"			/					
Batería sobredim. Ø	/			3/4"			/			3/4"			/			3/4"			/			3/4"			/			3/4"			/		
Características eléctricas																																	
Potencia absorbida W	82	61	40	82	61	40	106	80	59	106	80	59	131	100	80	131	100	80	106	80	59	106	80	59	131	100	80	131	100	80			
Conexiones eléctricas	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1
Alimentación V/ph/Hz	230V~50Hz																																

(1) Aire ambiente 20°C b.s.; Agua (in/out) 70°C/60°C;

(2) Aire ambiente 20°C b.s.; Agua (in/out) 45°C/40°C (EUROVENT)

(3) Aire ambiente 27°C b.s./19°C b.u.; Agua (in/out) 7°C/12°C (EUROVENT)

(4) Potencia sonora basada en medidas realizadas de acuerdo con la normativa Eurovent 8/2

Presión sonora (ponderado A) medido en ambiente con volumen V=85 m³, tiempo de reverberación t=0,5 s factor de direccionalidad Q=2; distancia r=2,5 m.

Datos técnicos de la Unidad con doble batería

FCZ	101			102			201			202			301			302			401			402			
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	
Velocidad del ventilador																									
Prestaciones en calefacción																									
instalaciones de 4 tubos con intercambiador adicional																									
Potencia calorífica (1)	kW	1,31	1,14	0,84	2,20	1,86	1,38	1,80	1,52	1,14	3,05	2,49	1,76	2,87	2,45	2,02	4,84	4,01	3,18	3,50	2,97	2,38	5,92	4,86	3,75
Caudal de agua (1)	l/h	113	98	73	190	160	119	155	130	98	262	214	152	247	210	174	416	345	274	301	255	205	509	418	322
Pérdidas de carga (1)	kPa	5	4	2	4	3	2	12	9	6	9	6	4	36	27	19	27	19	13	10	8	5	9	5	4
Rendimientos en enfriamiento																									
Potencia frigorífica total (2)	kW	1,00	0,84	0,65	1,00	0,84	0,65	1,60	1,29	0,89	1,60	1,29	0,89	2,65	2,18	1,68	2,65	2,18	1,68	3,60	2,93	2,21	3,60	2,93	2,21
Potencia frigorífica sensible (2)	kW	0,83	0,69	0,51	0,83	0,69	0,51	1,33	1,05	0,71	1,33	1,05	0,71	2,04	1,65	1,26	2,04	1,65	1,26	2,67	2,14	1,59	2,67	2,14	1,59
Caudal de agua (2)	l/h	172	144	112	172	144	112	275	221	153	275	221	153	456	374	288	456	374	288	619	503	379	619	503	379
Pérdidas de carga (2)	kPa	8	6	3	8	6	3	18	12	6	18	12	6	18	13	8	18	13	8	34	26	19	34	26	19
Ventilador																									
Ventilatore Centrifugo	n°	1						1						2						2					
Caudal de aire	m³/h	200	160	110	200	160	110	290	220	140	290	220	140	450	350	260	450	350	260	600	460	330	600	460	330
Niveles sonoros																									
Nivel de potencia sonora (3)	dB(A)	45	38	31	45	38	31	50	43	31	50	43	31	58	41	34	58	41	34	51	44	39	51	44	39
Nivel de presión sonora	dB(A)	37	30	23	37	30	23	42	35	23	42	35	23	50	33	26	50	33	26	43	36	31	43	36	31
Diámetro de los racores																									
Batería Principal																									
Batería estándar	Ø	1/2"						1/2"						3/4"						3/4"					
Batería Secundaria																									
Batería estándar	Ø	1/2"			1/2"			1/2"			1/2"			3/4"			3/4"			3/4"			3/4"		
Batería sobredimensionada	Ø	1/2"			1/2"			1/2"			1/2"			1/2"			1/2"			1/2"			1/2"		
Características eléctricas																									
Potencia absorbida	W	30	25	20	30	25	20	35	25	13	35	25	13	44	33	25	44	33	25	57	43	30	57	43	30
Conexiones eléctricas		V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1
Alimentación	V/ph/Hz	230V~50Hz																							

FCZ	501			502			601			602			701			702			801			802			901			1001			
	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L	H	M	L				
Velocidad del ventilador																															
Prestaciones en calefacción																															
instalaciones de 4 tubos con intercambiador adicional																															
Potencia calorífica (1)	kW	4,18	3,74	2,90	7,21	6,33	4,66	4,88	4,11	2,83	8,50	6,98	5,14	5,54	4,80	4,10	9,85	8,37	6,98	5,97	5,36	4,71	10,75	9,51	8,18	6,41	6,30	5,30	6,81	6,23	5,43
Caudal de agua (1)	l/h	360	322	249	619	544	401	419	353	243	731	600	442	476	413	353	847	720	600	513	461	405	924	817	703	562	553	465	597	547	476
Pérdidas de carga (1)	kPa	12	10	6	9	8	4	19	14	9	15	11	6	25	19	18	20	15	13	28	23	15	23	18	14	15	14	11	19	16	13
Rendimientos en enfriamiento																															
Potencia frigorífica total (2)	kW	4,25	3,69	2,68	4,25	3,69	2,68	4,65	3,90	2,85	4,65	3,90	2,85	5,50	4,89	3,92	5,50	4,89	3,92	6,10	5,67	4,84	6,10	5,67	4,84	6,91	5,00	4,29	7,62	6,88	5,69
Potencia frigorífica sensible (2)	kW	3,18	2,73	1,94	3,18	2,73	1,94	3,92	3,17	2,28	3,92	3,17	2,28	4,31	3,76	2,99	4,31	3,76	2,99	4,83	4,42	3,72	4,83	4,42	3,72	5,68	3,78	2,97	5,53	5,35	4,42
Caudal de agua (2)	l/h	731	634	460	731	634	460	800	671	490	800	671	490	946	841	675	946	841	675	1049	974	833	1049	974	833	1189	860	738	1311	1183	979
Pérdidas de carga (2)	kPa	49	42	25	49	42	25	26	19	11	26	19	11	35	28	19	35	28	19	41	36	27	41	36	27	22	12	9	37	31	22
Ventilador																															
Ventilatore Centrifugo	n°	2						3						3						3						3					
Caudal de aire	m³/h	720	600	400	720	600	400	920	720	400	920	720	400	1140	930	700	1140	930	700	1300	1120	900	1300	1120	900	1140	930	700	1300	1120	900
Niveles sonoros																															
Nivel de potencia sonora (3)	dB(A)	56	51	42	56	51	42	57	51	42	57	51	42	61	57	51	61	57	51	66	61	56	66	61	56	61	57	51	66	61	56
Nivel de presión sonora	dB(A)	48	43	34	48	43	34	49	43	34	49	43	34	53	49	43	53	49	43	58	53	48	58	53	48	53	49	43	58	53	48
Diámetro de los racores																															
Batería Principal																															
Batería estándar	Ø	3/4"						3/4"						3/4"						3/4"						3/4"					
Batería Secundaria																															
Batería estándar	Ø	3/4"			3/4"			3/4"			3/4"			3/4"			3/4"			3/4"			3/4"			3/4"					
Batería sobredimensionada	Ø	1/2"			1/2"			1/2"			1/2"			1/2"			1/2"			1/2"			1/2"			1/2"					
Características eléctricas																															
Potencia absorbida	W	76	52	38	76	52	38	82	61	40	82	61	40	106	80	59	106	80	59	131	100	80	131	100	80	106	80	59	131	100	80
Conexiones eléctricas		V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1	V3	V2	V1
Alimentación	V/ph/Hz	230V~50Hz																													

(1) Aire ambiente 20°C b.s.; Agua (in/out) 70°C/60°C;

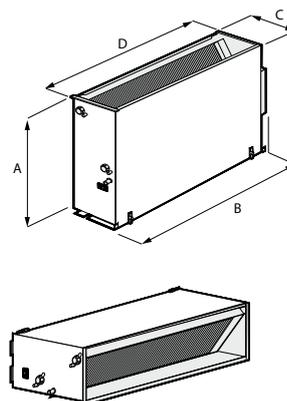
(2) Aire ambiente 27°C b.s./19°C b.u.; Agua (in/out) 7°C/12°C (EUROVENT)

(3) Potencia sonora basada en medidas realizadas de acuerdo con la normativa Eurovent 8/2

Presión sonora (ponderado A) medido en ambiente con volumen V=85 m³, tiempo de reverberación t=0,5 s factor de direccionalidad Q=2; distancia r=2,5 m.

Dimensiones

FCZ_P / PO / PPC	100	101	102	150	200	201	202	250	300	301	302	350	400	401	402	450	500	501	502	550	
Dimensiones para todas las configuraciones																					
Altura	A	mm				453				453				453				453			
Ancho	B*	mm				452				562				793				1013			
	D	mm				412				522				753				973			
Profundidad	C	mm				216				216				216				216			
Peso	kg	12	12	13	13	12	13	14	14	14	15	16	16	20	21	22	22	23	23	24	24
FCZ_P / PO / PPC	600	601	602	650	700	701	702	750	800	801	802	850	900	901	/	950	1000	1001	/	/	
Dimensiones para todas las configuraciones																					
Altura	A	mm				453				453				558				558			
Ancho	B*	mm				1147				1147				1147				1147			
	D	mm				1122				1122				1122				1122			
Profundidad	C	mm				216				216				216				216			
Peso	kg	29	30	31	31	26	27	28	28	26	27	28	28	32				32			



NRP 0200/0750

Unidades polivalentes
Aire / agua para instalación en exteriores
ventiladores axiales con compresores scroll
Capacidad de refrigeración 42,9÷184,6 kW
Potencia térmica 46,1÷205,4 kW



Aermec participa en el Programa EUROVENT: LCP. Los productos en cuestión figuran en el sitio www.eurovent-certification.com



- UNIDADES DISEÑADAS PARA SISTEMAS DE 2 A 4 TUBOS
- VERSIÓN DE ALTA EFICIENCIA
- ELEVADA EFICIENCIA INCLUSO CON LAS CARGAS PARCIALES
- OPCIÓN INTEGRADA KIT HIDRÓNICO

Características

NRP es la gama de unidades polivalentes para exterior que funcionan con refrigerante R410A, diseñada para aplicaciones con instalaciones de 2 o 4 tubos. Con una sola unidad se puede satisfacer, en cualquier período del año, el requerimiento de agua caliente y fría de manera simultánea o separada según la necesidad.

Versión

NRP_A Alta eficiencia

NRP_E Alta eficiencia silenciada

• Límites de funcionamiento (1)

- Max. temperatura del aire exterior 46°C funcionamiento en frío
- Max. Temperatura del agua producida 55°C funcionamiento en caliente

- 2 circuitos frigoríficos
- Compresores scroll de alta eficiencia.
- Intercambiadores de calor optimizados para aprovechar las características excelentes de intercambio térmico del R410A.
- flujóstato de serie.
- Filtro de agua.
- Posibilidad de kit hidráulico consiste en lo siguiente:
 - El tanque de almacenamiento y la bomba / s, o simplemente la bomba y
 - Vaso de expansión
 - Válvula de seguridad en el lado del agua
 - Válvula de escape
- Ventiladores axiales con emisión sonora reducida.
- Las unidades cuentan, en su versión estándar, con

el DCPX, que permite un correcto funcionamiento invernal con temperaturas exteriores de hasta -10 °C; además permite un correcto funcionamiento en caliente con temperaturas exteriores de hasta 42°C

- Regulación con microprocesador.
- Control de la temperatura agua en entrada, con posibilidad de seleccionar el control del agua en salida
- Control de condensación estival con señal modulante 0-10V en función de la presión, compensado en base a la temperatura aire exterior
- Deshielo inteligente al caer la presión
- Rotación compresores y bombas en base a las horas de funcionamiento
- Parcialización de seguridad

(1) Para más detalles sobre los límites de funcionamiento de la versión, consulte la documentación técnica disponible en la página web www.aermec.com

Accesorios

- **AER485P1:** Interfaz RS-485 para los sistemas de supervisión con protocolo MODBUS.
- **AERNET:** El dispositivo permite el control de la gestión y la monitorización remota de un refrigerador con un PC, smartphone o tablet mediante la conexión Cloud. AERNET desempeña la función de Máster, mientras que cada unidad conectada se configura como Slave hasta un máximo de 6 unidades; además, con un simple clic es posible guardar en el propio terminal un archivo log con todos los datos de las unidades conectadas para posibles post análisis.
- **MULTICHILLER_EVO:** Sistema de control para el mando, el encendido y el apagado de cada una

de las enfriadoras en una instalación en la cual se hayan instalado varios aparatos en paralelo, asegurando siempre un caudal constante para los evaporadores.

- **PGD1:** Pantalla gráfica que permite la gestión completa de la unidad como la que se encuentra en la máquina. Se puede controlar a una distancia de 50 m con cable telefónico y a 200 m con cable blindado AWG 24.
- **GP:**Rejilla de protección, protege las baterías externas de golpes fortuitos
- **VT** Soporte antivibración para montar debajo de la base de la unidad.

Accesorios montados en fábrica

- **DRE:** dispositivo electrónico de reducción de la corriente de arranque (, 26% en el bicircuito). **Disponible solo con alimentación 400V.**
- **RIF:** Corrector del factor de potencia de corriente. Conectado en paralelo con el motor, permite obtener una reducción de la corriente absorbida (alrededor del 10%).

Compatibilidad accesorios

Mod. NRP	Vers.	0200	0240	0280	0300	0330	0350	0500	0550	0600	0650	0700	0750
AER485P1	Todos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
AERNET	Todos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MULTICHILLER_EVO	Todos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
PGD1	Todos	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
GP	(1) A	-	-	-	-	-	-	2(x2)	2(x2)	2(x2)	2(x2)	2(x3)	10(x3)
	(1) E	3	3	3	4	4	4	2(x2)	2(x2)	2(x2)	2(x2)	2(x3)	10(x3)
VT (00-P1-P2-P3-P4)	Todos	17	17	17	17	17	17	11	11	11	11	22	23
VT (01-02-03-04-05-06-07-08-09-10)	Todos	13	13	13	13	13	13	11	11	11	11	22	23
VT (R1-R2-R3-R4)	Todos	17	17	17	17	17	17	11	11	11	11	22	23
Accesorios montados en fábrica													
DRE	(2) Todos	281	281	281	301	331	351	501	551	601	651	701	751
RIF	Todos	54	54	50	50	50	51	52	52	53	53	53	53

(1) (x2)(x3) Indica el orden actual kit No.

(2) El accesorio DRE sólo está disponible en las versiones 400V/3N/50Hz

Selección de la unidad

Combinando de manera adecuada las diferentes opciones disponibles, es posible configurar cada modelo para satisfacer las necesidades más específicas de las instalaciones.

Campos Sigla

1,2,3 NRP

4,5,6,7 Tamaño

0200-0240-0280-0300-0330-0350-0500-0550-0600-0650-0700-0750 (3)

8 Versión

A Alta eficiencia

E Alta eficiencia silenciada

9 Tipo de instalación

2 Instalación de 2 tubos

4 Instalación de 4 tubos

10 Baterías

° De aluminio

R De cobre

S De cobre estañado

V Pintadas (pintura epoxídica)

11 Ventiladores (4)

° Estándar

M Mejorados

J Inverter

12 Alimentación (5)

° 400V/3N/50Hz con magnetotérmicos

1 220V/3/50Hz con magnetotérmicos

13-14 Grupo hidrónico instalación: (6)

00 Sin acumulador ni bombas

01 Acumulador y n° 1 bomba de baja presión

02 Acumulador y n° 2 bomba de baja presión

03 Acumulador y n° 1 bomba vez alta presión

04 Acumulador y n° 2 bomba vez alta presión

05 Acumulador (con agujeros para resistencia de integración) n° 1 bomba de baja presión

06 Acumulador (con agujeros para resistencia de integración) n° 2 bomba de baja presión

07 Acumulador (con agujeros para resistencia de integración) n° 1 bomba vez alta presión

08 Acumulador (con agujeros para resistencia de integración) n° 2 bomba vez alta presión

P1 n° 1 bomba de baja presión

P2 n° 2 bomba de baja presión

P3 n° 1 bomba de alta presión

P4 n° 2 bomba de alta presión

15-16 Grupo hidrónico recuperación:

00 Sin acumulador ni bombas

R1 n° 1 bomba de baja presión

R2 n° 2 bomba de baja presión

R3 n° 1 bomba de alta presión

R4 n° 2 bomba de alta presión

NRP 0200 ... 0750
CONFIGURACIONES POSIBLES ENTRE LOS KIT
HIDRÓNICOS
grupo hidrónico recuperación

	00	R1	R2	R3	R4
grupo hidrónico instalación	00	ok	ok	ok	ok
	01	ok	nd	nd	nd
	02	ok	nd	nd	nd
	03	ok	nd	nd	nd
	04	ok	nd	nd	nd
	05	ok	nd	nd	nd
	06	ok	nd	nd	nd
	07	ok	nd	nd	nd
	08	ok	nd	nd	nd
	P1	ok	ok	ok	ok
	P2	ok	ok	ok	ok
	P3	ok	ok	ok	ok
	P4	ok	ok	ok	ok

nd = no esté disponible

(3) Los tamaños 0200-0240-0280-0300-0330-0350 están disponibles sólo en la versión "E"

(4) Ventiladores on/off Standard (Estándar), de serie para los tamaños desde 0500 a 0750.

Ventiladores on/off Maggiorati (Mayorados), opción para los tamaños desde 0200 a 0350.

Ventiladores Inverter (Inversor), de serie para los tamaños desde 0200 a 0350, sin presión estática útil.

Ventiladores Inverter (Inversor), opción para los tamaños desde 0500 a 0750 con presión estática útil.

(5) 220V/3/50Hz 0200-0700

(6) Las acumulaciones con orificios para resistencia adicional se envían de fábrica con tapas de plástico de protección, antes de cargar el sistema, si se ha previsto la instalación de una o de todas las resistencias es obligatorio que reemplace los tapones de plástico con tapones, disponible comúnmente en el comercio.

Datos técnicos

NRP - para sistemas de 2 tubos*		0200	0240	0280	0300	0330	0350	0500	0550	0600	0650	0700	0750	
		V/Ph/Hz						400V/3N/50Hz						
Enfriamiento lado instalación (A)														
12°C / 7°C	Rendimiento frigorífico	(1) kW	/	/	/	/	/	99,8	103,7	123,7	140,7	159,7	184,6	
	Potencia total absorbida	(1) kW	/	/	/	/	/	32,4	36,0	44,1	50,5	55,2	64,6	
	EER	(1)	/	/	/	/	/	3,08	2,89	2,80	2,79	2,89	2,86	
	ηsc	%	/	/	/	/	/	141,6	130,6	148,0	150,1	151,3	153,7	
	SEER	/	/	/	/	/	/	3,62	3,34	3,78	3,83	3,86	3,92	
	Caudal de agua	(1) l/h	/	/	/	/	/	17181	17868	21304	24225	27489	31785	
	Pérdidas de carga total	(1) kPa	/	/	/	/	/	37	39	37	48	56	67	
Enfriamiento lado instalación (E)														
12°C / 7°C	Rendimiento frigorífico	(1) kW	42,9	49,9	55,9	63,9	67,9	79,8	94,8	98,8	115,8	130,7	152,7	178,7
	Potencia total absorbida	(1) kW	13,9	16,5	18,9	20,8	23,2	27,0	35,2	38,9	48,3	55,5	61,9	70,6
	EER	(1)	3,08	3,02	2,97	3,07	2,93	2,96	2,70	2,54	2,40	2,35	2,47	2,53
	ηsc	%	148,2	146,5	147,7	145,0	146,5	157,1	138,1	128,5	143,6	145,7	146,9	147,5
	SEER		3,78	3,74	3,77	3,70	3,74	4,00	3,53	3,29	3,67	3,72	3,75	3,76
	Caudal de agua	(1) l/h	7387	8590	9621	10995	11683	13744	16322	17009	19930	22507	26287	30754
	Pérdidas de carga total	(1) kPa	26	37	22	29	22	31	34	35	32	41	51	63
Calefacción lado instalación (A) (E)														
40°C / 45°C	Potencia térmica	(2) kW	46,1	53,2	60,1	75,2	80,2	84,2	106,3	112,3	137,3	152,3	173,3	205,4
	Potencia total absorbida	(2) kW	13,3	15,6	17,7	22,4	23,9	25,6	32,6	35,1	41,3	45,7	53,8	62,8
	COP	(2)	3,47	3,42	3,40	3,36	3,36	3,28	3,26	3,20	3,33	3,33	3,22	3,27
	Caudal de agua	(2) l/h	7994	9211	10427	13034	13903	14599	18422	19465	23810	26417	30067	35628
	Pérdidas de carga total	(2) kPa	30	43	26	41	31	35	43	46	46	56	67	85
	Calefacción lado ECS (A) (E)													
40°C / 45°C	Potencia térmica	(3) kW	46,1	53,1	60,1	75,2	80,2	84,1	106,2	112,2	137,3	152,3	173,4	205,3
	Potencia total absorbida	(3) kW	13,2	15,4	17,7	22,3	24,0	25,5	32,5	34,9	41,3	45,7	53,5	62,3
	COP	(3)	3,49	3,44	3,40	3,37	3,35	3,30	3,27	3,21	3,32	3,34	3,24	3,29
	Caudal de agua	(3) l/h	7994	9211	10427	13034	13903	14599	18422	19465	23810	26417	30067	35628
	Pérdidas de carga total	(3) kPa	13	17	21	33	38	19	30	34	51	48	35	49
	Prestaciones en condiciones climáticas medias (Average) - Eficiencia en Aplicaciones para temperatura baja (35 °C) eglamento n°811/2013 Pdesignh ≤ 70kW													
Pdesignh			39	45	51	64	68	71	90	95	116	129	147	174
SCOP			3,60	3,53	3,55	3,50	3,50	3,42	3,52	3,50	3,70	3,67	3,55	3,45
ηs			141	138	139	137	137	134	138	137	145	144	139	141
Clase de eficiencia energética			A+	A+	A+	A+	A+	/	/	/	/	/	/	
Enfriamiento con recuperación														
40°C / 45°C - 7°C / 12°C	Rendimiento frigorífico	(4) kW	45,7	52,6	58,4	69,0	74,1	87,3	103,5	111,6	134,1	148,8	169,6	203,1
	Potencia térmica	(4) kW	58,1	67,1	75,1	88,2	95,2	111,1	132,2	142,2	174,3	193,3	218,4	261,3
	Potencia total absorbida	(4) kW	13,1	15,3	17,7	20,3	22,4	25,2	30,4	32,4	42,7	47,3	51,7	61,9
	Caudal de agua lado instalación	(4) l/h	7387	8590	9621	10995	11683	13744	16322	17009	19930	22507	26287	30754
	Pérdidas de carga lado instalación	(4) kPa	26	37	22	29	22	31	34	35	32	41	51	63
	Caudal de agua lado sanitario	(4) l/h	7994	9211	10427	13034	13903	14599	18422	19465	23810	26417	30067	35628
	Pérdidas de carga lado sanitario	(4) kPa	13	17	21	33	38	19	30	34	51	48	35	49
	TER	W/W	7,93	7,81	7,56	7,75	7,57	7,87	7,76	7,83	7,22	7,24	7,51	7,50
	NRP - para sistemas de 4 tubos													
		0200	0240	0280	0300	0330	0350	0500	0550	0600	0650	0700	0750	
Enfriamiento lado instalación (A)														
12°C / 7°C	Rendimiento frigorífico	(1) kW	/	/	/	/	/	99,8	103,7	123,7	140,7	159,7	184,6	
	Potencia total absorbida	(1) kW	/	/	/	/	/	32,4	36,0	44,1	50,5	55,2	64,6	
	EER	(1)	/	/	/	/	/	3,08	2,89	2,80	2,79	2,89	2,86	
	ηsc	%	/	/	/	/	/	141,6	130,6	148,0	150,1	151,3	153,7	
	SEER	/	/	/	/	/	/	3,62	3,34	3,78	3,83	3,86	3,92	
	Caudal de agua	(1) l/h	/	/	/	/	/	17181	17868	21304	24225	27489	31785	
	Pérdidas de carga total	(1) kPa	/	/	/	/	/	37	39	37	48	56	67	
Enfriamiento lado instalación (E)														
12°C / 7°C	Rendimiento frigorífico	(1) kW	42,9	49,9	55,9	63,9	67,9	79,8	94,8	98,8	115,8	130,7	152,7	178,7
	Potencia total absorbida	(1) kW	13,9	16,5	18,9	20,8	23,2	27,0	35,2	38,9	48,3	55,5	61,9	70,6
	EER	(1)	3,08	3,02	2,97	3,07	2,93	2,96	2,70	2,54	2,40	2,35	2,47	2,53
	ηsc	%	148,2	146,5	147,7	145,0	146,5	157,1	138,1	128,5	143,6	145,7	146,9	147,5
	SEER		3,78	3,74	3,77	3,70	3,74	4,00	3,53	3,29	3,67	3,72	3,75	3,76
	Caudal de agua	(1) l/h	7387	8590	9621	10995	11683	13744	16322	17009	19930	22507	26287	30754
	Pérdidas de carga total	(1) kPa	26	37	22	29	22	31	34	35	32	41	51	63
Calefacción lado instalación (A) (E)														
40°C / 45°C	Potencia térmica	(3) kW	46,1	53,1	60,1	75,2	80,2	84,1	106,2	112,2	137,3	152,3	173,4	205,3
	Potencia total absorbida	(3) kW	13,2	15,4	17,7	22,3	24,0	25,5	32,5	34,9	41,3	45,7	53,5	62,3
	COP	(3)	3,49	3,44	3,40	3,37	3,35	3,30	3,27	3,21	3,32	3,34	3,24	3,29
	Caudal de agua	(3) l/h	7994	9211	10427	13034	13903	14599	18422	19465	23810	26417	30067	35628
	Pérdidas de carga total	(3) kPa	13	17	21	33	38	19	30	34	51	48	35	49
	Prestaciones en condiciones climáticas medias (Average) - Eficiencia en Aplicaciones para temperatura baja (35 °C) eglamento n°811/2013 Pdesignh ≤ 70kW													
Pdesignh			39	45	51	64	68	71	90	95	116	129	147	174
SCOP			3,60	3,53	3,55	3,50	3,50	3,42	3,52	3,50	3,70	3,67	3,55	3,45
ηs			141	138	139	137	137	134	138	137	145	144	139	141
Clase de eficiencia energética			A+	A+	A+	A+	A+	/	/	/	/	/	/	
Enfriamiento con recuperación (A) (E)														
40°C / 45°C - 7°C / 12°C	Rendimiento frigorífico	(4) kW	45,7	52,6	58,4	69,0	74,1	87,3	103,5	111,6	134,1	148,8	169,6	203,1
	Potencia térmica	(4) kW	58,1	67,1	75,1	88,2	95,2	111,1	132,2	142,2	174,3	193,3	218,4	261,3
	Potencia total absorbida	(4) kW	13,1	15,3	17,7	20,3	22,4	25,2	30,4	32,4	42,7	47,3	51,7	61,9
	Caudal de agua lado frío	(4) l/h	7387	8590	9621	10995	11683	13744	16322	17009	19930	22507	26287	30754
	Pérdidas de carga	(4) kPa	26	37	22	29	22	31	34	35	32	41	51	63
	Caudal de agua lado caliente	(4) l/h	7994	9211	10427	13034	13903	14599	18422	19465	23810	26417	30067	35628
	Pérdidas de carga	(4) kPa	13	17	21	33	38	19	30	34	51	48	35	49
	TER	W/W	7,93	7,81	7,56	7,75	7,57	7,87	7,76	7,83	7,22	7,24	7,51	7,50

Datos (14511:2018)

* Solo las unidades configuradas para sistemas de 2 tubos están certificadas por Eurovent

(1) Agua lado aplicación 12°C / 7°C, Aire exterior 35°C (EUROVENT)

(2) Agua lado aplicación 40°C / 45°C, Aire exterior 7°C B.S. / 6°C B.H.(EUROVENT)

(3) Agua de recuperación 40°C/45°C.

(4) Agua de recuperación 40°C/45°C, Agua evaporador (7°C)

TER Efficienza Globale

Datos técnicos

INFORMACIÓN GENERAL				0200	0240	0280	0300	0330	0350	0500	0550	0600	0650	0700	0750	
Datos eléctricos																
Corriente absorbida total	(1)	A	A	-	-	-	-	-	-	55	59	72	82	88	113	
	(1)	E	A	28	33	38	41	45	52	60	64	79	91	99	120	
Corriente máxima (FLA)	(1)	A/E	A	36	41	46	53	58	63	76	81	100	112	122	144	
Cor. inicial de arr. (LRA)	(1)	A/E	A	119	150	155	184	190	200	214	220	232	243	261	320	
Compresores																
Compresores	tipo			scroll												
	n°			2	2	2	2	2	2	3	3	4	4	4	4	
Circuitos	n°			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Control de capacidad	%			0/50/100	0/50/100	0/50/100	0/50/100	0/50/100	0/50/100	0/50/100	0/50/100	0/50/100	0/25/50/100	0/25/50/100	0/25/50/100	
Refrigerante	R410A															
Intercambiador de calor lado (frío / caliente) Instalación de 2 tubos / lado (caliente) Instalación de 4 tubos																
Intercambiador	tipo			placas	placas	placas	placas	placas	placas	placas	placas	placas	placas	placas	placas	
	n°			1												
Conexiones hidráulicas	(in/out)			Ø	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	3"
Intercambiador de calor lado (sanitario) Instalación de 2 tubos / lado (caliente) Instalación de 4 tubos																
Intercambiador	tipo			placas	placas	placas	placas	placas	placas	placas	placas	placas	placas	placas	placas	
	n°			1												
Conexiones hidráulicas	(in/out)			Ø	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	2"1/2	3"
ventiladores standard																
ventiladores	tipo			axial												
	n°			6	6	6	8	8	8	2	2	2	2	3	3	
Caudal de aire a frío	A			m ³ /h	-	-	-	-	-	37000	37000	36500	36500	58000	48000	
	E			m ³ /h	20000	20000	20000	26000	26000	26000	20200	21100	21400	22400	31900	34600
Caudal de aire a caliente				m ³ /h	20000	20000	20000	26000	26000	26000	37000	37000	36500	36500	58000	48000
Kit hidráulico																
Acumulador	l.			300	300	300	300	300	300	500	500	500	500	500	700	
Presión disponible	A			kPa	Para obtener más información, consulte la selección de programas de Magallanes o la documentación técnica disponible											
Datos sonoros																
Presión sonora	(2)	A	dB(A)	-	-	-	-	-	-	50	50	50	51	53	53	
	(2)	E	dB(A)	42	42	42	43	43	44	42	42	42	43	45	45	
Potencia sonora	(2)	A	dB(A)	-	-	-	-	-	-	82	82	82	83	85	85	
	(2)	E	dB(A)	74	74	74	75	75	76	74	74	74	75	77	77	

Potencia sonora

Aermec determina el valor de la potencia sonora en base a las medidas efectuadas según la normativa ISO 9614-2, respetando en todo momento las exigencias de la certificación Eurotest.

Presión sonora

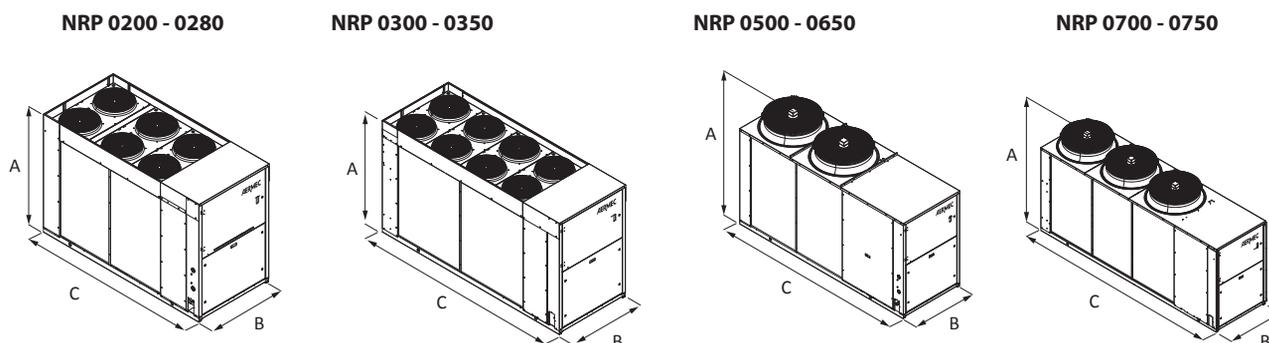
Presión sonora en campo abierto, a 10 m de distancia de la superficie exterior de la unidad, (según la normativa ISO 3744)

(1) Los datos eléctricos de las versiones sin kit hidráulico integrado

(2) datos calculados en el modo de refrigeración

Nota: Para obtener más información, consulte la selección de programas de Magallanes o la documentación técnica disponible en la página web www.aermec.com

Dimensiones (mm)



Mod. NRP	Vers	0200	0240	0280	0300	0330	0350	0500	0550	0600	0650	0700	0750	
A	(mm)	Todos	1606	1606	1606	1606	1606	1875	1875	1875	1875	1875	1975	
B	(mm)	Todos	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1100	1500	
C	(mm)	Todos	2700	2700	2700	3200	3200	3342	3342	3342	3342	4342	4350	
Peso	(kg)		788	790	792	862	872	894	1233	1237	1359	1378	1591	1939

Los datos técnicos que se muestran en esta documentación no son vinculantes. Aermec S.p.A. se reserva el derecho de aportar, en cualquier momento, todas aquellas modificaciones que sean necesarias para el mejoramiento del producto.

Aermec S.p.A.
Via Roma, 996 - 37040 Bevilacqua (VR) - Italia
Tel. 0442633111 - Telefax 044293577
www.aermec.com

Texto de especificación

Nombre del proyecto Bomba refrigeración circuito primario

ID proyecto

Fecha 27.06.2019

Pos.	Cant.	Denominación	PG	P. Ud. / EUR	Precio / EUR
------	-------	--------------	----	--------------	--------------

Denominación: Bomba doble estándar de rotor seco

1		DPL 65/130-0,55/4 PN 10	PG3IPL	Consultar	Consultar
---	--	-------------------------	--------	-----------	-----------

Bomba doble de construcción Inline con dos bombas centrífugas de rotor seco de una etapa en una carcasa común con clapeta de conmutación en la boca de impulsión. Bomba de construcción Inline compacta con motor trifásico embridado directamente y eje prolongado o con linterna y motores normalizados unidos de forma rígida mediante acoplamientos (ejecución N). La serie DPL es apta para el montaje en tubería o para la instalación de cimientos. Los soportes se pueden adquirir como accesorios. Con cierres mecánicos de fuelle, independientes del sentido de giro, con circulación de fluido forzada y rodete de plástico que reduce la cavitación. Brida con conexiones de medición de la presión R 1/8. La carcasa de la bomba y la linterna tienen un revestimiento por cataforesis.

Materiales

Carcasa de la bomba	: EN-GJL-250
Rodete	: PPO-GF30
Linterna	: EN-GJL-250
Eje de bomba	: 1.4021 [AISI420]
Cierre mecánico	: AQEGG

Datos de funcionamiento

Fluido	: Agua 100 %
Caudal	: 2,05 l/s
Altura de impulsión	: 4,97 m
Temperatura del fluido	: 7 °C
Temperatura mín. del fluido	: -20 °C
Temperatura máx. del fluido	: 120 °C
Presión máxima de trabajo	: 10 bar
Temperatura ambiente máx.	: 40 °C
Índice de eficiencia mínima (MEI)	: ≥ 0.40

Motor

Alimentación eléctrica	: 3~400 V ± 10 %, 50 Hz
Nivel de eficiencia energética del motor	: IE2
Potencia nominal P2	: 0,55 kW
Velocidad nominal	: 1450 1/min
Intensidad nominal	: 1,45 A
Tipo de protección	: IP55
Rendimiento del motor η_m 50%	: 72,4 %
Rendimiento del motor η_m 75%	: 78,5 %
Rendimiento del motor η_m 100%	: 78,5 %
Factor de potencia	: 0,71
Clase de aislamiento	: F
Protección de motor	: No

Medidas de acoplamiento

Conexión aspiración	: DN 65, PN 10
Conexión impulsión	: DN 65, PN 10
Longitud efectiva	: 340 mm

Información de pedido

Peso aprox.	: 60,8 kg
Marca	: Wilo
Tipo	: DPL 65/130-0,55/4 PN 10



Contacto
Correo electrónico
Teléfono
Telefax

Cliente

Contacto
Correo electrónico
Teléfono

Texto de especificación

Nombre del proyecto Bomba refrigeración circuito primario

ID proyecto

Fecha 27.06.2019

Pos.	Cant.	Denominación	PG	P. Ud. / EUR	Precio / EUR
------	-------	--------------	----	--------------	--------------

Referencia : 2133207

Precio total	Consultar
Más 21% IVA	Consultar
Precio total más IVA	Consultar

Cliete

Datos técnicos

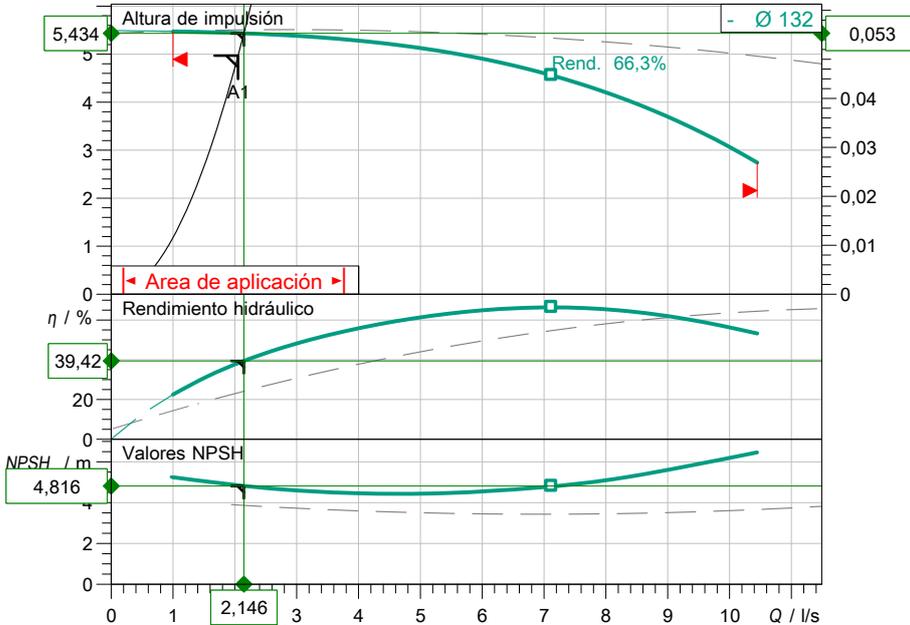
Bomba doble estándar de rotor seco DPL 65/130-0,55/4 PN 10

Nombre del proyecto Bomba refrigeración circuito primario

ID proyecto
Lugar de montaje
Número de posición de cliente

Fecha 27.06.2019

Diagrama característico



Datos proyectados

Caudal	2,05 l/s
Altura	4,97 m
Fluidos	Agua 100 %
Temperatura del fluido	7,00 °C
Densidad	999,80 kg/m ³
Viscosidad cinemática	1,43 mm ² /s

Datos hidráulicos (Punto de trabajo)

Caudal	2,15 l/s
Altura	5,43 m
Potencia en el eje P2	0,29 kW
Rendimiento hidráulico	39,42 %
NPSH	4,82 m

Datos de los productos

Bomba doble estándar de rotor seco DPL 65/130-0,55/4 PN 10	
Presión máxima de trabajo	1 MPa
Temperatura del fluido	-20 °C ... +120 °C
Máx. temperatura ambiente	40 °C
índice de eficiencia mínima (MEI)	≥ 0.40

Datos del motor

Nivel de eficiencia energética del motor	IE2
Alimentación eléctrica	3~ 400 V / 50 Hz
Tolerancia de tensión admisible	±10 %
Velocidad nominal	1450 1/min
Potencia nominal P2	0,55 kW
Intensidad nominal	1,45 A
Factor de potencia	0,71
Rendimiento	50% / 75% / 100% 72,4/ 78,5/78,5%
Grado de protección	IP55
Clase de aislamiento	F
Protección de motor	No

Medidas de acoplamiento

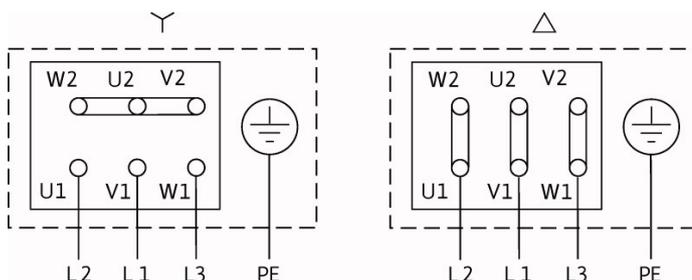
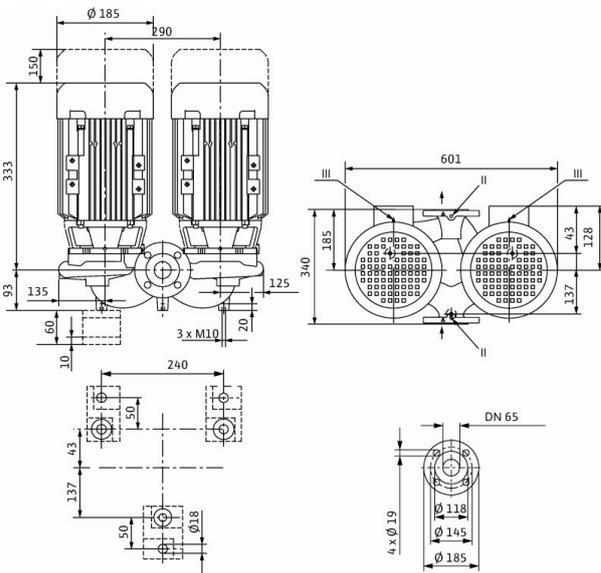
Conexión aspiración	DN 65, PN 10
Conexión impulsión	DN 65, PN 10
Longitud	340 mm

Materiales

Carcasa de la bomba	EN-GJL-250
Rodete	PPO-GF30
Linterna	EN-GJL-250
Eje de bomba	1.4021 [AISI420]
Cierre mecánico	AQEGG

Información de pedido

Peso aprox.	60,8 kg
Referencia	2133207



Texto de especificación

Nombre del proyecto Bomba calefacción circuito primario

ID proyecto

Fecha 27.06.2019

Pos.	Cant.	Denominación	PG	P. Ud. / EUR	Precio / EUR
------	-------	--------------	----	--------------	--------------

Denominación: Bomba doble estándar de rotor seco

1		DPL 40/75-0,12/2 PN 10	PG3IPL	Consultar	Consultar
---	--	------------------------	--------	-----------	-----------

Bomba doble de construcción Inline con dos bombas centrífugas de rotor seco de una etapa en una carcasa común con clapeta de conmutación en la boca de impulsión. Bomba de construcción Inline compacta con motor trifásico embridado directamente y eje prolongado o con linterna y motores normalizados unidos de forma rígida mediante acoplamientos (ejecución N). La serie DPL es apta para el montaje en tubería o para la instalación de cimientos. Los soportes se pueden adquirir como accesorios. Con cierres mecánicos de fuelle, independientes del sentido de giro, con circulación de fluido forzada y rodete de plástico que reduce la cavitación. Brida con conexiones de medición de la presión R 1/8. La carcasa de la bomba y la linterna tienen un revestimiento por cataforesis.

Materiales

Carcasa de la bomba	: EN-GJL-250
Rodete	: PPO-GF30
Linterna	: EN-GJL-250
Eje de bomba	: 1.4021 [AISI420]
Cierre mecánico	: AQEGG

Datos de funcionamiento

Fluido	: Agua 100 %
Caudal	: 2,22 l/s
Altura de impulsión	: 3,52 m
Temperatura del fluido	: 45 °C
Temperatura mín. del fluido	: -20 °C
Temperatura máx. del fluido	: 120 °C
Presión máxima de trabajo	: 10 bar
Temperatura ambiente máx.	: 40 °C
Índice de eficiencia mínima (MEI)	: -

Motor

Alimentación eléctrica	: 3~400 V ±10 %, 50 Hz
Nivel de eficiencia energética del motor	: IE2
Potencia nominal P2	: 0,12 kW
Velocidad nominal	: 2780 1/min
Intensidad nominal	: 0,33 A
Tipo de protección	: IP55
Rendimiento del motor η_m 50%	: 66,3 %
Rendimiento del motor η_m 75%	: 72,2 %
Rendimiento del motor η_m 100%	: 64,0 %
Factor de potencia	: 0,75
Clase de aislamiento	: F
Protección de motor	: No

Medidas de acoplamiento

Conexión aspiración	: DN 40, PN 16
Conexión impulsión	: DN 40, PN 16
Longitud efectiva	: 250 mm

Información de pedido

Peso aprox.	: 37 kg
Marca	: Wilo
Tipo	: DPL 40/75-0,12/2 PN 10



Contacto
Correo electrónico
Teléfono
Telefax

Cliente

Contacto
Correo electrónico
Teléfono

Texto de especificación

Nombre del proyecto Bomba calefacción circuito primario

ID proyecto

Fecha 27.06.2019

Pos.	Cant.	Denominación	PG	P. Ud. / EUR	Precio / EUR
------	-------	--------------	----	--------------	--------------

Referencia : 2157302

Precio total Consultar
Más 21% IVA Consultar
Precio total más IVA Consultar

Cliente

Datos técnicos

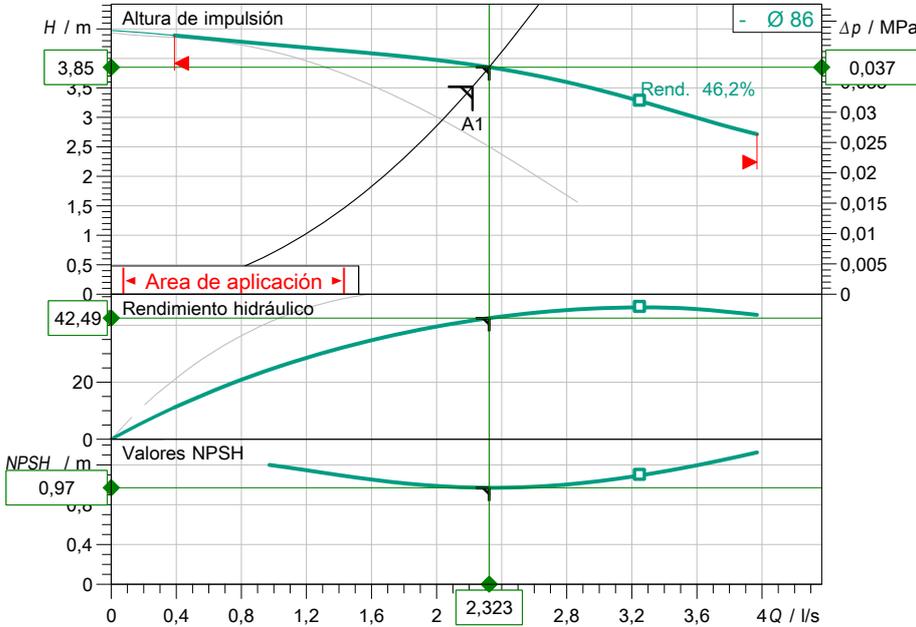
Bomba doble estándar de rotor seco DPL 40/75-0,12/2 PN 10

Nombre del proyecto Bomba calefacción circuito primario

ID proyecto
Lugar de montaje
Número de posición de cliente

Fecha 27.06.2019

Diagrama característico



Datos proyectados

Caudal	2,22 l/s
Altura	3,52 m
Fluidos	Agua 100 %
Temperatura del fluido	45,00 °C
Densidad	990,30 kg/m ³
Viscosidad cinemática	0,60 mm ² /s

Datos hidráulicos (Punto de trabajo)

Caudal	2,32 l/s
Altura	3,85 m
Potencia en el eje P2	0,20 kW
Rendimiento hidráulico	42,49 %
NPSH	0,97 m

Datos de los productos

Bomba doble estándar de rotor seco DPL 40/75-0,12/2 PN 10	
Presión máxima de trabajo	1 MPa
Temperatura del fluido	-20 °C ... +120 °C
Máx. temperatura ambiente	40 °C
índice de eficiencia mínima (MEI)	-

Datos del motor

Nivel de eficiencia energética del motor	EE2
Alimentación eléctrica	3~ 400 V / 50 Hz
Tolerancia de tensión admisible	±10 %
Velocidad nominal	2780 1/min
Potencia nominal P2	0,12 kW
Intensidad nominal	0,33 A
Factor de potencia	0,75
Rendimiento	50% / 75% / 100%
	66,3/ 72,2/64%
Grado de protección	IP55
Clase de aislamiento	F
Protección de motor	No

Medidas de acoplamiento

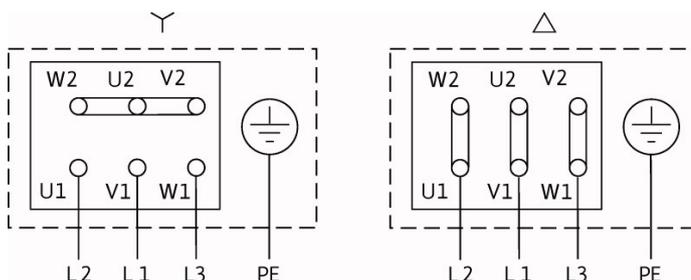
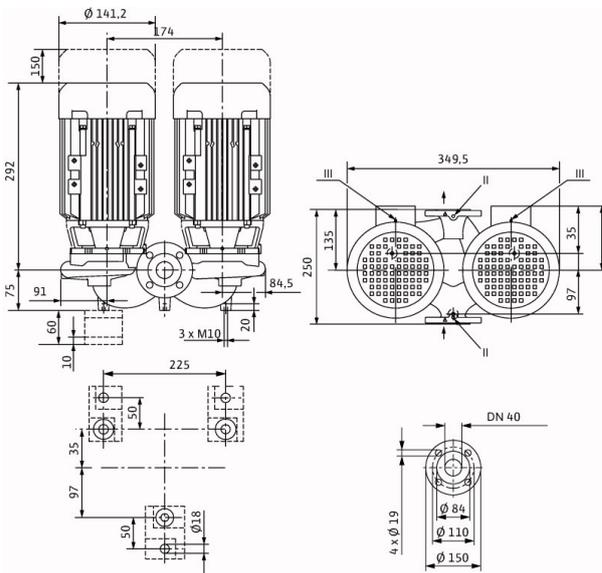
Conexión aspiración	DN 40, PN 16
Conexión impulsión	DN 40, PN 16
Longitud	250 mm

Materiales

Carcasa de la bomba	EN-GJL-250
Rodete	PPO-GF30
Linterna	EN-GJL-250
Eje de bomba	1.4021 [AISI420]
Cierre mecánico	AQEGG

Información de pedido

Peso aprox.	37 kg
Referencia	2157302



Texto de especificación

Nombre del proyecto Bomba Refrigeración circuito secundario

ID proyecto

Fecha 26.06.2019

Pos.	Cant.	Denominación	PG	P. Ud. / EUR	Precio / EUR
------	-------	--------------	----	--------------	--------------

Denominación: Bomba doble estándar de rotor seco

1		DPL 32/85-0,37/2 PN 10	PG3IPL	Consultar	Consultar
---	--	------------------------	--------	-----------	-----------

Bomba doble de construcción Inline con dos bombas centrífugas de rotor seco de una etapa en una carcasa común con clapeta de conmutación en la boca de impulsión. Bomba de construcción Inline compacta con motor trifásico embridado directamente y eje prolongado o con linterna y motores normalizados unidos de forma rígida mediante acoplamientos (ejecución N). La serie DPL es apta para el montaje en tubería o para la instalación de cimientos. Los soportes se pueden adquirir como accesorios. Con cierres mecánicos de fuelle, independientes del sentido de giro, con circulación de fluido forzada y rodete de plástico que reduce la cavitación. Brida con conexiones de medición de la presión R 1/8. La carcasa de la bomba y la linterna tienen un revestimiento por cataforesis.

Materiales

Carcasa de la bomba : EN-GJL-250
 Rodete : PPO-GF30
 linterna : EN-GJL-250
 Eje de bomba : 1.4021 [AISI420]
 Cierre mecánico : AQEGG

Datos de funcionamiento

Fluido : Agua 100 %
 Caudal : 1,12 l/s
 Altura de impulsión : 7,91 m
 Temperatura del fluido : 7 °C
 Temperatura mín. del fluido : -20 °C
 Temperatura máx. del fluido : 120 °C
 Presión máxima de trabajo : 10 bar
 Temperatura ambiente máx. : 40 °C
 Índice de eficiencia mínima (MEI) : ≥ 0.40

Motor

Alimentación eléctrica : 3~400 V ± 10 %, 50 Hz
 Nivel de eficiencia energética del motor : IE2
 Potencia nominal P2 : 0,37 kW
 Velocidad nominal : 2900 1/min
 Intensidad nominal : 0,86 A
 Tipo de protección : IP55
 Rendimiento del motor $\eta_m 50\%$: 75,0 %
 Rendimiento del motor $\eta_m 75\%$: 77,0 %
 Rendimiento del motor $\eta_m 100\%$: 77,4 %
 Factor de potencia : 0,76
 Clase de aislamiento : F
 Protección de motor : No

Medidas de acoplamiento

Conexión aspiración : DN 32, PN 16
 Conexión impulsión : DN 32, PN 16
 Longitud efectiva : 260 mm

Información de pedido

Peso aprox. : 36,2 kg
 Marca : Wilo
 Tipo : DPL 32/85-0,37/2 PN 10



Contacto
Correo electrónico
Teléfono
Telefax

Cliente

Contacto
Correo electrónico
Teléfono

Texto de especificación

Nombre del proyecto Bomba Refrigeración circuito secundario

ID proyecto

Fecha 26.06.2019

Pos.	Cant.	Denominación	PG	P. Ud. / EUR	Precio / EUR
------	-------	--------------	----	--------------	--------------

Referencia : 2150365

Precio total	Consultar
Más 21% IVA	Consultar
Precio total más IVA	Consultar

Texto de especificación

Nombre del proyecto Bomba Calefacción circuito secundario

ID proyecto

Fecha 26.06.2019

Pos.	Cant.	Denominación	PG	P. Ud. / EUR	Precio / EUR
------	-------	--------------	----	--------------	--------------

Denominación: Bomba doble estándar de rotor seco

1		DPL 32/135-0,25/4 PN 10	PG3IPL	Consultar	Consultar
---	--	-------------------------	--------	-----------	-----------

Bomba doble de construcción Inline con dos bombas centrífugas de rotor seco de una etapa en una carcasa común con clapeta de conmutación en la boca de impulsión. Bomba de construcción Inline compacta con motor trifásico embridado directamente y eje prolongado o con linterna y motores normalizados unidos de forma rígida mediante acoplamientos (ejecución N). La serie DPL es apta para el montaje en tubería o para la instalación de cimientos. Los soportes se pueden adquirir como accesorios. Con cierres mecánicos de fuelle, independientes del sentido de giro, con circulación de fluido forzada y rodete de plástico que reduce la cavitación. Brida con conexiones de medición de la presión R 1/8. La carcasa de la bomba y la linterna tienen un revestimiento por cataforesis.

Materiales

Carcasa de la bomba	: EN-GJL-250
Rodete	: PPO-GF30
Linterna	: EN-GJL-250
Eje de bomba	: 1.4021 [AISI420]
Cierre mecánico	: AQEGG

Datos de funcionamiento

Fluido	: Agua 100 %
Caudal	: 0,61 l/s
Altura de impulsión	: 5,72 m
Temperatura del fluido	: 45 °C
Temperatura mín. del fluido	: -20 °C
Temperatura máx. del fluido	: 120 °C
Presión máxima de trabajo	: 10 bar
Temperatura ambiente máx.	: 40 °C
Índice de eficiencia mínima (MEI)	: ≥ 0.40

Motor

Alimentación eléctrica	: 3~400 V ±10 %, 50 Hz
Nivel de eficiencia energética del motor	: IE2
Potencia nominal P2	: 0,25 kW
Velocidad nominal	: 1450 1/min
Intensidad nominal	: 0,69 A
Tipo de protección	: IP55
Rendimiento del motor η_m 50%	: 68,0 %
Rendimiento del motor η_m 75%	: 72,9 %
Rendimiento del motor η_m 100%	: 74,0 %
Factor de potencia	: 0,7
Clase de aislamiento	: F
Protección de motor	: No

Medidas de acoplamiento

Conexión aspiración	: DN 32, PN 16
Conexión impulsión	: DN 32, PN 16
Longitud efectiva	: 260 mm

Información de pedido

Peso aprox.	: 34,8 kg
Marca	: Wilo
Tipo	: DPL 32/135-0,25/4 PN 10



Contacto
Correo electrónico
Teléfono
Telefax

Cliente

Contacto
Correo electrónico
Teléfono

Texto de especificación

Nombre del proyecto Bomba Calefacción circuito secundario

ID proyecto

Fecha 26.06.2019

Pos.	Cant.	Denominación	PG	P. Ud. / EUR	Precio / EUR
------	-------	--------------	----	--------------	--------------

Referencia : 2150373

Precio total	Consultar
Más 21% IVA	Consultar
Precio total más IVA	Consultar

aquatherm blue pipe MF [Serie 5 / SDR 11]

DEFINICIÓN

Tubería de polipropileno copolímero random, PP-R, compuesta, con capa intermedia de fibra de vidrio **MF (FASER)**, Serie 5 / SDR 11, con coeficiente de dilatación térmica 0,035 mm/m°C, en color azul y franjas verde, fabricada según UNE EN ISO 21003, UNE EN ISO 15874, con certificado AENOR de conformidad N°001/006087, según especificación técnica RP 01.72.

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS

- Coeficiente de transmisión térmica, $\lambda = 0,15 \text{ W/m}^\circ\text{C}$
- Coeficiente de dilatación térmica, $\alpha = 0,035 \text{ mm/m}^\circ\text{C}$
- Clasificación de Reacción al fuego E (UNE-EN ISO 13501-1:2007)
- Difusión de oxígeno $I(O_2)_{\text{en volume}} = 0,81 \text{ g/(m}^3\text{d)}$
- Rugosidad interior $r = 0,0070 \text{ mm}$
- Accesorios PP-R
- Sistema de unión Soldadura por termofusión

DN20 DN25 DN32 DN40 DN50 DN63 DN75 DN90 DN110 DN125 DN160 DN200 DN250 DN315 DN355 DN400 DN450

SOLDADURA A ENCHUFE

SOLDADURA A TOPE

CERIFICACIONES

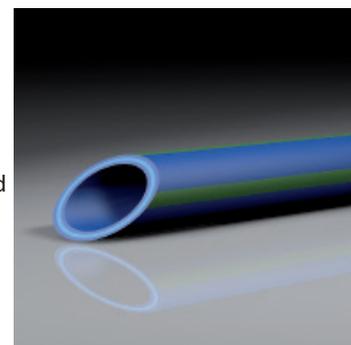
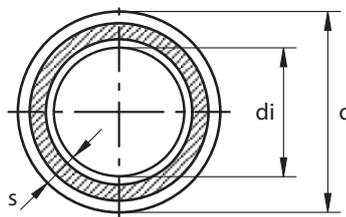
La tubería está **CERTIFICADA** por AENOR según RP 01.72 .
La certificación cubre la **Tubería**, y los **Accesorios**.



Management System
ISO 9001:2008
ISO 14001:2004
ISO 50001:2011

DIMENSIONES

Estructura de la tubería: MF =Multicapa, con refuerzo de fibra (FASER)
 Material: fusiolen PP-R
 Serie: Serie 3,2 & 5 / SDR 7,4 & 11
 Normativa: RP 01.72 SKZ HR 3.28, ASTM F 2389, CSA B 137.11, ISO 21003
 Color: azul con 4 franjas verdes
 Forma de suministro: ø 20-125mm barras de 4 m
 ø 160-450mm barras de 5,8 m
 Ud. de suministro: en metros
 Aplicaciones:



Estabilizada mediante una mezcla de fibra de vidrio integrada como una capa intermedia en el material fusiolen® PP-R.

Serie	Art.-No.	Diámetro d [mm]	Espesor de pared s [mm]	Diámetro interior di [mm]	Capacidad [l/m]	Peso [kg]	DN	m/ Paquete [m]	-	
3,2	Soldadura a enchufe									
	2070708	20	2,8	14,4	0,163	0,159	15	100		
	2070710	25	3,5	18,0	0,254	0,244	20	100		
	2070712	32	4,4	23,2	0,423	0,275	25	40		
5	2070112	32	2,9	26,2	0,539	0,285	25	40		
	2070114	40	3,7	32,6	0,834	0,435	32	40		
	2070116	50	4,6	40,8	1,307	0,675	40	20		
	2070118	63	5,8	51,4	2,074	1,065	50	20		
	2070120	75	6,8	61,4	2,959	1,482	65	20		
	2070122	90	8,2	73,6	4,252	2,145	80	12		
	2070124	110	10,0	90,0	6,359	3,175	-	8		
	2070126	125	11,4	102,2	8,199	4,118	100	4		
		Soldadura a tope								
		2070130	160	14,6	130,8	13,430	6,728	125	5,8	
		2070134	200	18,2	163,6	21,010	10,480	150	5,8	
		2070138	250	22,7	204,6	32,861	16,300	200	5,8	
	2070142	315	28,6	257,8	52,172	25,700	250	5,8		
	2070144	355	32,2	290,6	66,29	33,034	300	5,8		
	2070146	400	36,3	327,6	84,290	41,400	300	5,8		
	2070148	450	40,9	368,2	106,477	52,400	400	5,8		

MARCAJE DE LA TUBERÍA

aquatherm blue pipe MF SDR 9

Nombre de la compañía Nombre del producto Tipo: Multilayer Faser (Compuesta con fibra) Ratio diámetro/espesor

CAMPOS DE APLICACIÓN

	Climatización		Geotermia		Piscinas		Calefacción sup. Industrial
	Calefacción		Agua Refrigerada		Transporte Productos Químicos		Distric Heating
	Refrigeración sup. Industrial		Superficies Deportivas		Industria Naval		

PRESIÓN DE SERVICIO

Periodo de funcionamiento	Temperatura	Años de servicio	aquatherm blue pipe Serie 5 / SDR 11 MF	
			Presión de servicio admisible en bar y (psi)	
Temperatura permanente de 70°C con 30 días al año a	75 °C	5	9,38	(136)
		10	9,08	(132)
		25	7,82	(113)
		45	6,77	(098)
	80 °C	5	8,88	(129)
		10	8,46	(123)
		25	7,38	(107)
	85 °C	42,5	6,49	(094)
		5	8,17	(118)
		10	7,82	(113)
		25	6,70	(097)
	90 °C	37,5	6,07	(088)
		5	7,50	(109)
		10	7,19	(104)
		25	5,85	(085)
Temperatura permanente de 70°C con 60 días al año a	75 °C	35	5,39	(078)
		5	9,26	(134)
		10	8,90	(129)
		25	7,62	(111)
	80 °C	45	6,60	(096)
		5	8,61	(125)
		10	8,24	(120)
	85 °C	25	6,93	(101)
		40	6,18	(090)
		5	7,91	(115)
		10	7,56	(110)
	90 °C	25	6,05	(088)
		35	5,57	(081)
		5	7,25	(105)
		10	6,40	(093)
Temperatura permanente de 70°C con 90 días al año a	75 °C	25	5,12	(074)
		30	4,90	(071)
		5	9,17	(133)
		10	8,79	(127)
	80 °C	25	7,45	(108)
		45	6,45	(094)
		5	8,46	(123)
	85 °C	10	8,11	(118)
		25	6,60	(096)
		37,5	5,98	(087)
		5	7,76	(113)
	90 °C	10	7,03	(102)
		25	5,63	(082)
		32,5	5,28	(077)
		5	6,96	(101)
90 °C	10	5,88	(085)	
	25	4,70	(068)	

Tabla de Presiones de Trabajo para otras aplicaciones, como circuitos cerrados

La tabla representa los años esperados de servicio de las tuberías bajo las condiciones de servicio expuestas de Presión y Temperatura.

La tabla es de uso en otro tipo de instalaciones, diferentes a las sanitarias de agua potable. El factor de seguridad empleado es 1,25.

NOTA.

La vida útil referida en años, implica un funcionamiento continuo las 24 horas al día, los 365 días del año.

PRESIÓN DE SERVICIO

Temperatura	Años de Servicio	aquatherm blue pipe MF Serie 5 / SDR 11	
		Presión de servicio admisible en bar y (psi)	
10 °C	1	27,8	(403)
	5	26,2	(403)
	10	25,6	(371)
	25	24,7	(358)
	50	24,1	(350)
	100	23,5	(341)
15 °C	1	25,7	(373)
	5	24,2	(351)
	10	23,6	(342)
	25	22,8	(331)
	50	22,2	(322)
	100	21,6	(313)
20 °C	1	23,8	(345)
	5	22,3	(323)
	10	21,7	(315)
	25	21,0	(305)
	50	20,4	(296)
	100	19,9	(289)
30 °C	1	20,2	(293)
	5	18,9	(274)
	10	18,4	(267)
	25	17,8	(258)
	50	17,3	(251)
	100	16,8	(244)
40 °C	1	17,1	(248)
	5	16,0	(232)
	10	15,6	(226)
	25	15,0	(218)
	50	14,6	(212)
	100	14,1	(205)
50 °C	1	14,5	(210)
	5	13,5	(196)
	10	13,1	(190)
	25	12,6	(183)
	50	12,2	(177)
	100	11,9	(173)
60 °C	1	12,2	(177)
	5	11,4	(165)
	10	11,0	(160)
	25	10,6	(154)
	50	10,3	(149)
	100	10,3	(149)
70 °C	1	10,3	(149)
	5	9,6	(139)
	10	9,2	(133)
	25	8,0	(116)
	50	6,8	(99)
	100	6,8	(99)
75 °C	1	9,4	(136)
	5	8,7	(126)
	10	8,0	(116)
	25	6,4	(93)
	50	5,4	(78)
	100	5,4	(78)
80 °C	1	8,6	(125)
	5	7,7	(112)
	10	6,5	(94)
	25	5,2	(75)
	50	5,2	(75)
	100	5,2	(75)
90 °C	1	7,2	(104)
	5	5,1	(74)
	10	4,3	(62)

Tabla de Presiones de Trabajo para otras aplicaciones, como **circuitos cerrados**

La tabla representa los años esperados de servicio de las tuberías bajo las condiciones de servicio expuestas de Presión y Temperatura. Los datos resultantes no tienen, ni pueden tener en cuenta, alteraciones adicionales de las que puedan ser objeto las instalaciones, como por ejemplo elevada concentración de agentes desinfectantes, concentraciones elevadas de materiales metálicos en la red de agua, anomalías en cuanto a, l funcionamiento de control de presión y temperatura, etc.

La tabla es de uso en otro tipo de instalaciones, diferentes a las sanitarias de agua potable. El factor de seguridad empleado es 1,25.

Norma EN ISO 9080 - *Sistema de canalización y conducción en materiales plásticos. Determinación de la resistencia hidrostática a largo plazo de materiales termoplásticos en forma de tuberías mediante extrapolación.*

Norma UNE-EN ISO 15874:2003 *Sistemas de canalización en materiales plásticos para instalaciones de agua caliente y fría. Polipropileno (PP). Parte 2: Tuberías.*

NOTA.

La vida útil referida en años, implica un funcionamiento continuo las 24 horas al día, los 365 días del año.



Armaflex AF

Refrigeración. Aislamiento para tuberías de frío

Aislamiento térmico flexible de célula cerrada, con elevada resistencia a la difusión de vapor de agua, baja conductividad térmica y protección antimicrobiana Microban® incorporada. Color negro.

Aislamiento y protección de tuberías, conductos, depósitos (incluidos codos, válvulas, etc) en equipos de aire acondicionado y refrigeración para prevenir la condensación y favorecer el ahorro energético en las instalaciones. Reducción del ruido estructural en instalaciones de servicio de agua y tuberías de desagüe.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma	
λ_D	Conductividad térmica		W/m-K (0 °C)	Coquillas (AF-1 a AF-4)	0,033	Declarado según EN ISO 13787 Ensayos según DIN EN 12667 EN ISO 8497
				Coquillas (AF-5 a AF-6)	0,036	
				Planchas, cintas (AF-10mm a AF-32mm)	0,033	
				Planchas (AF-50mm)	0,036	
—	Reacción al fuego		Euroclase	Coquillas	B _{1-s3,d0}	Clasificado según EN 13501-1 Ensayos según DIN EN 13823 DIN EN ISO 11925-2
				Planchas	B-s3,d0	
				Cintas	B-s3,d0	
—	Comportamiento en caso de incendio	—	—	Autoextinguible, no gotea, no propaga la llama.	—	
—	Rango de temperaturas	—	°C	Temp. max de trabajo +110 (+85 °C si la plancha esta enco-lada direc-tamente en toda la superficie) Temp. min. de trabajo -50	Ensayos según EN 14706, EN 14707 y UNE EN 14303	
—	Resistencia a la difusión de vapor de agua		—	Planchas (AF-10MM a AF-32MM) y coquillas (AF-1 a AF-4)	10.000	Ensayos según EN 12086 y EN 13469
				Planchas (AF-50MM) y coquillas (AF-5 a AF-6)	7.000	
—	Reducción de la transmisión del ruido estructural	—	—	≤ 28,00 dB(A)	Ensayos según DIN 52219 y DIN EN ISO 3822-1	
—	Coefficiente de absorción de sonido ponderado	—	—	≤ 0,45	Ensayo según EN ISO 354	
—	Tiempo de almacenaje	—	—	Material autoadhesivo: 1 año Material no autoadhesivo: indefinido	Debe almacenarse en salas limpias y secas, con una humedad relativa (50% a 70%) y temperatura ambiente (0°C a 35°C)	
—	Característica antimicrobiana	—	—	Microban®: Protección antimicrobiana. No se forman hongos.	Ensayos según normas ASTM G21 y ASTM 1338	

Presentación

	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)
 Armaflex AF Coquillas	2,0	De 6 a 168	6,0 9,0 13,0 19,0 25,0 23,0 40,0 RITE
 Armaflex AF planchas	-	-	6,0 10,0 13,0 19,0 25,0 32,0 50,0
 Armaflex AF cintas	15,0 30,0	50,00	3,0

Ventajas

- Excelente resistencia a la difusión del vapor de agua, reducción del riesgo de corrosión de la instalación.
- Conductividad térmica baja para una eficiencia a largo plazo.
- Mejora la calidad del aire en el interior del edificio.
- Reducción de ruidos de transmisión estructural.
- Protección antimicrobiana incorporada Microban®; reduce el crecimiento de bacterias y moho.
- Euroclase B/B_L-s3,d0 en toda la gama.
- Conforme a FM.

Certificados

Certificados de conformidad CE n° 0543 y CE n° 0552 otorgados por el organismo de certificación GÜESCHUTZGEMEINSCHAFT HARTSCHAUM e.V., Celle (Alemania).

Guía de instalación

Información adicional disponible en: www.isover.es



Armaflex SH

Calefacción y agua corriente sanitaria. Aislamiento para tuberías

Aislamiento de célula cerrada, altamente flexible con baja conductividad térmica para minimizar las pérdidas energéticas en instalaciones de calefacción e hidrosanitarias. Color gris. Aislamiento y protección de tuberías (calefacción, agua sanitaria caliente y fría, desagües de aguas pluviales, desagües, etc.) y otras instalaciones de calefacción y fontanería para prevenir de forma óptima las pérdidas de temperatura y ahorrar energía.

RITE Propiedades técnicas

Símbolo	Parámetro	Icono	Unidades	Valor	Norma	
λ_D	Conductividad térmica		W/m·K (40 °C)	Coquillas SH-10x12 a SH-10x60	$\leq 0,036$	Declarado según EN ISO 13787 Ensayos según DIN EN 12667 EN ISO 8497
				Resto Coquillas	$\leq 0,040$	
				Planchas	$\leq 0,040$	
—	Reacción al fuego		Euroclase	Coquillas hasta 45 mm	B _L -s3,d0	Clasificado según EN 13501-1 Ensayos según DIN EN 13823 DIN EN ISO 11925-2
				Cinta	B-s3,d0	
				Planchas 10 mm	C-s3,d0	
				Planchas 20 mm	D-s3,d0	
—	Comportamiento en caso de incendio	—	—	Autoextinguible, no gotea, no propaga la llama.	—	
—	Rango de temperaturas	—	°C	Temp. max de trabajo +10 (+85 °C si la plancha está encolada directamente en toda la superficie) Temp. mín. de trabajo: Las habituales en sistemas de calefacción e hidrosanitaria	Ensayos según EN 14706, EN 14707 y UNE EN 14303	
—	Reducción de la transmisión del ruido estructural	—	—	$\leq 28,00$ dB(A)	Ensayos según DIN 52219 y DIN EN ISO 3822-1	
—	Tiempo de almacenaje	—	—	Material autoadhesivo: 1 año Material no autoadhesivo: indefinido	Debe almacenarse en salas limpias y secas, con una humedad relativa (50% a 70%) y temperatura ambiente (0°C a 35°C)	
—	Característica antimicrobiana	—	—	Microban®: Protección antimicrobiana. No se forman hongos.	—	
—	Protección a la intemperie	—	—	El producto instalado a la intemperie se protegerá inmediatamente después de pasadas 36 horas y antes de 3 días, con un recubrimiento resistente a la radiación solar. Recomendamos la pintura Armafinish y los recubrimientos Arma-Check	Ensayo según EN ISO 354	

Presentación

	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)
Armaflex SH Coquillas	2,0	De 12 a 168	6,0 9,0 19,0 RITE
	Longitud (m)	Diámetro (mm)	Espesor (mm)
Armaflex SH planchas	2,0	0,5	10,0 20,0
Armaflex SH cintas	—	50,0	3,0

Ventajas

- Protección antimicrobiana Microban®.
- Gama simplificada.
- Gama para medidas termoplásticas.
- Coquillas autoadhesivas con corte tangencial.
- Excelente valor lambda para ahorro energético y reducción de emisiones de CO₂.
- Conforme a las normativas de eficiencia energética.
- Supervisado por Factory Mutual (FM).
- Clasificación al fuego según Euroclases.

Certificados

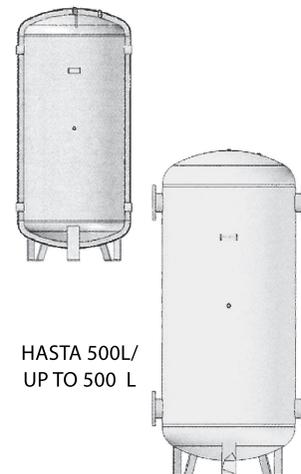
Certificados de conformidad CE n° 0543 y CE n° 0552 otorgados por el organismo de certificación GÜESCHUTZGEMEINSCHAFT HARTSCHAUM e.V., Celle (Alemania).

Guía de instalación

Información adicional disponible en: www.isover.es

DEPÓSITO DE INERCIA ACERO AL CARBONO VERTICAL CARBON STEEL VERTICAL BUFFER TANK

REFERENCIA/ REFERENCE	MODELO/ MODEL	CAPACIDAD/ CAPACITY (Litros / Litres)	DIMENSIONES/ DIMENSIONS (mm)	P.V.P. / PRICE (€)
INSTALACIÓN EN SUELO / INSTALLATION ON THE FLOOR				6 bar
05659	DPAC/DI	100	Ø-520 H-953	601
05660	DPAC/DI	150	Ø-520 H-1.203	659
05661	DPAC/DI	200	Ø-520 H-1.503	813
01822	DPAC/DI	250	Ø-560 H-1.613	1.006
01823	DPAC/DI	300	Ø-560 H-1.863	1.130
01824	DPAC/DI	500	Ø-670 H-1.921	1.353
01825	DPAC/DI	750	Ø-930 H-1.828	2.009
01826	DPAC/DI	1.000	Ø-930 H-2.078	2.196
01827	DPAC/DI	1.500	Ø-1.280 H-1.861	3.104
01828	DPAC/DI	2.000	Ø-1.280 H-2.361	3.342
02916	DPAC/DI	2.500	Ø-1.510 H-1.971	4.167
03025	DPAC/DI	3.000	Ø-1.510 H-2.471	4.665
02798	DPAC/DI	3.500	Ø-1.510 H-2.721	5.430
03088	DPAC/DI	4.000	Ø-1.910 H-2.190	6.225
02701	DPAC/DI	5.000	Ø-1.910 H-2.690	6.869
OPCIONAL/ OPTIONAL	(06348) BOCA DE REGISTRO DN-400P/ MANHOLE ND-400P			451



HASTA 500L/
UP TO 500 L

DE 750 A 5.000 L/
FROM 750 TO 5.000 L

REFERENCIA/ REFERENCE	MODELO/ MODEL	CAPACIDAD/ CAPACITY (Litros / Litres)	DIMENSIONES/ DIMENSIONS (mm)	P.V.P. / PRICE (€)
INSTALACIÓN EN SUELO / INSTALLATION ON THE FLOOR				6 bar
04724	DPAC/DI	6.000	Ø-1.910 H-3.190	8.608
02784	DPAC/DI	7.000	Ø-1.910 H-3.694	9.592
06692	DPAC/DI	8.000	Ø-1.910 H-3.944	10.537
06693	DPAC/DI	9.000	Ø-1.910 H-4.444	11.401
04703	DPAC/DI	10.000	Ø-1.910 H-4.694	11.857
07451	DPAC/DI	12.000	Ø-2.300 H-3.899	CONSULTAR

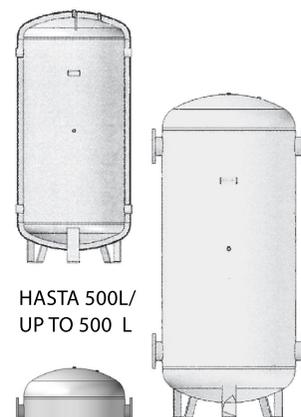
* INCLUYE BOCA DE REGISTRO DN-400 AISLADA/ INSULATED ND-400 MANHOLE INCLUDED



DE 6.000 A 10.000 L/
FROM 6.000 TO 10.000 L

DEPÓSITO DE INERCIA ACERO INOX-304 VERTICAL 304 STAINLESS STEEL VERTICAL BUFFER TANK

REFERENCIA/ REFERENCE	MODELO/ MODEL	CAPACIDAD/ CAPACITY (Litros / Litres)	DIMENSIONES/ DIMENSIONS (mm)	P.V.P. / PRICE (€)
INSTALACIÓN EN SUELO / INSTALLATION ON THE FLOOR				6 bar
06890	DPI/DI	30	Ø 440 H -494	487
02141	DPI/DI	50	Ø 440 H -840	588
06930	DPI/DI	80	Ø 440 H -1084	662
02704	DPI/DI	100	Ø-520 H-963	665
02706	DPI/DI	150	Ø-520 H-1.213	741
03201	DPI/DI	200	Ø-520 H-1.513	847
01505	DPI/DI	250	Ø-560 H-1.636	1.183
01506	DPI/DI	300	Ø-560 H-1.886	1.430
01508	DPI/DI	500	Ø-670 H-1.934	1.903
01509	DPI/DI	750	Ø-930 H-1.838	2.998
01510	DPI/DI	1.000	Ø-930 H-2.088	3.209
01511	DPI/DI	1.500	Ø-1.280 H-1.834	4.964
01512	DPI/DI	2.000	Ø-1.280 H-2.334	5.649
01503	DPI/DI	2.500	Ø-1.510 H-1.984	7.505
01502	DPI/DI	3.000	Ø-1.510 H-2.484	8.775
01501	DPI/DI	4.000	Ø-1.910 H-2.183	10.915
02213	DPI/DI	5.000	Ø-1.910 H-2.683	12.330



HASTA 500L/
UP TO 500 L

DE 750 A 5.000 L/
FROM 750 TO 5.000 L

REFERENCIA/ REFERENCE	MODELO/ MODEL	CAPACIDAD/ CAPACITY (Litros / Litres)	DIMENSIONES/ DIMENSIONS (mm)	P.V.P. / PRICE (€)
INSTALACIÓN EN SUELO / INSTALLATION ON THE FLOOR				6 bar
04037	DPI/DI	6.000	Ø 1910 X H-3183	15.648
04101	DPI/DI	7.000	Ø 1910 X H-3683	18.043
06814	DPI/DI	8.000	Ø 1910 X H-3933	20.084
07114	DPI/DI	9.000	Ø 1910 X H-4433	21.673
04714	DPI/DI	10.000	Ø 1910 X H-4683	22.386

* INCLUYE BOCA DE REGISTRO DN-400 AISLADA/ INSULATED ND-400 MANHOLE INCLUDED

DE 6.000 A 10.000 L/
FROM 6.000 TO 10.000 L

- MEDIOS DE DESCARGA EN DESTINO NO INCLUIDOS / MEANS OF OFFLOADING AT DESTINATION NOT INCLUDED
- IMPUESTOS Y PORTES NO INCLUIDOS / TAXES AND POSTAGE NOT INCLUDED

VASOS DE EXPANSIÓN

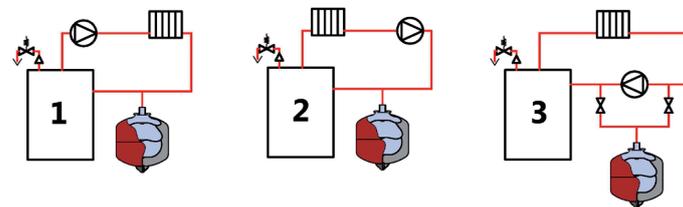


VASOS DE EXPANSIÓN

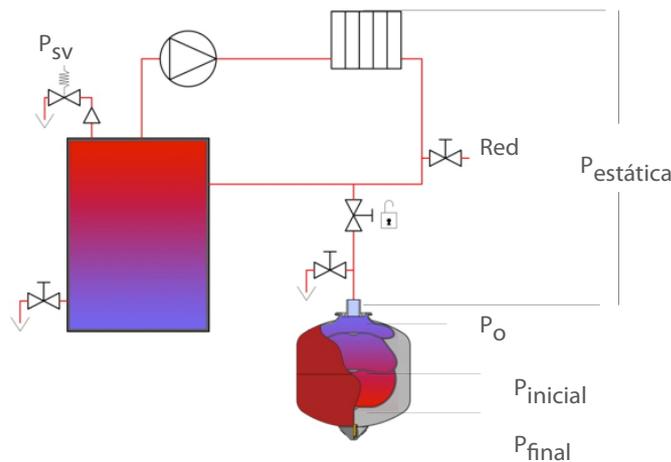
Los vasos de expansión cumplen una importante función en los circuitos de calefacción y refrigeración. Permiten por un lado absorber los incrementos de volumen causados por el aumento de temperatura del sistema, así como mantener la presión del circuito de calefacción dentro de unos límites admisibles. Evitan también la aparición de fenómenos como la cavitación, evaporación y vacío.

Son varias las posibilidades existentes a la hora de plantear la instalación de un vaso de expansión:

1. Vaso de expansión en la aspiración de bomba circuladora (succión). Es la configuración más empleada y extendida.
2. Vaso de expansión en la impulsión de bomba circuladora.
3. Vaso de expansión en sistemas de calefacción centralizada o District Heating.



C.C. Calefacción



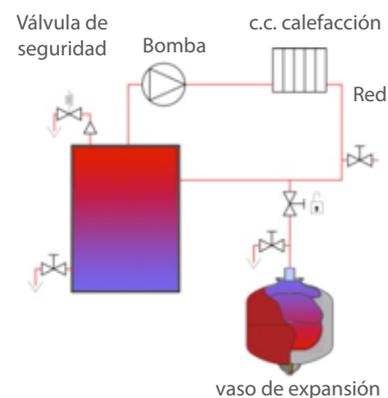
Los vasos de expansión de membrana o diafragma sin transferencia de masa, disponen de una carga fija de aire. Su principio de funcionamiento está basado en la compresión de la cámara de aire en el interior del vaso de expansión cuando se produce un cambio volumétrico en el fluido del circuito de calefacción por la variación de la temperatura del sistema, manteniendo la presión del sistema dentro de límites admisibles.

Ibaiondo fabrica distintos modelos en función del tipo de sistema en el que son instalados:

Tipo	Volumen (Litros)	Presión Máx. (Bar)	Aplicación
CMF	2 - 1000	4-5-6	Calefacción
SMF	2 - 24	8-10	Solar
SMR	35 - 1000	10	Solar
CMR	2 - 1000	8-10	Agua Caliente Sanitaria
VI	5 - 300	10	Vaso intermedio

CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN EN SISTEMAS DE CALEFACCIÓN/REFRIGERACIÓN

Contenido agua del sistema	V_{sist}	=		= Litros
Temperatura media sistema	T_{media}	=		= °C
% Anticongelante	n	=		= %
Coef. Expansión	$e(T_{media}, n)$	=	Tabla Pág. 26	
Volumen expansión	V_{exp}	=	$V_{sist} \times e$	= Litros
Volumen reserva	$V_{reserva}$	=	$V_{reserva} = 0,005 \times V_{sist}$ Si $V_{nominal} > 15$ $V_{reserva} = 0,2 \times V_{nominal}$ Si $V_{nominal} \leq 15$	= Litros
Presión estática	$P_{estática}$	=		= Bar
Presión de evaporación (*)	P_V	=		= Bar
Presión de inflado	P_0	=	$P_{estática} + P_V + (0,2 \text{ Bar})$	= Bar
Presión válvula seguridad	P_{SV}	=		= Bar
Presión final	P_{fin}	=	Si $P_{SV} \leq 5 \text{ Bar}$ = $P_{SV} - 0,5 \text{ Bar}$ Si $P_{SV} > 5 \text{ Bar}$ = $0,1 \times P_{SV}$	= Bar
Factor de presión	F_p	=	$\frac{P_{fin} - P_0}{P_{fin} + 1}$	
Volumen nominal	$V_{nominal}$	=	$\frac{V_{exp} + V_{reserva}}{F_p}$	= Litros

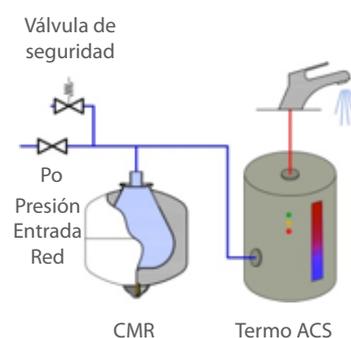


El volumen nominal obtenido puede dividirse en varios vasos de expansión.

(*) Solo sistemas de calefacción

CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN EN SISTEMAS DE AGUA CALIENTE SANITARIA

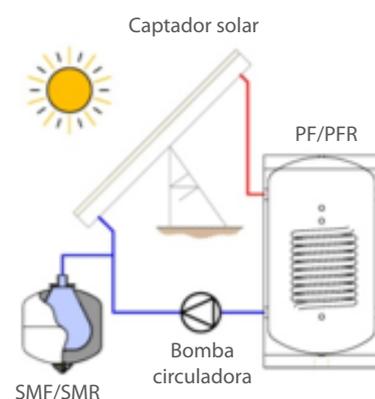
Contenido agua ACS	V_{ACS}	=		= Litros
Temperatura ACS	T_{ACS}	=		= °C
Coef. Expansión	$e(T_{ACS})$	=	Tabla Pág. 26	
Presión válvula seguridad	P_{SV}	=		= Bar
Presión entrada red	P_0	=		= Bar
Presión preinchado	P_p	=	$P_0 - 0,3 \text{ (Bar)}$	= Bar
Volumen Nominal	$V_{Nominal}$	=	$V_{ACS} \times e \times \frac{(P_{SV} + 0,5) \times (P_p + 1,3)}{(P_p + 1) \times (P_{SV} - P_p - 0,8)}$	= Litros



El volumen nominal calculado puede dividirse en varios vasos de expansión

CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN EN SISTEMAS SOLARES

Nº colectores total	Nº	=		
Volumen agua / colector	V_c	=		= Litros
Contenido total agua colectores	$V_{c\ total}$	=	$Nº \times V_c$	= Litros
Contenido agua tuberías	$V_{tuberías}$	=		= Litros
Contenido agua sistema	V_{sist}	=	$V_{c\ total} + V_{tuberías} + Puffer + otros$	= Litros
Temperatura media sistema	T_{media}	=		= °C
% Anticongelante	n	=		= %
Coef. Expansión	$e (T_{media} \cdot n)$	=		Tabla Pág. 26
Volumen expansión	V_{exp}	=	$V_{sist} \times e$	= Litros
Volumen reserva	$V_{reserva}$	=	$V_{reserva} = 0,005 \times V_{sist}$ $V_{reserva} = 0,2 \times V_{nominal}$	Si $V_{nominal} > 15$ litros = Litros Si $V_{nominal} \leq 15$ litros = Litros
Presión estática	$P_{estática}$	=		= Bar
Presión de evaporación	P_v	=		= Bar
Dif. Asp-Impulsión bomba	ΔP	=		= Bar
Presión de inflado	P_o	=	$P_{estática} + P_v + (0,2\ Bar)$	= Bar
Presión válvula seguridad	P_{sv}	=		= Bar
Presión final	P_{fin}	=	Si $P_{sv} \leq 5\ Bar = P_{sv} - 0,5\ Bar$ Si $P_{sv} > 5\ Bar = 0,1 \times P_{sv}$	= Bar
Factor de presión	F_p	=	$\frac{(P_{fin} - P_o)}{(P_{fin} + 1)}$	
Volumen Nominal (CON evaporación)	$V_{Nominal}$	=	$\frac{(V_{exp} + V_{reserva} + V_{ctotal})}{F_p}$	= Litros
Volumen Nominal (SIN evaporación)	$V_{Nominal}$	=	$\frac{(V_{exp} + V_{reserva})}{F_p}$	= Litros



Coeficiente de expansión del agua según la temperatura máxima de la instalación

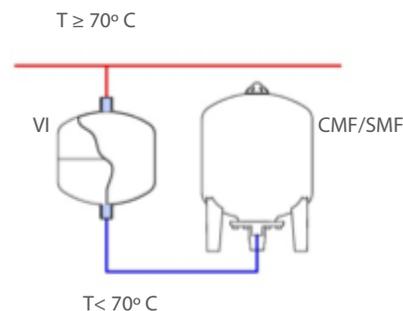
Temperatura (°C)	e (glicol 0%)	e (glicol 20%)	e (glicol 40%)
10	0.0004	0.0064	0.0128
20	0.0018	0.0082	0.0146
30	0.0044	0.0108	0.0172
40	0.0078	0.0143	0.0207
50	0.0121	0.0185	0.0249
60	0.0171	0.0235	0.0299
70	0.0227	0.0292	0.0356
80	0.0290	0.0354	0.0418
90	0.0359	0.0423	0.0487
100	0.0434	0.0499	0.0563

CÁLCULO DEL VASO INTERMEDIO

En sistemas de **calefacción** donde se esperan temperaturas de retorno por encima de 70°C, es recomendable colocar un vaso intermedio en línea con el vaso de expansión.

Cálculo vaso intermedio

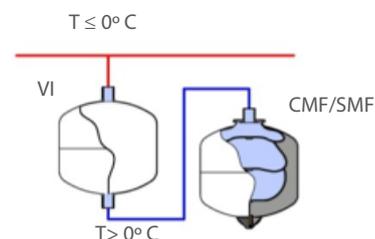
Contenido agua del sistema	V_{sistema}	=		=	Litros
Temperatura media sistema	T_{media}	=		=	°C
% Anticongelante	n	=		=	%
Coef. Expansión	$e(T_{\text{media}}, n)$	=		Tabla	Pág. 26
Volumen nominal VI	V_{nominal}	=	$V_{\text{sistema}} \times e$	=	Litros



En sistemas de **refrigeración** con temperaturas por debajo 0°C, es recomendable colocar un vaso intermedio en línea con el vaso de expansión.

Cálculo vaso intermedio

Contenido agua del sistema	V_{sistema}	=		=	Litros
Volumen nominal VI	V_{nominal}	=	$V_{\text{sistema}} \times 0,005$	=	Litros

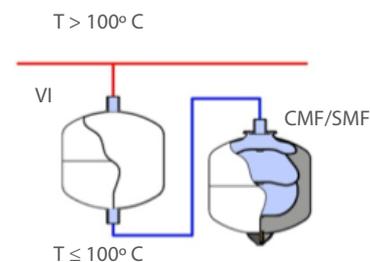


En sistemas **solares** con o sin evaporación se recomienda la instalación o colocación en serie de un vaso intermedio en línea con el vaso de expansión.

Cálculo vaso intermedio

Contenido agua del sistema	V_{sistema}	=		=	Litros
Temperatura media sistema	T_{media}	=	$V_{\text{sistema}} \times 0,005$	=	°C
% Anticongelante	n	=		=	%
Coef. Expansión	$e(T_{\text{media}}, n)$	=		Tabla	Pág. 26
(1) Volumen nominal VI	V_{nominal}	=	$V_{\text{sistema}} \times e$	=	Litros
(2) Volumen nominal VI	V_{nominal}	=	$(V_{\text{sistema}} + V_{\text{colectores}}) \times e$	=	Litros

- (1) Sin evaporación
- (2) Con evaporación



INSTALACIÓN Y MONTAJE

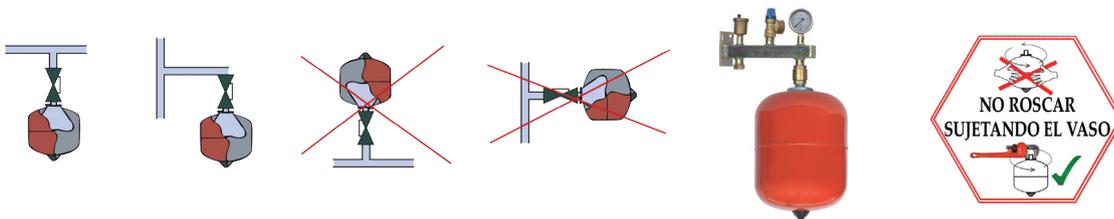
Antes de proceder a su montaje, es necesario asegurarse que el volumen apropiado del vaso de expansión ha sido calculado y verificado por personal técnico autorizado, teniendo en cuenta las características del sistema.

El vaso de expansión debe ser montado por un instalador técnico autorizado, siguiendo en todo momento las instrucciones facilitadas con el producto y la normativa local vigente.

Deberá ser instalado en un recinto protegido de la intemperie que disponga de las dimensiones necesarias de acceso para facilitar la inspección del vaso, estando la válvula de llenado de aire, el manguito de conexión a la instalación y la etiqueta accesibles.

No debe colocarse ninguna válvula cuyo cierre involuntario pueda anular el funcionamiento del vaso de expansión.

Los vasos de expansión que carecen de patas se instalan bien directamente a la tubería de agua o bien preferentemente a través de un soporte diseñado para tal efecto (ver página 35) y siempre con el manguito de entrada de agua en la parte superior, para evitar la creación de bolsas de aire. El sistema de sujeción deberá diseñarse para poder soportar el peso del vaso completamente lleno de agua.



Se recomienda colocar el vaso de expansión CMF en la tubería de retorno, lo más cerca posible de la caldera, preferentemente en el lado de aspiración de la bomba recirculadora. En el caso de los vasos de la serie SMF/SMR se recomienda colocarlos en el retorno de la instalación solar, lo más alejado posible de los captadores solares. En el caso de los modelos CMR, se colocarán obligatoriamente en la tubería de entrada de agua fría, situándolos entre la válvula de seguridad y el acumulador o productor de ACS.

Se recomienda la instalación de una válvula de aislamiento para evitar la necesidad de vaciar el circuito en las labores de mantenimiento y sustitución del vaso (ver página 35). No colocar ninguna válvula cuyo cierre pueda anular involuntariamente el funcionamiento del vaso de expansión.

Se debe instalar obligatoriamente una válvula de seguridad y un manómetro. La válvula de seguridad, que irá instalada en la propia caldera o en el conducto de ida, lo más cerca posible de ésta y por encima de su cota más alta, estará tarada según la presión máxima de la instalación y nunca superior a la presión máxima admisible del vaso de expansión.

La diferencia de altura entre el manómetro y el vaso de expansión deberá ser la mínima posible.

Se recomienda instalar purgadores y/o separadores de aire para evitar la acumulación de aire.

Evitar radicaciones directas sobre el vaso de expansión para proteger la membrana de posibles excesos de temperatura. Si se prevé que la temperatura de retorno sobrepase los 70° C (calefacción) o 100° C (solar), se recomienda la instalación de un vaso intermedio (serie VI).

En orden a evitar la corrosión causada por la electrolisis es necesario protegerlo convenientemente (uso de juntas y materiales dieléctricos).

Nota importante: Los vasos de expansión de la serie CMF y SMF son únicamente válidos para sistemas cerrados y nunca deben instalarse en circuitos abiertos.

MANTENIMIENTO

Al menos una vez al año, se deberá comprobar a través de la válvula de inflado que la presión de la cámara de aire se mantiene en los valores correctos (presión de inflado) con la precaución de hacerlo mediante el contraste de los valores a igual temperatura y con el vaso vacío de agua. En caso de que la desviación sea superior al +/- 20%, ajustar al valor original.

Para evitar la corrosión de los vasos de expansión conviene purgar el circuito con periodicidad. El eventual ingreso de aire del exterior debe ser minimizado a través de operaciones de mantenimiento periódicas.

PUESTA EN SERVICIO

Presión mínima de funcionamiento

Ajuste de la presión de inflado: Para garantizar el correcto funcionamiento del vaso de expansión, es necesario comprobar y ajustar la presión de inflado, tanto en el momento de su instalación como en el mantenimiento periódico.

En los casos en los cuales el vaso de expansión se coloque en el lado de impulsión del sistema, se tendrá que tener en cuenta el diferencial de presión de la bomba de circulación a la hora de obtener P_0 y evitar la aparición de vacío en los puntos altos del sistema de calefacción

Lado succión bomba
 $P_0 = P_{st} + P_v + 0,2 \text{ (Bar)}; P_0 \geq 1 \text{ Bar}$

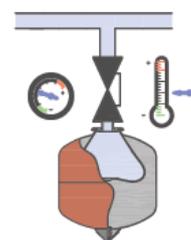
Lado impulsión bomba
 $P_0 = P_{st} + P_v + \Delta P \text{ (Bar)}; P_0 \geq 1 \text{ Bar}$

P_v : No empleado en refrigeración

Presión inicial

Llenado de agua de la instalación: Obtención de la presión inicial P_{ini} . Es uno de los valores que más puede influir en el funcionamiento óptimo del vaso de expansión. Indica la presión más baja en el rango de funcionamiento del sistema de calefacción. Se recomienda en el caso de los vasos de expansión con diafragma ajustar el valor de P_{ini} al menos 0,3 Bar por encima de la presión predefinida del gas P_0 . Además P_{ini} deberá ajustarse de tal forma que la presión medida en cualquier punto del sistema de calefacción sea siempre superior a 0,5 Bar.

Para ello, se llena lentamente el circuito con agua fría, purgando el aire contenido en su interior a través de los puntos previstos para ello. La presión inicial a la altura del vaso de expansión deberá superar en 0,3 Bar la presión de inflado P_0 del vaso de expansión.

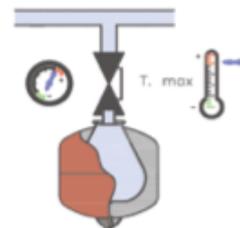


$P_{inicial}$

Presión final

Rellenado de agua de la instalación: A la hora de ajustar la presión más elevada en el rango de funcionamiento del sistema de calefacción P_{fin} , este valor no debería ser mayor que la presión de ajuste de la válvula de seguridad P_{SV} menos una diferencia de la sobrepresión de cierre, tal y como se indica en la norma EN12828.

Para ello se procede a poner en funcionamiento el sistema de calefacción a la máxima temperatura de trabajo, purgando el aire con regularidad. Se apagan las bombas y se purga. Rellenar el circuito de agua hasta la presión final (P_{fin}).



P_{final}

Si $P_{SV} \leq 5 \text{ Bar}$ $P_{fin} = P_{SV} - 0,5 \text{ (Bar)}$

Si $P_{SV} > 5 \text{ Bar}$ $P_{fin} = P_{SV} \times 0,1 \text{ (Bar)}$

Comprobación: Para vasos de expansión con diafragma, la presión inicial P_{ini} debería confirmarse para el vaso seleccionado según

CALEFACCIÓN / REFRIGERACIÓN	SOLAR CON EVAPORACIÓN	SOLAR SIN EVAPORACIÓN
$P_{ini} = \frac{P_{fin} + 1}{1 + \frac{V_{exp}}{V_{nominal}} \times \frac{(P_{fin} + 1)}{(P_0 + 1)}} - 1$	$P_{ini} = \frac{(P_{fin} + 1)}{1 + \frac{(V_{exp} + V_{Ctotal})}{V_{nominal}} \times \frac{(P_{fin} + 1)}{(P_0 + 1)}} - 1$	$P_{ini} = \frac{(P_{fin} + 1)}{1 + \frac{V_{exp}}{V_{nominal}} \times \frac{(P_{fin} + 1)}{(P_0 + 1)}} - 1$

Se puede asegurar el correcto dimensionado del vaso de expansión siempre que,

$$P_{ini} \geq P_0 + 0,3 \text{ Bar}$$

De otro modo, el valor nominal $V_{nominal}$ debería incrementarse hasta que se cumpla la condición

Vasos de expansión de membrana Sistemas cerrados de calefacción y refrigeración

- Membrana no recambiable según EN 13831 (no potable)
- Conexión de agua cincada (De 5 a 35 CMF)
- Temperatura: -10° C +100° C
- Pintura epoxi roja
- Precarga de aire: 1,5 bar
- Certificado CE, conforme a la Directiva 97/23/CE



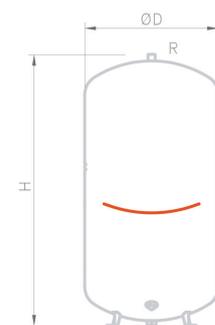
Modelos sin patas 5 bar

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
2	02005343	5 CMF	5	5	200	250	3/4 "
2,5	02008343	8 CMF	8	5	200	340	3/4 "
3,2	02012343	12 CMF	12	5	270	310	3/4 "
4	02018343	18 CMF	18	5	270	415	3/4 "
4,5	02025343	25 CMF	25	5	320	430	3/4 "
7	02035343	35 CMF	35	5	360	475	3/4 "



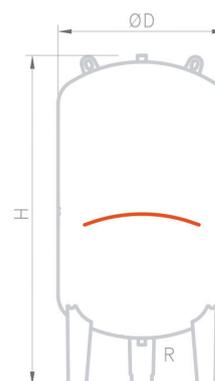
Modelos con patas 4 - 6 bar (conexión superior)

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
7	02035345	35 CMF	35	4	360	480	3/4 "
7,5	02050343	50 CMF	50	4	360	630	3/4 "
16	04080351	80 CMF	80	6	485	570	1 "
18	04100351	100 CMF	100	6	485	650	1 "
24	04140351	140 CMF	140	6	485	935	1 "
36	04200351	200 CMF	200	6	600	860	1 "
44	04250351	250 CMF	250	6	600	1095	1 "
49	04300351	300 CMF	300	6	600	1240	1 "
56	04400351	400 CMF	400	6	600	1480	1 "



Modelos con patas 6 bar (conexión inferior)

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
63	04500351	500 CMF	500	6	750	1445	1 "
77	04600351	600 CMF	600	6	750	1700	1 "
95	04800351	800 CMF	800	6	750	2155	1 "
118	04101351	1000 CMF	1000	6	750	2555	1 "



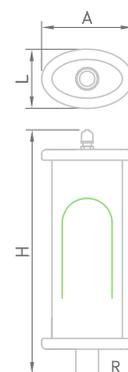
Vasos de expansión de membrana Sistemas abiertos de agua caliente sanitaria

- Modelos hasta 24 litros: Membrana no recambiable, según EN 13831, apta para agua potable y manguito dieléctrico
- Modelos de 35 a 1000 litros: Membrana recambiable, según EN 13831, apta para agua potable y conexión de agua de acero inoxidable
- Temperatura: -10° C +100° C
- Pintura epoxi blanca
- Precarga de aire: 3 bar
- Certificado CE, conforme a la Directiva 97/23/CE



Modelos tubulares 8 bar (membrana no recambiable)

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones			R Conexión agua
					A (mm)	L (mm)	H (mm)	
2	02002080	2 CMR-T	2	8	125	85	405	3/4"
2,8	02003080	3 CMR-T	3	8	125	85	515	3/4"
3,5	02004080	4 CMR-T	4	8	125	85	620	3/4"



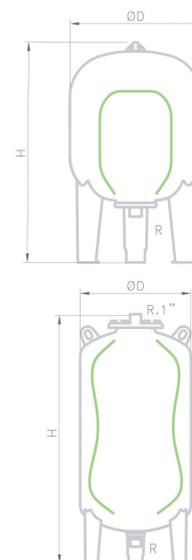
Modelos sin patas 8 - 10 bar (membrana no recambiable)

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
0,8	01002012	2 CMR	2	10	110	245	3/4"
2	01005012	5 CMR	5	10	200	250	3/4"
2,5	01008012	8 CMR	8	10	200	340	3/4"
3,2	01011012	11 CMR	11	10	270	310	3/4"
4	01018012	18 CMR	18	10	270	415	3/4"
4,5	01025082	24 CMR	24	8	320	430	3/4"



Modelos con patas 10 bar (membrana recambiable)

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
10	01035249	35 CMR	35	10	360	615	1"
12	01050249	50 CMR	50	10	360	750	1"
16	03080239	80 CMR	80	10	450	750	1"
18	03100039	100 CMR	100	10	450	850	1"
38	03150039	150 CMR	150	10	485	1155	1 1/2"
49	03220039	220 CMR	200	10	485	1400	1 1/2"
60	03350039	350 CMR	300	10	485	1965	1 1/2"
90	03500039	500 CMR	500	10	600	2065	1 1/2"
158	03700039	700 CMR	700	10	700	2145	1 1/2"
274	03911039	1000 CMR	1000	10	800	2375	1 1/2"



SMF / SMR

Vasos de expansión de membrana Sistemas cerrados de energía solar

- Membrana especial que soporta picos de temperatura de hasta 130° C durante una hora
- Para mayor seguridad se recomienda instalar un vaso intermedio disipador de temperatura (pag.33)
- Conexión de agua cincada (De 5 a 100 litros) y de latón (De 220 a 1000 litros)
- Temperatura: -10° C +100° C
- Aptos para uso de anticongelantes hasta el 50%
- Pintura epoxi blanca
- Precarga de aire: 2,5 bar
- Certificado CE, conforme a la Directiva 97/23/CE



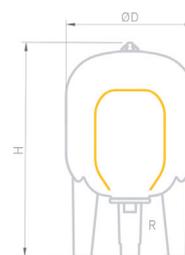
Modelos sin patas 8 - 10 bar (membrana no recambiable)

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
0,8	02002070	2 SMF	2	10	110	245	3/4"
2	02005070	5 SMF	5	10	200	250	3/4"
2,5	02008070	8 SMF	8	10	200	340	3/4"
3,2	02012070	12 SMF	12	10	270	310	3/4"
4	02018070	18 SMF	18	10	270	415	3/4"
4,5	02024070	24 SMF	24	8	320	430	3/4"



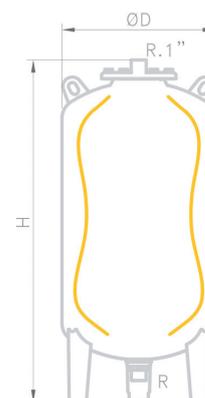
Modelos con patas 10 bar (membrana recambiable)

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
10	01035070	35 SMR-P	35	10	360	615	1"
12	01050070	50 SMR-P	50	10	360	750	1"
16	03080070	80 SMR-P	80	10	450	750	1"
18	03100070	100 SMR-P	100	10	450	850	1"



Modelos con patas 10 bar (membrana recambiable)

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
49	03200070	220 SMR	200	10	485	1400	1 1/2"
60	03300070	350 SMR	300	10	485	1965	1 1/2"
90	03500070	500 SMR	500	10	600	2065	1 1/2"
158	03700070	700 SMR	700	10	700	2145	1 1/2"
274	03910070	1000 SMR	1000	10	800	2375	1 1/2"



VI (amortiguadores)

Depósitos intermedios sin membrana

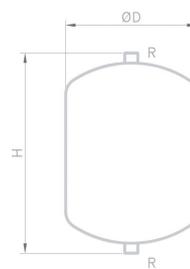
Sistemas cerrados de calefacción, refrigeración y energía solar

- Se recomienda su instalación cuando se prevé que la temperatura de retorno del circuito sobrepase los 70° C (calefacción), 100° C (sistemas solares) o bien sea inferior a 0° C (refrigeración)
- Su función es evitar el rápido envejecimiento de la membrana del vaso de expansión como consecuencia de muy altas o bajas temperaturas
- Pintura epoxi blanca
- Fabricados conforme a la Directiva 97/23/CE



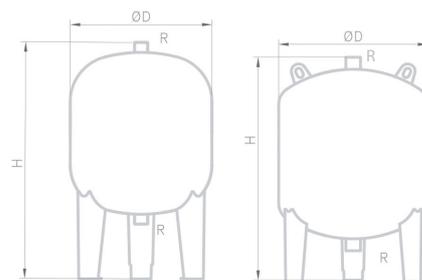
Modelos sin patas 10 bar

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
2	02005103	5 VI	5	10	200	250	2 x 3/4"
2,5	02008103	8 VI	8	10	200	340	2 x 3/4"
3,2	02012103	12 VI	12	10	270	310	2 x 3/4"
4	02018103	18 VI	18	10	270	415	2 x 3/4"
4,5	02025103	24 VI	24	10	320	430	2 x 3/4"



Modelos con patas 10 bar

Peso (Kg)	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
					Ø D (mm)	H (mm)	
7	02035103	35 VI-P	35	10	360	615	2 x 1"
12	02050103	50 VI-P	50	10	360	750	2 x 1"
18	02100103	100 VI-P	100	10	450	850	2 x 1"
39	02200103	200 VI-P	200	10	550	1135	2 x 1 1/2"
52	02300103	300 VI-P	300	10	650	1180	2 x 1 1/2"



Nota: Para volúmenes superiores consultar en fábrica

PC/PR

Vasos de expansión de membrana

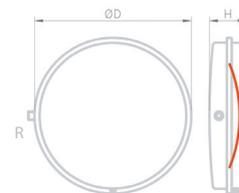
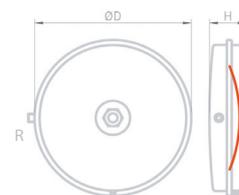
Calderas

- Membrana no recambiable según EN 13831 (no potable)
- Conexión de agua según modelo
- Temperatura: -10° C +100° C
- Pintura epoxi roja
- Precarga de aire: 1 bar
- Fabricados conforme a la Directiva 97/23/CE



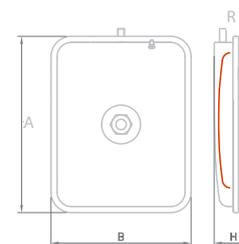
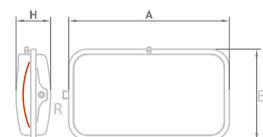
Modelos circulares

	Uds. Mínimas Pedido	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones		R Conexión agua
						Ø D (mm)	H (mm)	
	100	02004531	5 PCS-T	5	3	387	60	3/8"
	100	02005511	6 PCS	6	3	387	65	3/8"
	100	02007491	7 PCS	7	3	387	70	M-12
En stock	4	02008843	8 PCS	8	3	387	85	1/2"
En stock	3	02010043	10 PCS	10	3	387	106	1/2"
	100	02006551	6 PCA	6	3	325	100	3/4"
En stock	4	02008043	8 PCA	8	3	325	130	1/2"
	100	02010506	10 PCA	10	3	325	160	3/4"
En stock	3	02012033	12 PCA	12	3	325	175	3/4"



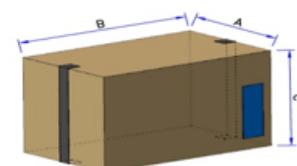
Modelos rectangulares

	Uds. Mínimas Pedido	Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	Dimensiones			R Conexión agua
						A (mm)	B (mm)	H (mm)	
En stock	2	02007563	7 PR	7	3	500	210	105	3/8"
En stock	2	02007523	7,5 PR	7,5	3	500	210	115	3/4"
	100	02010585	8 PRM	8	3	440	250	95	3/8"
	100	02012563	12 PR	12	3	500	210	170	3/4"
En stock	2	02010594	10 PRS	10	3	435	345	95	3/8"
	100	02012591	12 PRS	12	3	435	345	110	1/2"
En stock	2	02010023	10 PRS-T	10	3	510	350	90	1/2"



Embalaje de modelos en stock

Código	Modelo	Uds. por caja	Dimensiones de embalaje A x B x C
02008843	8 PCS	4	390 x 390 x 350
02010043	10 PCS	3	390 X 390 X 350
02008043	8 PCA	4	330 x 350 x 530
02012033	12 PCA	3	330 x 350 x 530
02007563	7 PR	2	215 x 515 x 215
02007523	7,5 PR	2	215 x 515 x 215
02010594	10 PRS	2	350 x 525 x 210
02010023	10 PRS-T	2	350 x 525 x 210



ACCESORIOS Y RECAMBIOS

Para una mejor identificación, consultar a fábrica

Soportes para vasos de expansión. Válvula de aislamiento

Código	Modelo
19050010	Soporte
19050012	Soporte + válvula de aislamiento
69150112	Válvula de aislamiento
19011050	Soporte mediano 5-18 Litros
19011051	Soporte grande 25 Litros



Membranas CMR

Código	Ref.	Modelo	Dimensiones		
			D (mm)	H (mm)	d (mm)
66700843	200 x 335	35 CMR	200	335	84
66700854	200 x 505	50 CMR	200	505	84
66700809	1359	80 CMR	250	550	87
66700816	1358	100 CMR	250	680	87

Código	Ref.	Modelo	Dimensiones		
			D (mm)	H (mm)	d (mm)
66700202	1361	150 CMR	306	905	120
66700203	983	220 CMR	306	1100	120
66700206	982	350 - 500 CMR	306	1720	120
66700209	1052	700 CMR	425	1900	120
66700216	1889	1000 CMR	420	2305	120



Membranas SMR

Código	Ref.	Modelo	Dimensiones		
			D (mm)	H (mm)	d (mm)
66700848	1435 E	35 SMR-P	230	450	84
66700812	1359 E	50 SMR-P	250	550	87
66700811	280 x 500	80 SMR-P	240	630	80
66700815	1358 E	100 SMR-P	250	680	87

Código	Ref.	Modelo	Dimensiones		
			D (mm)	H (mm)	d (mm)
66700203	983	220 SMR	306	1100	120
66700206	982	350 - 500 SMR	336	1720	120
66700209	1052	700 SMR	425	1900	120
66700216	1889	1000 SMR	420	2305	120



ACCESORIOS Y RECAMBIOS

Para una mejor identificación, consultar a fábrica

Tapas inferiores entrada de agua

Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Diámetro Ø (mm)	Presión Máx. (bar)	R Conexión de agua
96700204	SMR	35-100	150	10	1"
96700402	INOX CMR	35 - 100	150	10	1"



Tapas superiores para conexión de complementos

Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Diámetro Ø (mm)	Presión Máx. (bar)	R Conexión de agua
68400206 tapón 96700203 tapa	SMR	200 - 1000	235	10	1"
96700403 tapa 68400206 tapón	INOX CMR	150 - 1000	235	10	1"

Acoplamientos entrada de agua

Código	Modelo	Capacidad (Lt)	Presión Máx. (bar)	R Conexión de agua
66530140 manguito 69000138 tuerca	SMR	200 - 1000	10	1 1/2"
91100207 manguito 69000138 tuerca	INOX CMR	150 - 1000	10	1 1/2"



Válvulas

Código	Modelo	Capacidad (Lt)
69150306	SMR /CMR	35 - 1000
69150309	SMR/ CMR ESPECIAL	80 - 100
69150310	CMF	500 - 1000

SMR / CMR



CMF



ESPECIAL





Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Sección de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE FIN DE GRADO

**DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL**

PLANOS

AUTORA

MARÍA FERNANDA CARRILLO PÉREZ

ÍNDICE

- 1. Situación**
- 2. Emplazamiento**
- 3. Distribución planta baja**
- 4. Distribución planta alta**
- 5. Conductos instalación hidráulica planta baja**
- 6. Conductos instalación hidráulica planta alta**
- 7. Esquema de principio hidráulico refrigeración**
- 8. Esquema de principio hidráulico calefacción**
- 9. Nombre tramos circuito secundario**



Camino Salto Los Riveros,
38032, El rosario, Santa Cruz
de Tenerife.

DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL

Autora: María F. Carrillo Pérez

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

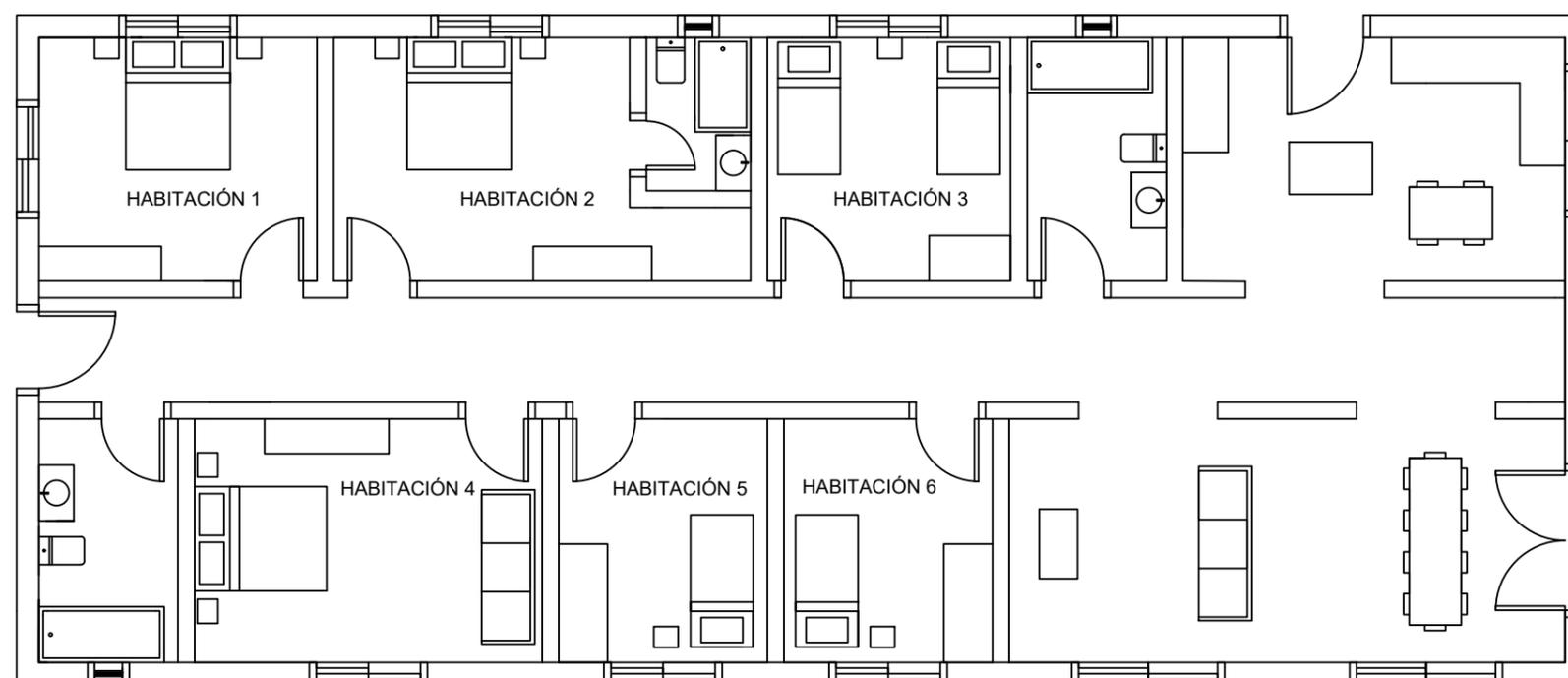
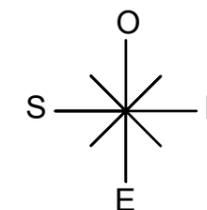
Universidad de La Laguna

Comprobado: Julio 2019

ESCALA:
1:500

EMPLAZAMIENTO

Nº PLANO:
2



DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL

Autora: María F. Carrillo Pérez

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN



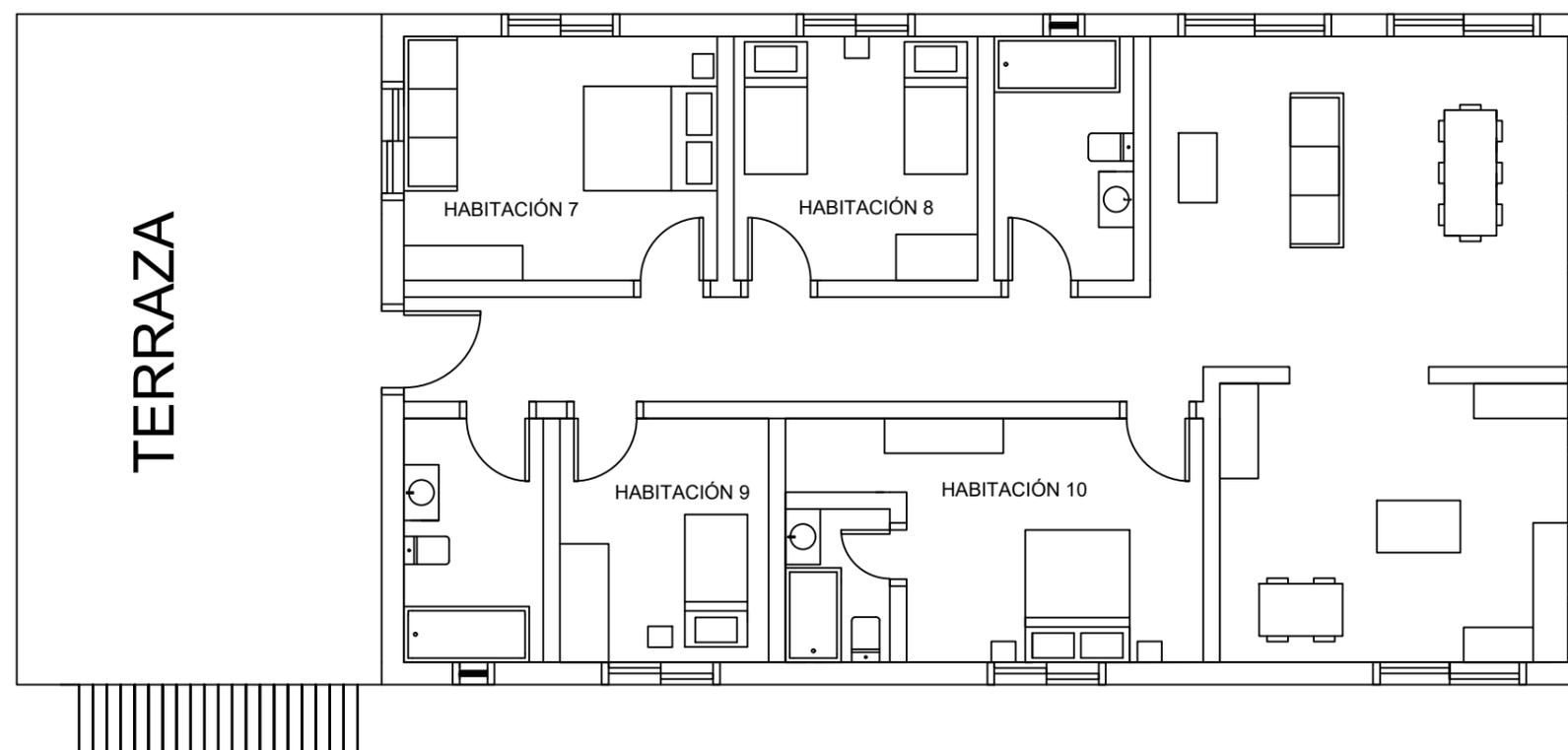
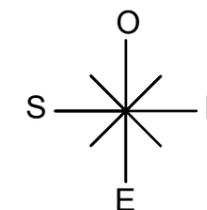
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Grado Ingeniería Mecánica
Universidad de La Laguna

Comprobado: Julio 2019

ESCALA:
1:100

DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA

Nº PLANO:
3



DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL

Autora: María F. Carrillo Pérez

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

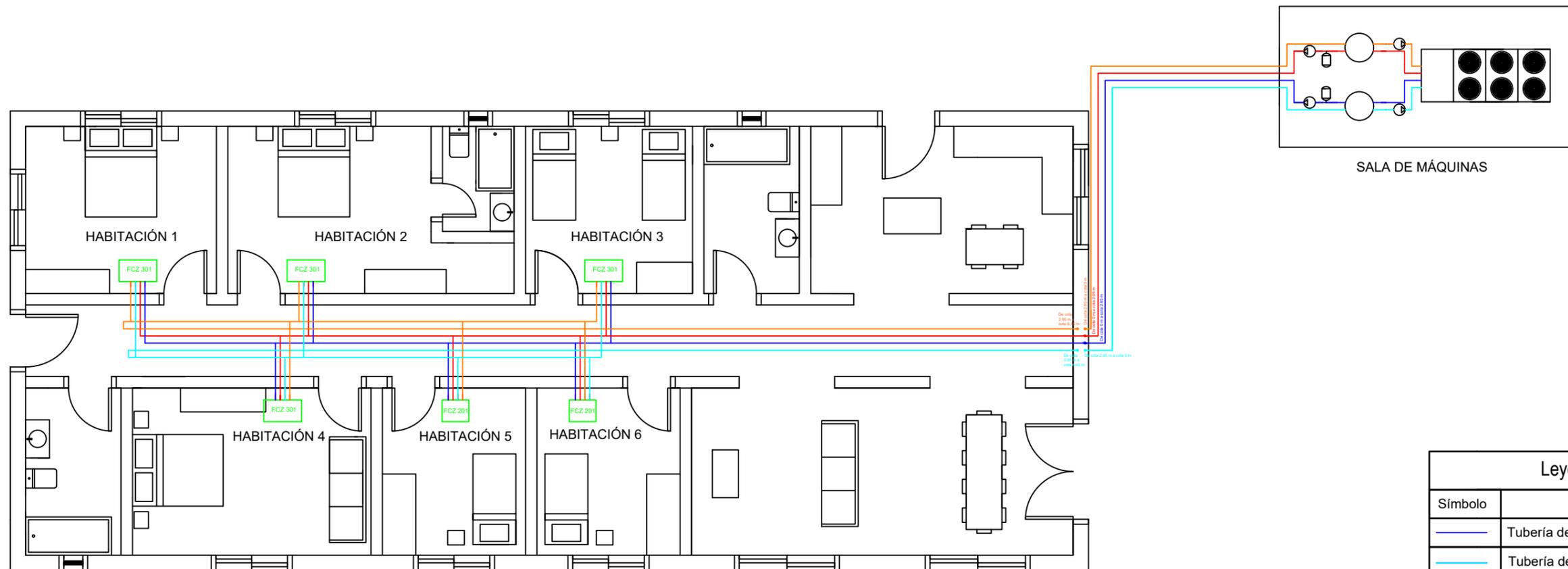
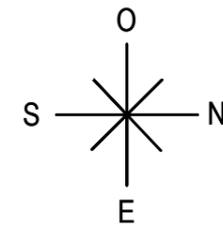
Universidad de La Laguna

Comprobado: Julio 2019

ESCALA:
1:100

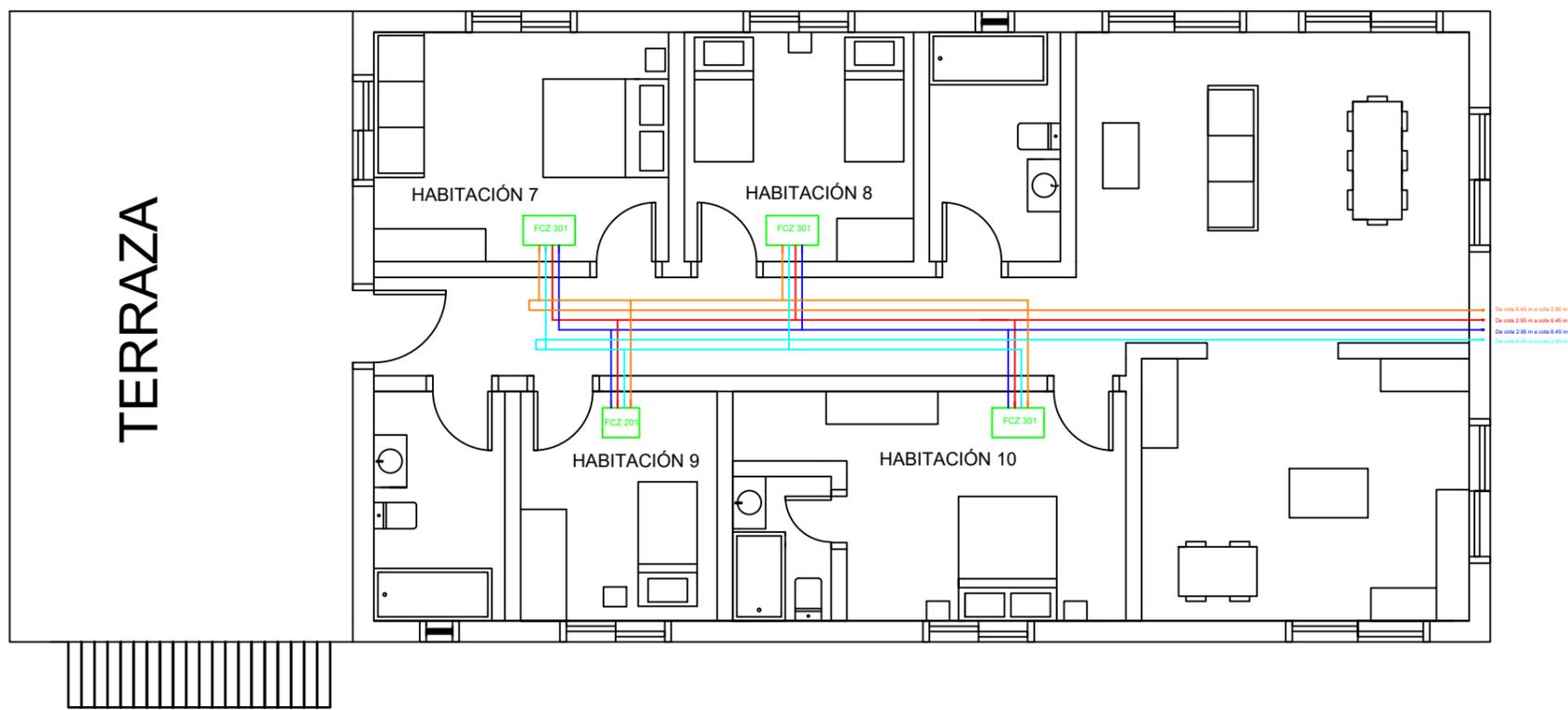
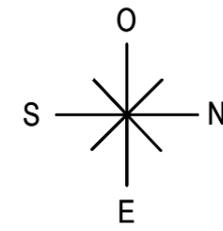
DISTRIBUCIÓN PLANTA ALTA

Nº PLANO:
4



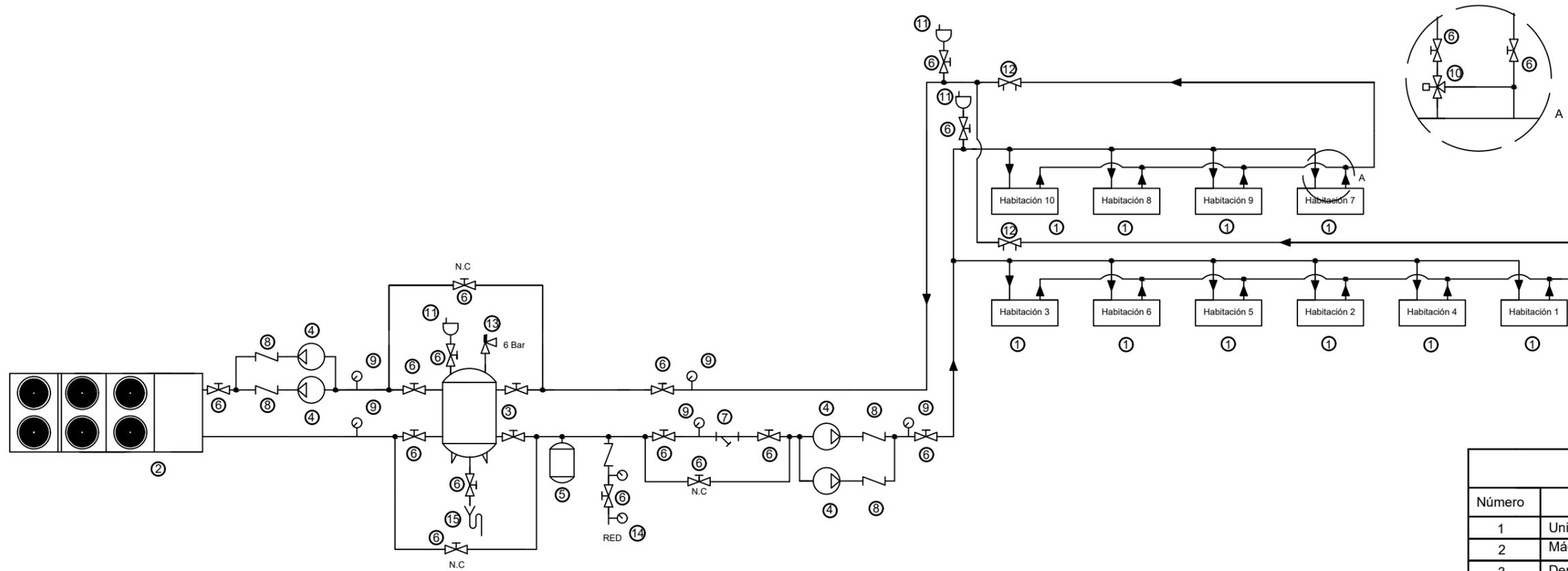
Leyenda	
Símbolo	Descripción
	Tubería de impulsión agua fría
	Tubería de retorno agua fría
	Tubería de impulsión agua caliente
	Tubería de retorno agua caliente
	Máquina de tratamiento de aire
	Depósito de inercia
	Bomba
	Vaso de expansión
	Unidades terminales

DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL			
Autor: María F. Carrillo Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: Julio 2019		Universidad de La Laguna	Grado Ingeniería Mecánica
			Universidad de La Laguna
ESCALA: 1:100	CONDUCTOS INSTALACIÓN HIDRÁULICA PLANTA BAJA		Nº PLANO: 5



Leyenda	
Símbolo	Descripción
	Tubería de impulsión agua fría
	Tubería de retorno agua fría
	Tubería de impulsión agua caliente
	Tubería de retorno agua caliente
	Unidades terminales

DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL			
Autor: María F. Carrillo Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN		ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA <i>Grado Ingeniería Mecánica</i> <i>Universidad de La Laguna</i>
Comprobado: Julio 2019			
ESCALA: 1:100	CONDUCTOS INSTALACIÓN HIDRÁULICA PLANTA ALTA		Nº PLANO: 6



Leyenda	
Número	Descripción
1	Unidades terminales
2	Máquina de producción polivalente
3	Depósito de inercia
4	Bomba
5	Vaso de expansión
6	Válvula de cierre
7	Filtro
8	Válvula de retención
9	Manómetro
10	Válvula de 3 vías con válvula de equilibrado en la toma de bypass
11	Purgador
12	Válvula equilibrado hidráulico
13	Válvula de seguridad
14	Allimentación
15	Vaciado DN 25

DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL

Autor: María F. Carrillo Pérez

Id. s. normas:
UNE-EN-DIN



ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Grado Ingeniería Mecánica

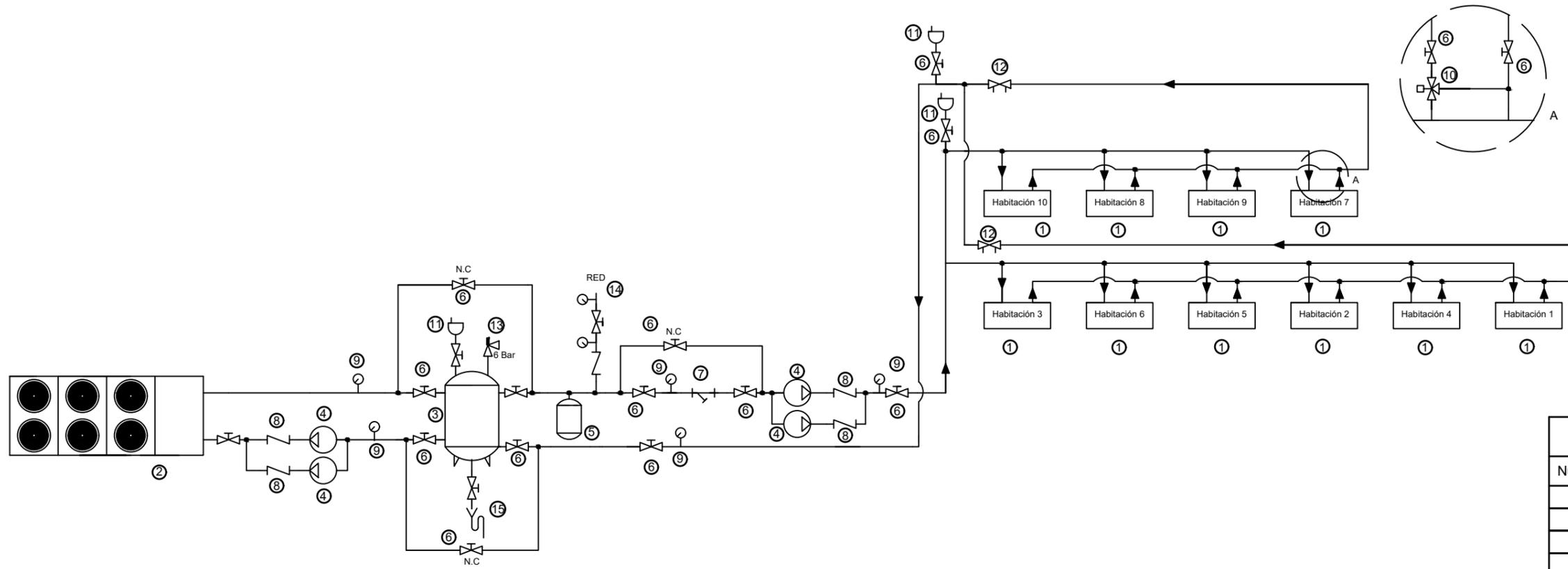
Universidad de La Laguna

Comprobado: Julio 2019

ESCALA:
S/E

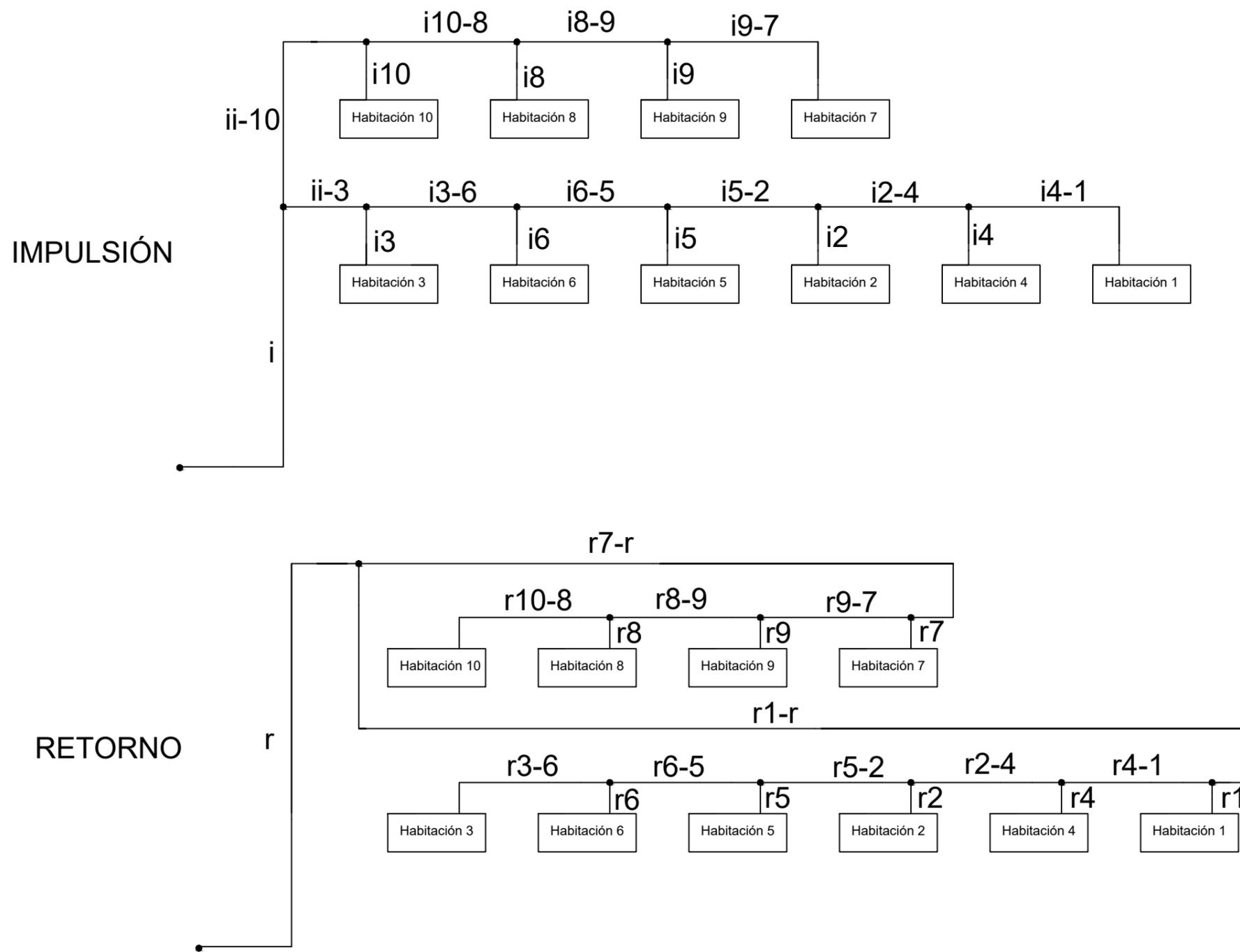
ESQUEMA DE PRINCIPIO HIDRÁULICO
REFRIGERACIÓN

Nº PLANO:
7



Leyenda	
Número	Descripción
1	Unidades terminales
2	Máquina de producción polivalente
3	Depósito de inercia
4	Bomba
5	Vaso de expansión
6	Válvula de cierre
7	Filtro
8	Válvula de retención
9	Manómetro
10	Válvula de 3 vías con válvula de equilibrado en la toma de bypass
11	Purgador
12	Válvula equilibrado hidráulico
13	Válvula de seguridad
14	Allimentación
15	Vaciado DN 25

DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL			
Autor: María F. Carrillo Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: Julio 2019			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: S/E	ESQUEMA DE PRINCIPIO HIDRÁULICO CALEFACCIÓN		Nº PLANO: 8



DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL			
Autora: María F. Carrillo Pérez	Id. s. normas: UNE-EN-DIN	 Universidad de La Laguna	ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
Comprobado: Julio 2019			Grado Ingeniería Mecánica Universidad de La Laguna
ESCALA: S/E	NOMBRE TRAMOS CIRCUITO SECUNDARIO		Nº PLANO: 9



Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología

Sección de Ingeniería Industrial

TRABAJO DE FIN DE GRADO

DISEÑO Y CÁLCULO DEL SISTEMA DE
CLIMATIZACIÓN DE UN HOTEL RURAL

PRESUPUESTO

AUTORA

MARÍA FERNANDA CARRILLO PÉREZ

ÍNDICE

1. Equipos.....	3
2. Tuberías.....	4
3. Accesorios.....	4
4. Aislamiento.....	5
5. Mano de obra.....	5
6. Resumen de presupuesto.....	6

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 EQUIPOS									
01.01	ud NRP 0200 AERMEC Unidad polivalente aire/agua para instalación en exteriores. Capacidad de refrigeración 42,9/184,6 kW.						1,00	13.474,45	
									13.474,45
01.02	ud FCZ 201P AERMEC Fancoil de instalación en techo con Potencia frigorífica de 1 a 8,60 kW y potencia calorífica de 1 a 8,51 kW.						3,00	245,34	
									736,02
01.03	ud FCZ 301P AERMEC Fancoil de instalación en techo con Potencia frigorífica de 1 a 8,60 kW y potencia calorífica de 1 a 8,51 kW.						7,00	289,22	
									2.024,54
01.04	ud DPL 40/75-0,12/2 PN 10 WILO Bomba doble estándar de rotor seco para el circuito primario de la instalación de calefacción.						1,00	1.877,00	
									1.877,00
01.05	ud DPL 65/130-0,55/4 PN 10 WILO Bomba doble estándar de rotor seco para el circuito primario de la instalación de refrigeración.						1,00	3.104,00	
									3.104,00
01.06	ud DPL 32/135-0,25/4 PN 10 WILO Bomba doble estándar de rotor seco para el circuito secundario de la instalación de calefacción.						1,00	2.707,00	
									2.707,00
01.07	ud DPL 32/85-0,37/2 PN 10 WILO Bomba doble estándar de rotor seco para el circuito secundario de la instalación de refrigeración.						1,00	2.262,00	
									2.262,00
01.08	ud DPI/DI 750 L MECALIA Depósito de inercia acero inox-304 vertical de 750 L.						2,00	2.998,00	
									5.996,00
01.08	ud CMF-18 IBAIONDO Vaso de expansión con membrana fija de 8 L.						2,00	23,18	
									46,36
TOTAL CAPÍTULO 01 EQUIPOS.....									32.227,37

PRESUPUESTO



CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
05.04	h INSTALACIÓN DEPÓSITO DE INERCIA								
	Oficial 1ª fontanero					1,66	2,00	19,11	63,45
	Ayudante fontanero					1,66	2,00	17,50	58,10
									121,55
05.05	h INSTALACIÓN TUBERÍAS								
	Oficial 1ª fontanero							19,11	
	Ayudante fontanero							17,50	
	Diámetro interior 14,4 mm					0,05	64,35		117,79
	Diámetro interior 18 mm					0,06	24,44		53,68
	Diámetro interior 23,2 mm					0,07	42,18		108,09
	Diámetro interior 26,2 mm					0,08	37,50		109,82
	Diámetro interior 32,6 mm					0,09	67,88		223,66
	Diámetro interior 40,8 mm					0,10	56,80		207,94
									820,99
05.06	h INSTALACIÓN ACCESORIOS								
	Oficial 1ª fontanero					0,15	118,00	19,11	338,25
	Ayudante fontanero					0,15	118,00	17,50	309,75
									648,00
05.07	h AISLAMIENTO ARMAFLEX								
	Oficial 1ª montador de aislamientos							19,11	
	Ayudante montador de aislamientos							17,50	
	Diámetro 20 mm					0,10	32,17		118,97
	Diámetro 25 mm					0,11	12,22		47,41
	Diámetro 32 mm					0,12	39,84		176,47
	Diámetro 40 mm					0,13	33,94		162,78
	Diámetro 50 mm					0,15	28,40		151,80
									657,43
TOTAL CAPÍTULO 05 MANO DE OBRA									3.173,56
TOTAL.....									46.283,48

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPÍTULO RESUMEN	EUROS
01 EQUIPOS.....	32.220,55
02 TUBERÍAS.....	1.592,05
03 ACCESORIOS.....	4.372,32
04 AISLAMIENTO.....	4.918,18
05 MANO DE OBRA.....	3.173,56
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL.....	46.276,66
13 % Gastos Generales.....	6.015,97
6 % Beneficio Industrial.....	2.776,60
Suma de G.G y B.I.....	8.792,57
7 % I.G.I.C.....	3.239,37
TOTAL PRESUPUESTO DE CONTRATA.....	58.308,59
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL.....	58.308,59

ASCIENDE EL PRESUPUESTO GENERAL A LA CANTIDAD DE CINCUENTA Y OCHO MIL TRESCIENTOS OCHO EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.