

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y ACS DE UN EDIFICIO DE OFICINAS EN BILBAO

Estudiante	<i>Goiri Azaola, Unai</i>
Director	<i>Blanco Ilzarbe, Jesús María</i>
Departamento	<i>Ingeniería energética</i>
Curso académico	<i>2021/2022</i>

Bilbao, 16 de septiembre de 2022

eman ta zabal zazu



Universidad del País Vasco Euskal Herriko Unibertsitatea

BILBOKO
INGENIARITZA
ESKOLA
ESCUELA
DE INGENIERÍA
DE BILBAO

RESUMEN TRILINGÜE

Laburpena:

Lan honek ofizina eraikin baten klimatizazio eta ur bero sanitarioko instalazioak kalkulatzea eta diseinatzea du helburu. Eraikinaren simulazio batetik abiatuz, honen berokuntza, hozte, aireztapen eta ur bero sanitario karga eta eskaerak lortuko dira, eta horiekin definituko da beharrezko ekipamendua eta honen dimentsionamendua hauek asetzeko. Instalazio hauek definitzerakoan kontuan izango dira segurtasuna, kostua eta efizientzia, indarrean dauden lege ezberdinak betetzeko, erabiltzaileen konfort termikoa ahaztu barik, eta horrez gain, instalazio hauek ingurumenarekin onuragarriak izateko.

Hitz gakoak: berokuntza, hoztea, aireztapena, ur bero sanitarioa, konfort termikoa, efizientzia, ingurumena.

Resumen:

El siguiente trabajo tiene como objetivo el cálculo y diseño de las instalaciones de climatización y agua caliente sanitaria de un edificio de oficinas. Partiendo de una simulación del edificio, se obtendrán las cargas y demandas de refrigeración, calefacción, ventilación y agua caliente sanitaria, y con estas se definirá el equipamiento necesario y su dimensionamiento para satisfacer estas. Al definir estas instalaciones se tendrán en cuenta la seguridad, el coste y la eficiencia, con el fin de cumplir con la normativa vigente, sin olvidarse del confort térmico de los usuarios, y aparte de eso para que estas instalaciones sean beneficiosas con el medio ambiente.

Palabras clave: calefacción, refrigeración, ventilación, agua caliente sanitaria, confort térmico, eficiencia, medioambiente.

Abstract:

The objective of this work is to calculate and design the systems of heating, cooling, ventilating and domestic hot water of an office building. Starting with a simulation of the building, the loads and demands of heating, cooling, ventilating and domestic hot water will be obtained, and the necessary equipment and its measurement will be defined in order to fulfil these. To define these systems, it will be taking into account the security, the cost and the efficiency, in order to comply the current regulation, without forgetting the thermal comfort of the users, and apart from that to be beneficial to the environment.

Key words: heating, cooling, ventilating, domestic hot water, thermal comfort, efficiency, environment.

ÍNDICE

RESUMEN TRILINGÜE.....	1
ÍNDICE.....	2
LISTA DE TABLAS, ILUSTRACIONES, GRÁFICAS, DIAGRAMAS Y ACRÓNIMOS.....	4
MEMORIA	6
1. Introducción y contexto.....	6
2. Objetivos y alcance del trabajo.....	8
3. Beneficios que aporta el trabajo.....	8
4. Análisis del estado del arte	10
5. Análisis de alternativas	13
5.1 Caldera de condensación	13
5.2 Bomba de calor	14
5.3 Paneles solares térmicos.....	15
5.4 Distribución por agua.....	16
5.4 Distribución por refrigerante:.....	16
5.5 Distribución por aire	17
5.6 Suelo/techo radiante	17
5.7 Radiadores de baja temperatura	17
6. Descripción de la solución propuesta.....	18
6.1 Descripción del edificio.....	18
6.2 Reglamentación.....	19
6.3 Instalación propuesta.....	22
6.3.1 Ventilación.....	22
6.3.2 Calefacción y refrigeración	22
6.3.3 Distribución.....	23
6.3.4 ACS.....	23
6.4 Cumplimiento de los requerimientos del RITE	23
6.4.1 Exigencias de calidad	23
6.4.2 Exigencias de eficiencia energética.....	24
6.4.3 Exigencias de seguridad.....	24

6.5 Regulación y control.....	25
6.6 Contabilización de consumos	27
METODOLOGÍA.....	28
1. Descripción de tareas.....	28
2. Diagrama de Gantt.....	29
3. Cálculos	30
3.1 Carga térmica.....	30
3.2 Selección de equipos de producción térmica.....	35
3.3 Unidades de ventilación	36
3.4 Selección de las unidades terminales.....	38
3.5 Tuberías	41
3.5.1 Generación térmica climatización.....	41
3.5.2 Distribución climatización por plantas.....	41
3.5.3 Distribución ACS.....	46
3.6 Expansión	46
3.7 Bombas de circulación.....	47
3.8 Conductos de ventilación	50
3.9 Difusores	52
ASPECTOS ECONÓMICOS.....	55
1. Presupuesto elaboración proyecto.....	55
2. Presupuesto ejecución instalación propuesta.....	56
CONCLUSIONES.....	60
BIBLIOGRAFÍA	61
ANEXOS	62
ANEXO I	62
ANEXO II	72
ANEXO III.....	78

LISTA DE TABLAS, ILUSTRACIONES, GRÁFICAS, DIAGRAMAS Y ACRÓNIMOS

Tablas

Tabla 1: Cumplimiento del HE0 en el caso de una caldera de pellets.....	13
Tabla 2: Cumplimiento del HE0 en el caso de una caldera de gas natural.....	14
Tabla 3: Cumplimiento del HE0 en el caso de la bomba de calor.....	15
Tabla 4: Superficies y volúmenes de las plantas de oficinas.....	19
Tabla 5: Condiciones interiores fijadas en el RITE.	23
Tabla 6: Resumen ocupación y caudales de ventilación por locales. P1-P4.....	32
Tabla 7: Resumen ocupación y caudales de ventilación por locales. P5-P8.....	33
Tabla 8: Resultados de las cargas de calefacción y refrigeración por local y planta.	34
Tabla 9: Resumen de las cargas totales del edificio de oficinas.	35
Tabla 10: Demandas mensuales de ACS.	36
Tabla 11: Ubicación de los diferentes fancoils según su potencia en las plantas 1, 2, 3 y 4.....	40
Tabla 12: Ubicación de los diferentes fan-coils según su potencia en las plantas 5, 6, 7 y 8.	40
Tabla 13: Pérdidas de carga en las tuberías desde la generación térmica a colectores.	41
Tabla 14: Pérdida de carga en la distribución general de la zona Norte.	42
Tabla 15: Pérdida de carga en la distribución general de la zona Sur.....	42
Tabla 16: Pérdida de carga en la planta 1.....	43
Tabla 17: Pérdida de carga en las plantas 2-3-4-5-6.....	44
Tabla 18: Pérdida de carga en las plantas 7-8.	45
Tabla 19: Pérdidas de carga del circuito de ACS.....	46
Tabla 20: Cálculo del vaso de expansión del circuito de climatización.	46
Tabla 21: Resumen de los equipos instalados para la climatización y ACS.	49
Tabla 22: Conductos de ventlación y sus pérdidas de carga en la planta 1.....	50
Tabla 23: Conductos de ventlación y sus pérdidas de carga en las plantas 2, 3, 4, 5 y 6.....	51
Tabla 24: Conductos de ventlación y sus pérdidas de carga en las plantas 7 y 8.	52
Tabla 25: Difusores y rejillas en la planta 1 con sus caudales y velocidades.	52
Tabla 26: Difusores y rejillas en las plantas 2, 3, 4, 5 y 6 con sus caudales y velocidades.	53
Tabla 27: Difusores y rejillas en las plantas 7 y 8 con sus caudales y velocidades.....	54
Tabla 28: Presupuesto del grupo de trabajo	55
Tabla 29: Costes de los medios amortizables.....	55

Ilustraciones

Ilustración 1: Emisiones de CO ₂ en los diferentes sectores de la UE. [2]	6
Ilustración 2: (a) Calor del foco caliente al foco frío otorgando trabajo. (b) Calor del foco frío al foco caliente consumiendo trabajo. [5]	10
Ilustración 3: Componentes principales de la bomba de calor. P, presión, EV, evaporador, CN, condensador, CP, compresor, TV, válvula de expansión [5]	11
Ilustración 4: Funcionamiento de la válvula de 4 vías. (A) En modo calefacción. (B) En modo refrigeración. [5]	12
Ilustración 5: Edificio de oficinas en Bilbao	18
Ilustración 6: Condiciones higrométricas introducidas en el software de cálculo	30
Ilustración 7: Variables introducidas en el software de cálculo	30
Ilustración 8: Perfil de ocupación introducida en el software de cálculo	31
Ilustración 9: Dibujo 3D del edificio de oficinas de Bilbao del software CLIMA de ATECYR	31
Ilustración 10: Características de las unidades de ventilación de las plantas 1,7 y 8.	37
Ilustración 11: Características de las unidades de ventilación de las plantas 2, 3, 4, 5 y 6.	38
Ilustración 12: Características de los fan-coils tipo cassettes seleccionados.	39
Ilustración 13: Características de los fan-coils de consola seleccionados.	39

Gráficas

Gráfica 1: Energía cubierta con los colectores solares planos.	16
Gráfica 2: Curva de la presión disponible de los ventiladores de las plantas 1,7 y 8.	37
Gráfica 3: Curva de la presión disponible de los ventiladores de las plantas 2, 3, 4, 5 y 6.	38
Gráfica 4: Curva de la bomba de circulación incorporada en las bombas de calor.	47
Gráfica 5: Curva de las bombas de los circuitos Norte y Sur.	48
Gráfica 6: Curva de la bomba de circulación del circuito de recirculación del ACS.	48

Diagramas

Diagrama 1: Diagrama de Gantt	29
-------------------------------	----

Acrónimos

UE	Unión Europea
ACS	Agua Caliente Sanitaria
RITE	Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios
CTE	Código Técnico en la Edificación
DB-HE	Documento Básico de Ahorro de Energía
ATECYR	Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración
PCI	Poder Calorífico Inferior
COP	Coefficient Of Performance

MEMORIA

1. Introducción y contexto

En los tiempos de incertidumbre que corren provocados por una pandemia mundial, una guerra o una posible nueva crisis económica, la energía vuelve a ser protagonista. Si bien la mayor parte de las primeras potencias mundiales firmaron el “Acuerdo de París”, Estados Unidos y China los cuales son responsables de la mayoría de emisiones de CO₂, un 44,5% del total de las emisiones mundiales [1], no lo hicieron. Esto significa que el acuerdo que pretende que el incremento de temperatura media global no supere los 2 °C será más difícil de lograr si cabe. Los países firmantes están demostrando que tendrán que aumentar sus esfuerzos considerablemente si quieren lograr parte de los objetivos alcanzables, a pesar de que la pandemia mundial que hemos vivido le haya venido bien al planeta, por lo menos los meses de confinamiento estricto, puesto que se han reducido las emisiones de gases de efecto invernadero [1].

En relación a las emisiones, por lo tanto, tiene mucho que decir el sector residencial y terciario respecto a los edificios y su consumo energético, ya que, como se puede apreciar en la siguiente ilustración son responsables del 14% de las emisiones en la Unión Europea (UE). Esto hace de vital importancia un buen diseño de estos para reducir su consumo manteniendo unas condiciones óptimas de confort térmico y salubridad.

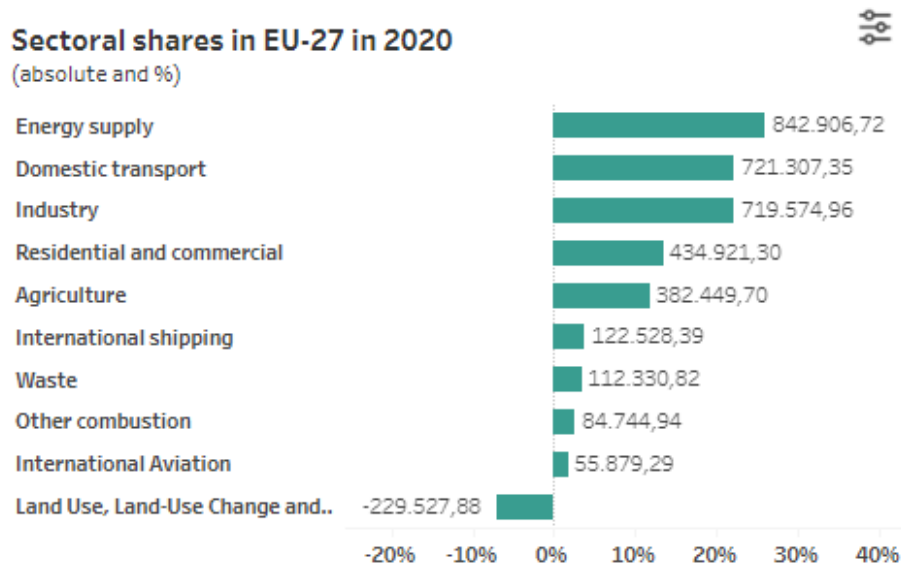


Ilustración 1: Emisiones de CO₂ en los diferentes sectores de la UE. [2]

Para lograr estos objetivos en los últimos años se han ido actualizando reglamentos importantes del sector de la climatización como son el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y el Código Técnico de la Edificación (CTE) con los cuales se quieren establecer las directrices a seguir en el sector climatización y construcción.

El primero es el reglamento que regula todo lo relacionado con el diseño, instalación y mantenimiento de las instalaciones de calefacción, refrigeración, ventilación y agua caliente sanitaria. Su contribución para reducir las emisiones, por lo tanto, estará ligada a las exigencias que se definen

en él para un correcto funcionamiento de las instalaciones, manteniendo seguridad y confort, y siempre con la palabra eficiencia presente. Recalcar que en la última actualización también se hace especial hincapié al uso de las energías renovables, las cuales tendrán que ser cada vez más protagonistas también en el sector residencial si se pretenden reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y poder mantener la tierra en condiciones habitables.

En cuanto al CTE, es el reglamento que regula en cierto modo la construcción de edificios, estableciendo los requisitos básicos de seguridad. Se compone de diferentes documentos y el relacionado con la energía se denomina Documento Básico de ahorro de energía, o de manera abreviada DB-HE. En este se fijan las exigencias básicas para que los edificios cumplan con los requisitos de ahorro energético para lo cual será fundamental fijar los valores límite de la envolvente. Al darle importancia a las emisiones de gases de efecto invernadero se exige para cubrir la energía demandada por el agua caliente sanitaria una contribución mínima de 60-70% de energía renovable. Este porcentaje variará dependiendo de si la demanda del edificio es superior o inferior a los 5.000 l/día de agua caliente sanitaria (ACS), siendo este mayor si la demanda también lo es. En este aspecto también es destacable lo exigido en el apartado HE0 el cual limita la demanda de energía primaria no renovable del edificio. Esta demanda será la perteneciente a los servicios de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria y ventilación, y los valores límites dependerán de la zona climática donde se encuentren los edificios.

La ventilación empieza a ser protagonista dado que se ha evidenciado durante los últimos años la importancia de la calidad del aire en interiores. Por lo tanto, será fundamental dimensionar adecuadamente las instalaciones de ventilación con el fin de garantizar unas condiciones de salubridad adecuadas para las personas que se encuentren en los espacios ventilados. Para ello se deberá intentar mejorar la calidad del aire exterior, ya que la calidad del aire interior no solo se garantiza renovando este con el exterior, sino que es necesario filtrar primero el aire exterior para introducirlo en condiciones óptimas a los locales.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado, se puede deducir que el camino a seguir de las instalaciones de climatización trata por seguir manteniendo las condiciones de bienestar y confort térmico con las instalaciones lo más eficientes posibles y que estas funcionen con energía que sea lo más beneficiosa para el medio ambiente posible.

Las instalaciones que cumplan con estos requisitos serán las que realmente triunfen y prosperen en el sector y para orientar adecuadamente a estas será fundamental una normativa clara, concisa y si bien puede resultar ambiciosa, tendrá que ser sobre todo realista y factible.

Recalcar también el tema de reparto de consumos entre los diferentes usuarios de las instalaciones centralizadas con el fin de obtener un consumo lo más razonable posible y posibilitando a su vez el control de las condiciones de cada estancia.

2. Objetivos y alcance del trabajo

El siguiente proyecto tiene como objetivo definir las instalaciones de climatización y ventilación del edificio de oficinas para obtener así unas condiciones de confort térmico, salubridad y de seguridad óptimas para los usuarios de este.

Se empieza, por lo tanto, definiendo las cargas del edificio, si bien estas se verán influenciadas por la calidad de los cerramientos que exige el CTE vigente, a través del software CLIMA de ATECYR. Este software también nos dará las demandas de refrigeración y calefacción del edificio, las cuales nos servirán para la elección tanto de la generación como la distribución de estos dos servicios. Se calcularán los diámetros de las tuberías de distribución y se seleccionarán las bombas necesarias para transportar la energía producida a las unidades terminales a colocar en las estancias de las oficinas que también serán seleccionadas acorde a las cargas de cada local.

Conociendo la ocupación prevista del edificio se definirán las necesidades de ventilación. Para el cálculo de conductos de ventilación y poder seleccionar ventiladores adecuados se usará en software DUCTO, también de ATECYR. Importante recalcar que todas las unidades de ventilación a instalar llevarán su recuperador de calor correspondiente con el fin de mejorar la eficiencia energética del edificio. Se seleccionarán también los difusores y rejillas a colocar en las diferentes estancias y los filtros necesarios a colocar en las entradas de aire con el fin de obtener una calidad de aire óptima.

A pesar de que en los edificios de oficinas la demanda de ACS no sea muy elevada es un servicio necesario y que tendrá que ser cubierto por lo que será calculado también en el siguiente proyecto. Se aprovechará el sistema de generación de calefacción también para el ACS con el que se cumplirá el requisito de que el 60% de la energía utilizada sea de origen renovable.

Se elaborará un presupuesto para cuantificar el coste de las instalaciones de climatización, ventilación y ACS del edificio de oficinas reuniendo en él todos los elementos necesarios, tales como instalación eléctrica, tubería, máquinas, mano de obra del montaje, conductos, etc.

Todo lo mencionado anteriormente irá debidamente documentado y se añadirán los planos y esquemas correspondientes con el fin de facilitar la comprensión del siguiente proyecto.

3. Beneficios que aporta el trabajo

En el siguiente proyecto se establecen los requisitos para poder climatizar y ventilar correctamente un edificio de oficinas, acorde a la normativa vigente y garantizando el bienestar y seguridad de las personas relacionadas con este proyecto como son instaladores, usuarios, visitantes, etc.

Al realizar cálculos previos a la ejecución de la obra y un correcto dimensionamiento de toda la instalación, se posibilita la selección de los equipos idóneos para este tipo de instalaciones, los cuales tratarán de ser lo más eficientes posibles para reducir así las emisiones de gases de efecto invernadero que tanto la ejecución como el funcionamiento de la instalación pudiera generar. Los materiales necesarios para las diferentes instalaciones a realizar serán debidamente definidos en el proyecto y se evitarán así confusiones a la hora de realizar los trabajos en obra. También posibilitará la reducción de los tiempos de los trabajos al tener dispuestos en los diferentes planos qué equipos, dónde y cómo han de ir instalados estos.

Otro aspecto a considerar sería que al proyectar las diferentes instalaciones, se puede cuantificar de alguna forma la magnitud del proyecto en cuestión antes de la ejecución de este, con el fin de poder prever la mayoría de imprevistos que podrían llegar a surgir en obra.

En definitiva, aparte de poder legalizar las instalaciones y realizarlo todo acorde a la normativa vigente, la cual busca la seguridad y bienestar de todas las personas relacionadas con la instalación en cuestión junto con realizar el menor perjuicio al medioambiente, este proyecto también permitirá agilizar tanto los pedidos de los materiales necesarios como la ejecución de la obra en sí manteniendo en todo momento las condiciones de seguridad correspondientes.

4. Análisis del estado del arte

Para el proyecto que nos ocupa, es interesante conocer mejor la tecnología que está detrás de la producción térmica que posibilita tanto el confort térmico de los usuarios de las oficinas como sacia sus necesidades de ACS. Esta tecnología es denominada bomba de calor y su funcionamiento se basa en transportar el calor del foco frío al caliente mediante la energía consumida por un compresor, de acuerdo a la segunda ley de la termodinámica [3][4]. Esto resulta interesante si esta bomba de calor es reversible porque satisface tanto las necesidades de calefacción y agua caliente sanitaria como las de refrigeración que se producen en las oficinas analizadas.

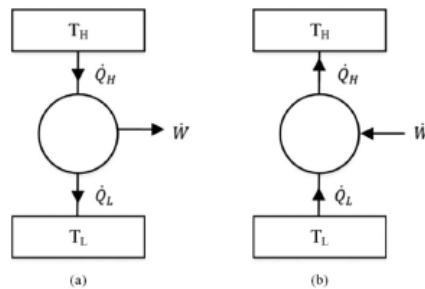


Ilustración 2: (a) Calor del foco caliente al foco frío otorgando trabajo. (b) Calor del foco frío al foco caliente consumiendo trabajo. [5]

La mayoría de bombas de calor existentes son de impulsión mecánica si bien las de accionamiento térmico también existen. En este proyecto, por lo tanto, nos centraremos en las primeras.

Los diferentes tipos de bomba de calor existentes deben su nombre básicamente al medio con el cual intercambian el calor. Es decir, se podrían calificar de la siguiente forma siendo los medios de intercambio de calor el agua, aire y la tierra. El primer nombre sería el medio de donde extrae el calor el evaporador y el segundo pertenece al medio donde transfiere el calor el condensador.

- Aire-Agua
- Aire-Aire
- Agua-Agua
- Agua-Aire
- Tierra-Agua
- Tierra-Aire

Estas unidades pueden estar construidas tanto en unidades compactas o en unidades partidas. Las compactas serían las bombas de calor que tienen todos los elementos confinados en la misma carcasa y las partidas o *Split* serían las que tienen el evaporador y condensador en diferentes unidades y están unidas entre sí por tuberías con refrigerante.

CICLO DE CARNOT:

El ciclo de Carnot se podría definir como un proceso reversible el cual consiste en dos transformaciones isotérmicas y dos adiabáticas de un gas perfecto. Para el caso que nos ocupa de las bombas de calor, este ciclo será en sentido inverso, el cual se denomina ciclo de Carnot de refrigeración, para el cual se aplicará un trabajo (en este caso la electricidad consumida por el compresor) para extraer el calor del frío y cederlo al caliente. Para ello los componentes básicos de este ciclo serán un evaporador, un condensador, un compresor y una válvula de expansión (en el caso real de las bombas de calor). Dependiendo del servicio que se quiera proporcionar a las oficinas el evaporador y condensador variarán gracias a la válvula de 4 vías que es la que permite revertir el flujo.

Para cuantificar el rendimiento de las bombas de calor se define una variable que será el COP (Coefficient of Performance). Este coeficiente tendrá su máximo valor teórico (suponiendo procesos isoentrópicos) dependiendo de las temperaturas de los focos caliente (T_h) y frío (T_c). Siendo su fórmula la siguiente:

$$COP_{max} = T_h / (T_h - T_c)$$

De aquí se puede deducir que cuanto menor sea la temperatura del foco frío este coeficiente también será menor puesto que aumentará la diferencia entre el foco caliente y frío. Por lo tanto, es conveniente que en el caso de la aerotermia, por ejemplo, las temperaturas exteriores a las oficinas sean lo más cercanas posibles a las temperaturas interiores para poder obtener así rendimientos estacionales más altos y reducir considerablemente el consumo de los compresores manteniendo las condiciones óptimas de confort térmico.

Una vez analizado el rendimiento ideal de la bomba de calor, se van a comentar a continuación sus diferentes componentes:

1. Compresor: es el elemento encargado de comprimir el refrigerante para elevar la temperatura y presión de este y así, poder transmitir así su energía al foco caliente. Esta compresión es conveniente que se produzca con la totalidad del refrigerante en estado gaseoso para alargar la vida útil del compresor.
2. Condensador: es el intercambiador donde se transfiere el calor del refrigerante al foco caliente.
3. Válvula de expansión: el refrigerante sale del condensador en estado líquido y a presión elevada. Para reducir esta presión y puesto que, con la instalación de una turbina no se obtendría una cantidad de trabajo razonable, se instala una válvula de expansión donde se produce un estrangulamiento y también se reduce la temperatura lo suficiente como para poder obtener en el evaporador energía del ambiente.
4. Evaporador: el refrigerante en estado casi al 100% líquido, con el calor latente obtenido del foco frío hace que este se evapore y esté listo para entrar en el compresor.

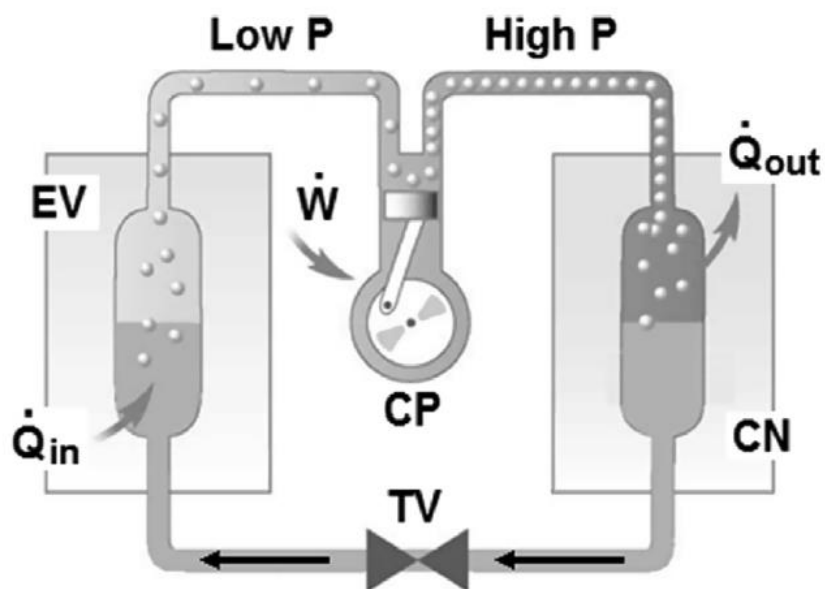


Ilustración 3: Componentes principales de la bomba de calor. P, presión, EV, evaporador, CN, condensador, CP, compresor, TV, válvula de expansión [5].

5. Válvula de 4 vías: este será el componente que posibilitará cubrir las demandas tanto de calor como de frío del edificio de oficinas. El funcionamiento de esta logrará revertir el sentido del flujo del refrigerante cambiando así la ubicación del condensador y evaporador.

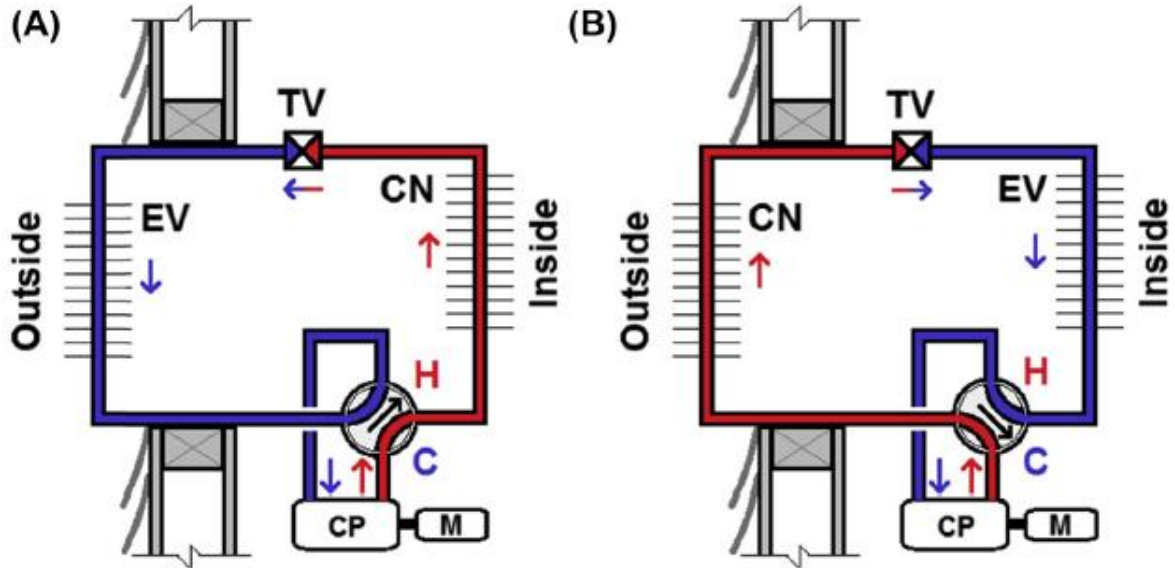


Ilustración 4: Funcionamiento de la válvula de 4 vías. (A) En modo calefacción. (B) En modo refrigeración. [5].

5. Análisis de alternativas

Se analizan las diferentes alternativas al sistema de generación, distribución y emisión para la climatización del edificio de oficinas propuesto en este proyecto.

En cuanto a la generación se podrían considerar las siguientes opciones:

- Una enfriadora para la refrigeración y una caldera para la calefacción y el ACS.
- Generación de frío y calor mediante bombas de calor aerotérmicas reversibles para los servicios de refrigeración, calefacción y ACS.
- Instalación de paneles solares térmicos para ACS.

Para la distribución los sistemas a considerar serían los siguientes:

- Distribución por agua a 2 o 4 tubos.
- Distribución por refrigerante a 2 o 3 tubos.
- Distribución por aire.

Los diferentes emisores a analizar son los siguientes:

- *Fan-coils*
- Suelo y techo radiante
- Radiadores de baja temperatura

Las alternativas al sistema de ventilación propuesto serían un sistema centralizado de ventilación o una unidad de tratamiento de aire.

5.1 Caldera de condensación

La caldera de condensación, obligatoria por los elevados rendimientos que exige el RITE a los generadores de calor, que serviría para aportar tanto calefacción como ACS al edificio de oficinas tendría que funcionar con pellets o gas natural entre otros. Este tipo de equipos pueden obtener rendimientos de hasta un 108% respecto al poder calorífico inferior (PCI) gracias al aprovechamiento de la energía latente de los gases producto de la combustión.

Si se optara por la caldera de pellets habría que tener muy en cuenta que sería necesario un gran espacio para el almacenamiento de estos. A la hora de cargar el silo sería recomendable que este estuviera en la planta baja y con acceso desde el exterior para facilitar esta tarea; y la caldera, por lo tanto, cerca de este. Por cuestiones técnicas se descarta esta opción a pesar de que cumpla el HEO y su uso de energía primaria renovable sea menor que el de la bomba de calor para cumplir con las demandas de calefacción y ACS.

SERVICIO	VECTOR ENERGÉTICO	DEMANDA kWh/m ² año	CONSUMO E. FINAL kWh/m ² año	FACTOR DE PASO A E.PRIMARIA TOTAL	CONSUMO E. PRIMARIA TOTAL kWh/m ² año	FACTOR DE PASO A E. PRIMARIA NO RENOVABLE	CONSUMO E.PRIM NO RENOV kWh/m ² año
CALEFACCIÓN	PELETS	0	0,07	1,113	0,08	0,085	0,01
REFRIGERACIÓN	ELECTRICIDAD	43	12,22	1,204	14,72	2,007	24,53
ACS	PELETS	4,61	4,75	1,113	5,29	0,085	0,40
TOTAL			17,04		20,08		24,94

Tabla 1: Cumplimiento del HEO en el caso de una caldera de pellets.

En cuanto a la caldera de gas natural, a pesar de utilizar un combustible de origen fósil, al ser las demandas de calefacción y ACS mucho menores que las de refrigeración, se seguirá cumpliendo el límite del consumo de energía primaria no renovable. Sin embargo, en los apartados de calefacción y ACS este consumo de energía primaria no renovable sería el doble respecto al sistema elegido como se puede apreciar en la siguiente tabla.

SERVICIO	VECTOR ENERGÉTICO	DEMANDA kWh/m ² año	CONSUMO E. FINAL kWh/m ² año	FACTOR DE PASO A E.PRIMARIA TOTAL	CONSUMO E. PRIMARIA TOTAL kWh/m ² año	FACTOR DE PASO A E. PRIMARIA NO RENOVABLE	CONSUMO E.PRIM NO RENOV kWh/m ² año
CALEFACCIÓN	GAS NATURAL	0	0,07	1,195	0,08	1,19	0,08
REFRIGERACIÓN	ELECTRICIDAD	43	12,22	2,368	28,94	2,007	24,53
ACS	GAS NATURAL	4,61	4,75	1,195	5,68	1,19	5,66
TOTAL			17,04		34,71		30,27

Tabla 2: Cumplimiento del HE0 en el caso de una caldera de gas natural.

Por cuestiones de seguridad la caldera a gas natural se colocaría en la azotea hasta la cual habría que llevar, desde la acometida dejada por la empresa distribuidora, la tubería de gas correspondiente, instalar el armario de regulación y medida, electroválvula de corte y sistema de detección de gas, entre otros.

Con este sistema de generación habría que optar por un sistema de distribución por agua o aire. Los emisores por lo tanto podrían ser difusores, suelo radiante, *fan-coils* o radiadores de baja temperatura. Estos sistemas de emisión necesitan por lo general temperaturas inferiores a los 45 °C, las cuales permitirían aprovechar al máximo la condensación.

Debido a la baja demanda de calefacción y ACS en las oficinas que nos ocupan, no se ha optado por instalar este sistema de producción de calor, ya que, requiere instalaciones complementarias tales como la del gas natural, almacenamiento de pellets y evacuación de los productos de la combustión, las cuales serían prescindibles si se optara por un sistema de generación tanto de calor como de frío puramente eléctrico.

5.2 Bomba de calor

Las bombas de calor dependiendo de qué medio extraigan o a qué medio expulsan el calor, se denominan de una forma u otra. Es decir, las que realizan este intercambio con aire serán de aerotermia, las que lo realicen con la tierra serán geotermia y las que lo realizan con aguas superficiales serán hidrotérmicas. Las alternativas a la aerotermia (sistema elegido en este proyecto) serán la geotermia e hidrotermia que han sido descartadas por no ser posible su implantación técnica o económica. El edificio no dispone de origen de las excavaciones necesarias y llevarlas a cabo tendría un coste muy elevado. Tampoco dispone de aguas superficiales en las cercanías por lo que imposibilita realizar el intercambio de calor con estas.

La bomba de calor aerotérmica es idónea para este proyecto puesto que el edificio tiene mayor demanda de refrigeración durante todo el año y podría hacer frente a las demandas de calefacción y ACS sin problema. Al tener un clima con inviernos no muy fríos y veranos benignos, el rendimiento de la bomba de calor no se verá mermado en exceso. Su implantación técnica también la hace adecuada para el edificio de este proyecto, ya que dispone de una azotea para instalar estos equipos a los que solo habría que llevar una instalación eléctrica acorde a las potencias eléctricas máximas

demandadas por las máquinas. Además la cantidad de refrigerante a usar y la probabilidad de que este fugue será muy reducida por estar este confinado en el interior de la bomba de calor.

En cuanto al uso de energía primaria no renovable total utilizada por las bombas de calor al tratarse de máquinas que funcionan con electricidad, a pesar de haber cumplido con el HEO como se puede ver en la siguiente tabla, este podrá ser menor siempre y cuando el mix eléctrico tienda a generar electricidad con energías renovables.

SERVICIO	VECTOR ENERGÉTICO	DEMANDA kWh/m ² año	CONSUMO E. FINAL kWh/m ² año	FACTOR DE PASO A E.PRIMARIA TOTAL	CONSUMO E. PRIMARIA TOTAL kWh/m ² año	FACTOR DE PASO A E. PRIMARIA NO RENOVABLE	CONSUMO E.PRIM NO RENOV kWh/m ² año
CALEFACCIÓN	ELECTRICIDAD	0	0,02	2,368	0,04	2,007	0,04
REFRIGERACIÓN	ELECTRICIDAD	43	12,22	2,368	28,94	2,007	24,53
ACS	ELECTRICIDAD	4,61	1,47	2,368	3,48	2,007	2,95
TOTAL			13,71		32,47		27,52

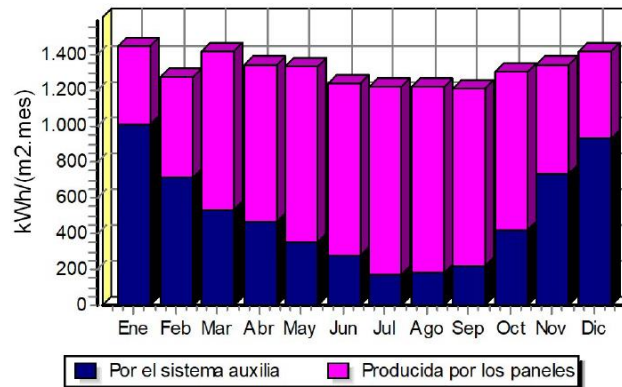
Tabla 3: Cumplimiento del HEO en el caso de la bomba de calor.

5.3 Paneles solares térmicos

El CTE obliga con el HE4 el aporte renovable para el ACS. Como existen varias formas de aportar esta energía de forma renovable, es conveniente analizar también la posibilidad de la instalación de paneles solares térmicos. Estos tendrían que ser instalados en el tejado del edificio con el fin de obtener la mayor energía proveniente del sol.

Hay varios tipos de paneles solares térmicos siendo los más comunes los colectores planos y los de tubo de vacío. Los primeros son más robustos y resistentes a las condiciones meteorológicas adversas, sin embargo, los de tubo de vacío permiten una instalación mucho más sencilla por su versatilidad. Los colectores planos con el fin de obtener la mayor energía solar posible, es conveniente instalarlos con una inclinación determinada (alrededor de 45° por lo general). Los de tubo de vacío, sin embargo, tienen rendimientos aceptables incluso con inclinaciones mucho menores. Las temperaturas de trabajo también son diferentes, ya que, con los colectores de tubo de vacío se llega a temperaturas mucho más elevadas y tienen un mejor rendimiento que los planos en condiciones de trabajo similares. Para este proyecto como no son necesarias temperaturas tan elevadas y como la instalación en el tejado plano del edificio de oficinas no supondría un problema para la instalación de los colectores planos, lo adecuado sería instalar estos últimos. Además, esto supondría una inversión económica menor que si se instalaran los de tubos de vacío.

Para el caso que nos ocupa, sería necesario cubrir el 60% de la demanda total de ACS. Valiéndonos del software para el cálculo de colectores solares de SEDICAL, se obtiene que serán necesarios aproximadamente 8 colectores solares planos con una superficie total de unos 20 m². La acumulación necesaria será de unos 700 litros. En el siguiente gráfico se puede apreciar la energía cubierta con los colectores planos.



Gráfica 1: Energía cubierta con los colectores solares planos.

Cabe destacar que sería necesario el aporte de energía para cubrir la demanda total de ACS con un sistema auxiliar. Este si bien podría ser una de las bombas de calor utilizadas para cubrir las demandas de calefacción y refrigeración, el rendimiento de estas se vería mermado por tener que trabajar a temperaturas más elevadas. Otra opción sería que el sistema auxiliar fuera una bomba de calor compacta destinada para ACS únicamente lo cual encarecería levemente la instalación en cuestión teniendo que hacer cambios también el sistema de control. Con el fin de simplificar y abaratar la instalación se decide no hacer uso de la energía solar térmica para este proyecto, si bien es cierto que de las energías consideradas renovables para el calentamiento del ACS, es la única 100% gratuita y aportaría ahorros interesantes.

5.4 Distribución por agua

La distribución por agua ha sido la elegida para este proyecto para la cual será necesario mayores diámetros de tubería que con refrigerante, ya que, los caudales para transportar la misma cantidad de energía tendrán que ser mayores.

Esta distribución puede ser de 2 o 4 tubos. En este caso, al analizar las demandas de los servicios de calefacción y refrigeración durante todo el año, al ser las demandas de calefacción muy reducidas incluso en los meses más fríos, se ha optado por una distribución a 2 tubos. Es decir, cada circuito solo podrá satisfacer una única demanda al mismo tiempo. Con la solución a 4 tubos, la cual sería más costosa y tampoco aportaría grandes beneficios al bienestar de los ocupantes de las oficinas, se podrían satisfacer ambas demandas a la vez, independientemente del circuito. Sin embargo, en este caso al haber dividido los locales en circuitos de zona norte y sur, ya que, son las diferencias de zona las que mayores diferencias de cargas pueden llegar a causar, sin olvidarnos del uso que se les dé a esos locales como podría ser una reunión de gran afluencia, podrá elegir cada zona qué servicio satisfacer, si calefacción o refrigeración.

5.4 Distribución por refrigerante:

Teniendo en cuenta la normativa F-Gas (Reglamento (UE) N° 517/2014) y a pesar de existir en la actualidad refrigerantes con PCA relativamente bajos, este tipo de distribución no ha sido seleccionado para este proyecto. La distribución por refrigerante tiene ventajas como que necesita diámetros más pequeños de tubería para transportar la misma cantidad de energía, lo cual abarataría la instalación de tuberías, sin embargo, de producirse una fuga en estas, económicamente sería más perjudicial que con la distribución por agua. También hay que recalcar el daño ambiental que se

provocaría, es por esto que se opta por minimizar lo máximo posible el uso de refrigerantes en este proyecto. En cuanto a la seguridad, los nuevos refrigerantes de PCA bajo y que permitan unos rendimientos razonables de las máquinas, suelen tener índices de inflamabilidad que hay que tener en cuenta por su peligrosidad. Es por ello que se ha considerado la distribución por agua una opción más adecuada para el siguiente proyecto la cual permitirá una ejecución más beneficiosa para el medio ambiente y más segura para los usuarios del edificio de oficinas.

5.5 Distribución por aire

La distribución por aire mediante una unidad de tratamiento de aire para climatizar las oficinas no ha sido seleccionada para este proyecto. Dado que cada planta de oficinas pertenece a un usuario diferente, con el fin de poder repartir los gastos relativos a la climatización por planta, habría que instalar una UTA por planta para conocer con exactitud el consumo eléctrico de cada una y contadores de energía en las baterías de estas, ya que si no sería imposible repercutir a cada usuario su gasto.

Para la ventilación de este proyecto se han seleccionado unidades de ventilación con recuperadores de calor por planta, pero con los servicios de calefacción y refrigeración totalmente separados. El coste de instalar diferentes UTA por planta para proporcionar también los servicios de calefacción y refrigeración con sus baterías de intercambio de calor y controles correspondientes, tendría un coste de materiales mayor. El caudal a mover por las UTA también se vería incrementado considerablemente si se compara con el caudal de ventilación. Es decir, el consumo eléctrico de los ventiladores aumentaría considerablemente si bien es cierto que parte de ese caudal será para proporcionar una correcta calidad de aire interior. Hay que mencionar que estos ventiladores llevarían variador de frecuencia para poder así ajustar el caudal a las demandas de las oficinas.

5.6 Suelo/techo radiante

En cuanto a los emisores de calor y frío, se podría haber optado por seleccionar superficies radiantes como lo son los techos y suelos. Este sistema de emisión al estar compuesto por superficies de intercambio de gran tamaño necesitan temperaturas más bajas, en régimen de calefacción, o más altas, en régimen de refrigeración, que los radiadores convencionales o *fan-coils*. Para conseguir estas temperaturas de los sistemas de producción antes mencionados para dar servicio de calefacción podrían servir tanto la caldera de condensación como la bomba de calor. Ambos sistemas de producción se verían beneficiados por las temperaturas de impulsión bajas requeridas por este sistema de emisión. Para cumplir con la demanda de refrigeración solo sería válida la enfriadora. La mayor desventaja de estos sistemas son los elementos constructivos para lograr integrarlo en el edificio de oficinas y el coste que ello conlleva. Es por ello que no se ha optado por este sistema de emisión.

5.7 Radiadores de baja temperatura

Este tipo de radiador necesita menor temperatura que los radiadores convencionales que funcionan a 60-80 °C. Es por ello que pueden ser integrables con sistemas de producción como la bomba de calor, ya que, su rendimiento no se verá mermado en exceso. A pesar de que estos puedan proporcionar también frío, no se obtiene el mismo confort térmico que con otros sistemas de emisión analizados. Al tener mayor demanda de frío, no se selecciona este tipo de emisor puesto que la mayor parte de las horas del año el confort térmico sería peor que usando otros sistemas de coste parecido.

6. Descripción de la solución propuesta

Para el correcto dimensionamiento de las instalaciones de climatización y ACS del edificio de oficinas, habrá que definir las características de este y seleccionar los equipos adecuados para cubrir todas las necesidades. Las instalaciones que forman parte del presente proyecto son las siguientes:

- Producción térmica con Bombas de Calor reversibles
- Distribución térmica (calor y frío) con instalación a 2 tubos.
- Emisión térmica en los diferentes locales mediante *fan-coils* con válvulas de 2 vías.
- Sistema de ventilación con ventiladores y recuperadores de calor.
- Redes de conductos para distribución de aire de ventilación.
- Difusión del aire de ventilación en los locales con rejillas y difusores.
- Instalación de ACS con dos bombas de calor compactas con depósito incluido.
- Control de la instalación de climatización y ACS.

6.1 Descripción del edificio

Se trata de un edificio ubicado en Bilbao (zona climática C1) con la planta baja destinada a locales comerciales y ocho plantas de oficinas. En el presente proyecto se dimensionarán las instalaciones de climatización y ACS para las plantas de oficinas. Cada planta se prevé alquilarla a diferentes empresas u organismos.

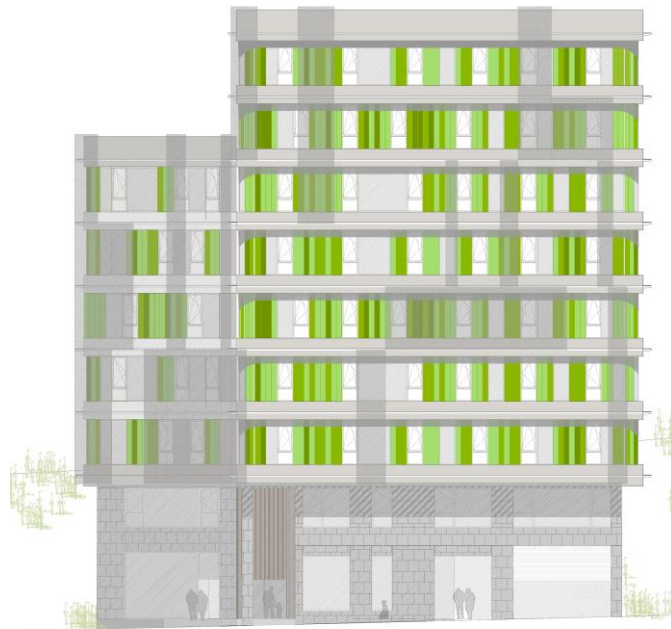


Ilustración 5: Edificio de oficinas en Bilbao

Las plantas del edificio se pueden dividir en los siguientes 3 grupos debido a sus distribuciones y superficies semejantes que se pueden apreciar en el [ANEXO II](#) donde se encuentran los planos:

GRUPO 1: Planta 1

GRUPO 2: Plantas 2-3-4-5-6

GRUPO 3: Plantas 7-8

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las superficies y plantas a climatizar del edificio. Se han excluido en este caso las superficies y volúmenes pertenecientes a las cajas de escalera, ascensor etc., ya que, estas zonas irán sin climatizar.

	VOLUMEN	SUPERFICIE
P1	2.023 m ³	578 m ²
P2	2.271 m ³	649 m ²
P3	2.271 m ³	649 m ²
P4	2.271 m ³	649 m ²
P5	2.271 m ³	649 m ²
P6	2.271 m ³	649 m ²
P7	1.855 m ³	530 m ²
P8	1.856 m ³	530 m ²
TOTAL	17.087 m³	4.882 m²

Tabla 4: Superficies y volúmenes de las plantas de oficinas

6.2 Reglamentación

La instalación se diseña y dimensiona de acuerdo a la siguiente reglamentación:

GENERAL

- * Reglamento de Instalaciones térmicas en los Edificios (RITE).
 Real Decreto 1.027/2007 de 20 de julio.
 BOE de 29 de agosto de 2007.
 Corrección de errores: BOE de 28 de febrero de 2008.
 Modificación. RD 1.826/2009 de 27 de noviembre. BOE de 11 de diciembre de 2009.
 Corrección de errores RD 1.826/2009. BOE de 12 de febrero de 2010.
 Corrección de errores RD 1.826/2009. BOE de 10 de mayo de 2010.
 Modificación. RD 249/2010 de 5 de marzo. BOE de 18 de marzo de 2010.
 Corrección de errores RD 249/2010. BOE de 23 de abril de 2010.
 Interpretación de la IT 3.8.3. (18/10/2010).
 Modificación. RD 238/2013 de 5 de abril. BOE de 13 de abril de 2013.
 Corrección de errores RD 238/2013. BOE de 5 de septiembre de 2013.
 Modificación. RD 178/2021 de 23 de marzo. BOE de 24 de marzo de 2021.

- * Código Técnico de la Edificación (CTE):
 Documento Básico SI: Seguridad de Incendios.
 Documento Básico HE: Ahorro de energía.
 Documento Básico HS: Salubridad.
 Real Decreto 314/2.006 de 17 de marzo.
 BOE de 28 de marzo de 2006.
 Corrección de errores: BOE de 25 de enero de 2008.
 Modificación Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre. BOE 23 de octubre de 2007.
 Corrección de errores: BOE de 20 de diciembre de 2007.

- Modificaciones Orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23/04/09).
Corrección de errores. BOE de 23 de septiembre de 2009.
Modificación Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero. BOE de 11 de marzo de 2010
Orden FOM/1965/2013 actualización Documento Básico DB-HE.
BOE de 12 de septiembre de 2013
Corrección de errores: BOE de 8 de noviembre de 2013.
Modificación Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre. BOE de 27 de diciembre de 2019.
- * Reglamento de Seguridad en plantas e Instalaciones Frigoríficas (RSIF) y sus instrucciones técnicas complementarias.
Real Decreto 138/2011 de 4 de febrero.
BOE de 8 de marzo de 2011.
Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.
 - * Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
Real decreto 2.060/2008 de 12 de diciembre
BOE de 5 de febrero de 2009.
 - * Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-BT.
Decreto 842/2002 de 2 de Agosto.
BOE de 18 de Septiembre de 2002.
 - * Criterios Higiénico-Sanitarios para la prevención y control de la Legionelosis.
Real Decreto 865/2003 de 4 de julio.
BOE de 18 de julio de 2003.
Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.

NORMAS UNE

- * UNE EN 378:
Sistemas de refrigeración y bomba de calor. Requisitos de seguridad y medioambientales.
 - Parte 01 (2001): Requisitos básicos.
 - Parte 02 (2000): Diseño, fabricación, ensayos, marcado y documentación.
 - Parte 03 (2000): Instalación “in situ” y protección de las personas.
 - Parte 04 (2000): Operación, mantenimiento, reparación y recuperación.
- * UNE-EN ISO 7730/96
Ambientes térmicos moderados.
Determinación de los índices PMV y PPD y especificaciones de las condiciones para el bienestar térmico.
- * UNE EN 13779/05
Ventilación de edificios no residenciales.
Requisitos de prestaciones de los sistemas de ventilación y acondicionamiento de recintos.
- * UNE 100013/85
Climatización: Bases para el proyecto. Condiciones interiores de cálculo.

- * UNE 100014/84
Climatización: Bases para el proyecto. Condiciones exteriores de cálculo.
- * UNE 100155/04.
Climatización: Diseño y cálculo de vasos de expansión.
- * UNE 100156/04.
Climatización: Dilatadores. Criterios de diseño.
- * UNE IN 100030/05
Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de la legionela en instalaciones.
- * UNE EN 1505/99.
Ventilación de edificios.
Conductos de aire de chapa metálica y accesorios, de sección rectangular.
Dimensiones.
- * UNE EN 1506/97.
Ventilación de edificios.
Conductos de aire de chapa metálica y accesorios, de sección circular.
Dimensiones.
- * UNE EN 1507/07.
Ventilación de edificios.
Conductos de aire de chapa metálica de sección rectangular.
Requisitos de resistencia y estanqueidad.
- * UNE ENV 12097/98.
Ventilación de edificios.
Conductos. Requisitos relativos a los componentes destinados a facilitar el mantenimiento del sistema de conductos.
- * UNE EN 12237/03.
Ventilación de edificios.
Conductos. Resistencia y fugas de conductos circulares de chapa metálica.
- * UNE 100101/84
Conductos para transporte de aire.
Dimensiones y tolerancias.
- * UNE 100102/84
Conductos de chapa metálica.
Espesores, uniones, refuerzos.
- * UNE 100103/84
Conductos de chapa metálica.
Soportes.
- * UNE 100104/84
Conductos de chapa metálica.
Pruebas de recepción.

* UNE EN 12599/01

Ventilación de edificios.

Procedimiento de ensayo y métodos de medición para la recepción de los sistemas de ventilación y de climatización instalados.

* UNE ENV 12097/98.

Ventilación de edificios.

Conductos. Requisitos relativos a los componentes destinados a facilitar el mantenimiento del sistema de conductos.

* UNE EN 12237/03.

Ventilación de edificios.

Conductos. Resistencia y fugas de conductos circulares de chapa metálica.

6.3 Instalación propuesta

Los locales dispondrán de los siguientes servicios térmicos:

- Ventilación.
- Calefacción.
- Refrigeración.
- ACS.

6.3.1 Ventilación

La ventilación de los locales se adecua a los diferentes usos de los mismos.

Los locales de uso habitual requieren calidad de aire IDA2 al tratarse de oficinas.

Las salas de reuniones y zonas de atención al público requieren calidad de aire IDA3, sin embargo, se considerarán para todos los requisitos de IDA2 mejorando así la calidad del aire de las oficinas en general.

La ventilación se realiza mediante 8 unidades de ventiladores y recuperadores de calor, colocados en la cubierta del edificio, siendo la ventilación común por planta. A los aseos se les dota exclusivamente de extracción.

6.3.2 Calefacción y refrigeración

Para la calefacción y refrigeración, se instalan 4 bombas de calor reversibles de agua con condensación por aire, que se ubicarán en la azotea del edificio y servirán para cubrir tanto las demandas de calefacción como de refrigeración. Estas incorporan cada una su bomba de circulación y válvula de seguridad. El resto de elementos hidráulicos tales como depósitos de inercia, vaso de expansión etc. se instalarán en los circuitos de producción.

6.3.3 Distribución

La distribución es a 2 tubos y se divide en 2 circuitos (Norte y Sur). Se ha seleccionado esta distribución ya que las demandas de frío y calor se dan muy pocas horas a la vez a lo largo del año, siendo las de calefacción demandas muy bajas.

Los 2 circuitos por lo tanto son:

- 1 Circuito de *fan-coils* para la zona Sur.
- 1 Circuito de *fan-coils* para la zona Norte.

La distribución de aire exterior se efectúa con impulsión sobre las zonas centrales de los locales; y retorno por las zonas interiores.

6.3.4 ACS

Para la producción del ACS se instalan dos bombas de calor compactas con depósito de acumulación integrado. La distribución contará de circuito de retorno con su bomba de recirculación dada la distancia, superior a 15 m como se indica en el DB-HS, desde los productores a los diferentes puntos de consumo.

6.4 Cumplimiento de los requerimientos del RITE

A continuación se justifican los cumplimientos de Calidad, Eficiencia Energética y Seguridad fijados por el RITE (HE2):

6.4.1 Exigencias de calidad

* EXIGENCIAS DE CALIDAD TÉRMICA

Se adoptan las condiciones de diseño interiores fijadas en la tabla 1.4.1.1., si bien luego se podrá funcionar en condiciones diferentes pudiendo primar así el ahorro energético:

CONDICIONES INTERIORES			
- INVIERNO	21	40	ITE 01
- VERANO	25	50	

Tabla 5: Condiciones interiores fijadas en el RITE.

Con el fin de tener una menor carga térmica, compatible con las condiciones de confort adecuadas, la humedad relativa de invierno se ha tomado la más baja posible (40%), por el contrario en verano se opta por un límite superior (50%).

* EXIGENCIAS DE CALIDAD DE AIRE

Se aplica una calidad de aire interior IDA 2 en todas las zonas; lo que implica una aportación de aire exterior de:
45,0 m³/h por persona.

Los niveles de filtración de aire exterior serán filtros F6 y F8 que irán ubicados en las unidades de ventilación.

* EXIGENCIAS DE HIGIENE

Se trata de una instalación condensada por aire, por lo que la producción térmica no presenta problemas de legionelosis; se aplicarán las medidas de mantenimiento en las bandejas de condensados. En cuanto al ACS, está previsto el calentamiento eventual de los depósitos a 70 °C y garantizar siempre temperaturas de acumulación y de impulsión de 60 °C, y en el retorno superiores a 50 °C cumpliendo así la UNE 100030 y el actualizado RD 487/2022.

* EXIGENCIAS DE CALIDAD ACÚSTICA

Las unidades exteriores se instalan sobre soportes antivibratorios; además se prevé un apantallamiento acústico de la zona de instalaciones. En los conductos de aire se instalan atenuadores acústicos.

6.4.2 Exigencias de eficiencia energética

* GENERACIÓN DE CALOR Y FRÍO

Se seleccionan 4 bombas de calor reversibles capaces de dar entre 7,4 kW y 236 kW. Junto con los depósitos de inercia a instalar, se atenderán demandas pequeñas (sobre todo de calefacción) sin la necesidad de arrancadas y paradas continuas de alguna de las bombas de calor.

* DISTRIBUCIÓN

Las tuberías se aíslan según lo especificado en la tabla 1.2.4.2.3. del RITE:

Calefacción para temperatura hasta 60°C.

Refrigeración para temperatura comprendida entre 0°C y 10°C.

* CONTROL

Se aplica la categoría THM-C3, con termostatos de ambiente en cada zona. El sistema de ventilación permanecerá en funcionamiento siempre que los locales estén en uso.

* RECUPERACIÓN DE ENERGÍA

Para la ventilación se incorporan recuperadores de calor debido a que se supera el caudal mínimo establecido para la obligación de la instalación de estos. Aparte de la obligación, gracias a estos se aprovechará parte de la energía que habría sido desechada por la renovación de aire consiguiendo así ahorros importantes sin dejar de garantizar condiciones de salubridad óptimas en el interior de las oficinas.

6.4.3 Exigencias de seguridad

Las bombas de calor, en este caso, son equipos compactos que incorporan todas las seguridades de fábrica.

Las bombas de calor están diseñadas para su ubicación en el exterior no precisando la categoría y requisitos de las salas de máquinas.

6.5 Regulación y control

La regulación conjunta de climatización y ventilación se realiza mediante un sistema programable SIEMENS DESIGO PX que compuesto por:

- Controlador DESIGO PXC100-ED
- 2 Módulos de alimentación TXS1.12F10
- 2 Módulos de conexión conexión BUS TXS1.EF10
- 4 Módulos universales TXM1.8U
- 1 Módulo TXM1.8D
- 6 Módulos TXM1.16D
- 10 Módulos 6SD relé y MM TXM1.6R-M
- 3 Módulos salida de relé TXM1.6RL
- 1 Fichas de dirección TXA1.K2A
- 1 Terminal de operación PXM10
- 1 Tarjeta de comunicación PXA40-W2
- 1 Módulo de integración TX12.OPEN
- 1 Controlador PXC001-ED
- 1 IMÁGENES DE PUESTO CENTRAL IMG.BMP que recibe las señales de un conjunto de elementos que se pasa a enumerar:
- 2 Sonda de temperatura exterior QAC22
- 2 Sonda de temperatura de impulsión depósitos de inercia QAE2120.015
- 16 Sonda impulsión de climatización QAE2120.010

Dentro del horario de climatización y si la temperatura exterior está fuera del rango de temperatura seleccionado para la temporada de calefacción, una de las bombas de calor (la cual irá variando según las horas de funcionamiento de estas) será la encargada de mantener el depósito de inercia de calefacción en consigna con el fin de poder satisfacer las demandas de calefacción, las cuales son mucho menores que las de refrigeración y se darán únicamente en momentos puntuales a lo largo del año. La centralita de regulación pone en marcha las bombas de circulación situadas en el colector de distribución situado en la sala hidráulica y las bombas de calor; el grupo de bombas de calor estará en disposición de funcionamiento cuando hayan arrancado aquellas, ya que está enclavada a ellas. Para que una zona elija calor o frío, predominará lo que demande el termostato del local predominante de cada zona (el de mayor superficie y ocupación) y esto mandará abrir una de las 2 válvulas de 2 vías motorizadas de las que dispondrá cada circuito. Las válvulas de 2 vías motorizadas estarán enclavadas con las bombas de circulación correspondientes, es decir, siempre y cuando una de estas esté abierta, las bombas estarán en funcionamiento.

Las bombas de calor tendrán un funcionamiento en cascada, es decir, fijando una temperatura de consigna y unos tiempos para lograr esta temperatura en los depósitos de inercia, arrancará primero una máquina y si la consigna no se consiguiera en el tiempo determinado funcionando esta en el punto de mayor rendimiento, arrancaría la segunda y así sucesivamente. La temperatura de consigna se controla mediante la sonda de impulsión de los depósitos de inercia.

La puesta en marcha de las bombas de calor está determinada directamente por la propia centralita; además, las bombas de calor están provistas de termostatos de seguridad y de sonda de temperatura de impulsión.

Para el control de temperatura en las plantas de oficinas se instalan sendos termostatos de ambiente en los locales que ponen en posición de funcionamiento la totalidad de los *fan-coils* de cada local, que se pondrán en marcha cuando sean activados por su propio mando.

Los ventiladores de aire exterior se dimensionan para un caudal incluso superior a la máxima ocupación de cada zona, por lo que en líneas generales proporcionarán un nivel de ventilación superior al estrictamente necesario; este exceso de caudal se utilizará para obtener un alto nivel de seguridad en cuanto a la calidad del aire interior se refiere.

Los ventiladores disponen de variador de velocidad, de modo que por un lado puedan adecuarse a las pérdidas de carga variables en función del grado de ensuciamiento de los filtros, y por otro, permitan adecuar la ventilación al nivel de ocupación en las épocas que las temperaturas exteriores supongan elevados consumos de energía, es decir, con temperaturas muy bajas en invierno o muy altas en verano. También podrán variar su velocidad acorde a los niveles de CO₂ detectados en las oficinas.

Para la regulación de la instalación de ACS, se instalan dos bombas de calor en serie y con circuito de recirculación de ACS. Se acumula a 60 °C en el depósito de la bomba de calor principal y en el otro se acumula a 55 °C con el fin de obtener mejores rendimientos. Mencionar que las pérdidas de la recirculación las combatirá la bomba de calor principal. La bomba de retorno funcionará solo durante el horario de oficinas para reducir las pérdidas de la recirculación. Se instala también una válvula de 3 vías para regular la temperatura de impulsión y para calentar eventualmente los depósitos a 70 °C, con las resistencias eléctricas si fuera necesario, por cuestiones de seguridad relativas a la *legionela*. Se garantizará también que la temperatura de retorno no sea inferior a 50 °C.

6.6 Contabilización de consumos

Se disponen contadores de energía térmica con tecnología de ultrasonidos para frío/calor generales en los circuitos de las bombas de calor reversibles, que junto con sus contadores eléctricos nos servirán para calcular el rendimiento de estas y la producción útil total.

Se instala un contador de energía eléctrica exclusivo para la instalación de climatización y otro para la ventilación. Cada sistema de ventilación a su vez, tendrá su propio contador eléctrico para realizar el reparto de gastos por planta.

Las bombas de calor disponen también de sus propios contadores de horas de funcionamiento. Además incorporan medición del número de arrancadas. El sistema de control centralizado permite conocer el número de horas de funcionamiento de cada equipo.

Dado que se trata de un edificio donde cada planta se alquilará a diferentes empresas u organismos, es vital y obligatorio la instalación de contadores de energía térmica para cada planta con el fin de que se haga un reparto de gastos lo más justo y real posible. Estos se instalarán en cada uno de los circuitos de climatización de cada planta y zona, es decir, dos contadores por planta. Como se instalan contadores generales de energía en la producción con el fin de poder determinar el rendimiento estacional de las máquinas, se podrán determinar las pérdidas que se dan en las distribuciones restándole a estos lo contabilizado por los contadores de cada planta.

Para el agua caliente sanitaria, se instalarán también contadores eléctricos para cada una de las bombas de calor de ACS, un contador de energía para determinar la energía que sale de los depósitos y poder determinar el rendimiento estacional de estas; un contador de energía del circuito de retorno de ACS con el fin de determinar las pérdidas de energía de este para repercutirlo a los usuarios como un coste fijo, y por último, contadores volumétricos de ACS para cada una de las plantas con los que se podrá repercutir un coste variable a cada usuario acorde a su consumo.

METODOLOGÍA

1. Descripción de tareas

En este apartado se van a describir los pasos seguidos durante el proyecto.

Participantes:

Director: Jesús María Blanco Ilzarbe.

Alumno: Unai Goiri Azaola.

Descripción de las tareas:

1. Tarea: *Definición del proyecto*. En este paso se elegirá el tema del proyecto que se vaya a realizar entendiéndose de qué trata este.

Duración: 7 días.

Fecha de inicio: 17 de enero.

Entregable: ninguno.

Tarea anterior: ninguna.

2. Tarea: *Fijar las bases del tema*. Leer y entender la información necesaria como para empezar con el proyecto.

Duración: 20 días.

Fecha de inicio: 26 de enero.

Entregable: posibles dudas.

Tarea anterior: 1. tarea.

3. Tarea: *Búsqueda de información*. Buscar información acerca del tema seleccionado tales como, normativa a seguir, catálogos de equipos, características de dimensionamiento, softwares de cálculo etc.

Duración: 30 días.

Fecha de inicio: 22 de febrero.

Entregable: información encontrada.

Tarea anterior: 2. tarea.

4. Tarea: *Comprensión de la información*. Comprender la información encontrada.

Duración: 14 días.

Fecha de inicio: 5 de abril.

Entregable: posibles dudas.

Tarea anterior: 3. tarea.

5. Tarea: *Selección de la información relevante*. De toda la información recogida, seleccionar la más útil.

Duración: 30 días.

Fecha de inicio: 5 de abril.

Entregable: información seleccionada.

Tarea anterior: 3. tarea.

6. Tarea: *Primeros cálculos*. Mediante el software CLIMA y habiendo definido el edificio y sus características en este, calcular las necesidades del edificio de oficinas.

Duración: 40 días.

Fecha de inicio: 17 de mayo.

Entregable: primeras soluciones.

Tarea anterior: 5. tarea.

7. Tarea: *Corrección de cálculos*. Corregir los cálculos realizados en la tarea anterior.

Duración: 20 días.
 Entregable: soluciones finales.

Fecha de inicio: 12 de julio.
 Tarea anterior: 6. tarea.

8. Tarea: *Cálculos de dimensionamiento y elaboración de planos y esquemas*. Se realizarán los cálculos pertenecientes al dimensionamiento de equipos, tuberías, conductos, etc. Con la ayuda de los software EXCEL y DUCTO. Se realizarán también diferentes planos y esquemas para definir la ubicación y características de la instalación seleccionada y facilitar así la comprensión del proyecto.

Duración: 20 días.
 Entregable: soluciones finales.

Fecha de inicio: 12 de julio.
 Tarea anterior: 7. tarea.

9. Tarea: *Redacción del proyecto*. Escribir lo perteneciente a la parte escrita de la memoria.

Duración: 150 días.
 Entregable: información seleccionada.

Fecha de inicio: 15 de febrero.
 Tarea anterior: 5. tarea.

2. Diagrama de Gantt

Con las tareas que han sido descritas anteriormente se ha elaborado el siguiente diagrama de Gantt.

Comienzo del proyecto	lun 12/09/22	lun 12/09/22
Seguimiento del proyecto y control de calidad.	lun 17/01/22	lun 12/09/22
Definición (1,2)	lun 17/01/22	mié 23/02/22
1 - Definición del proyecto	lun 17/01/22	mar 25/01/22
2 - Fijar las bases del tema	mié 26/01/22	mar 22/02/22
Proyecto definido	mié 23/02/22	mié 23/02/22
Información (3,4,5)	mar 22/02/22	lun 16/05/22
3 - Búsqueda de información	mar 22/02/22	lun 04/04/22
4 - Comprensión de la información	mar 05/04/22	vie 22/04/22
5 - Selección de la información relevante	mar 05/04/22	lun 16/05/22
Información acabada	lun 16/05/22	lun 16/05/22
Cálculos (6,7,8)	mar 17/05/22	lun 05/09/22
6 - Primeros cálculos	mar 17/05/22	lun 11/07/22
7 - Corrección de cálculos	mar 12/07/22	lun 08/08/22
8 - Cálculos de dimensionamiento y elaboración de planos	mar 09/08/22	lun 05/09/22
Cálculos terminados	lun 05/09/22	lun 05/09/22
9 - Escribir la parte teórica	mar 15/02/22	lun 12/09/22
Fin del proyecto y entrega	lun 12/09/22	lun 12/09/22

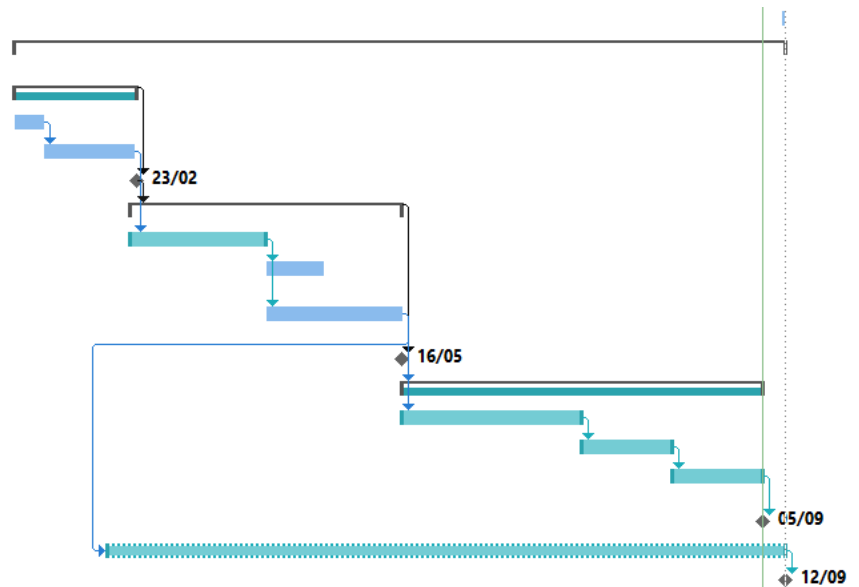


Diagrama 1: Diagrama de Gantt

3. Cálculos

3.1 Carga térmica

Para la estimación de la carga térmica se han tenido en cuenta los datos que se muestran en los cuadros adjuntos sacados del programa de cálculo CLIMA de ATECYR. En los mismos se indican las variables consideradas.

El software, por lo tanto, tendrá en cuenta las cargas por transmisión de paredes, techos, ventanas, suelo, puertas interiores, infiltraciones de aire, cargas solares, cargas internas, etc.

* CONDICIONES HIGROTÉRMICAS

Aire acondicionado (Refrigeración)			
Nivel percentil[%]:	1%(2.5%)		
Ts,ext,max[°C]	28.90	Hr,coinc.[%]	46.89
OMD[°C]	14.30	OMA[°C]	31.70
Calefacción			
Nivel percentil[%]:	99%(97.5%)	OMDinv. = OMD * 0.50	
Ts,ext,min[°C]	1.20	Hr,coinc.[%]	89.90

Ilustración 6: Condiciones higrométricas introducidas en el software de cálculo

* DATOS CORRESPONDIENTES A LAS CARGAS INTERNAS

Actividad	
Sentado trabajo ligero	
m2 por persona	12.0
Tipo de luces	
Led	
Luces [W/m2]	5
Equipos sensible [W/m2]	5
Equipos latente [W/m2]	0

Ilustración 7: Variables introducidas en el software de cálculo

Los equipos también tendrán una carga de 5 W/m².

* HORARIOS DE CÁLCULO Y OCUPACIÓN

Para el cálculo de la potencia de cada local se supone que el mismo puede utilizarse plenamente a cualquier hora del día; sin embargo, para la potencia conjunta del edificio se estima que el porcentaje de uso del edificio, es decir, su ocupación; durante todo el año es el siguiente:



Ilustración 8: Perfil de ocupación introducida en el software de cálculo

* DATOS DE LOS CERRAMIENTOS

Con el fin de cumplir los requisitos del último CTE para la zona climática C1, se seleccionan los siguientes valores basándose en el “Anejo E. Valores orientativos de transmitancia” del Documento Básico HE sobre Ahorro de energía, para realizar el cálculo de cargas del edificio de oficinas:

Muro exterior: Transmitancia = $0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ventanas: Transmitancia = $1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$ y Factor solar = 0,66

Techo exterior: Transmitancia = $0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

Suelo exterior: Transmitancia = $0,51 \text{ W/m}^2\text{K}$

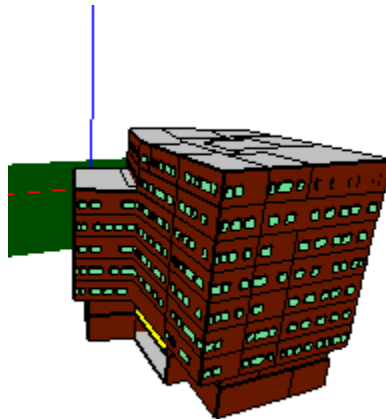


Ilustración 9: Dibujo 3D del edificio de oficinas de Bilbao del software CLIMA de ATECYR.

* CAUDALES DE VENTILACIÓN

En el siguiente cuadro se muestran las características de los diferentes locales, el criterio de ocupación, así como el caudal de aportación de aire exterior, resultado de aplicar una aportación como se ha mencionado antes de $45 \text{ m}^3/\text{h}^*$ persona.

PLANTA	LOCAL	VOLUMEN (m3)	SUPERFICIE (m2)	VENTILACIÓN (m3/h)	PERSONAS
P1	E1	220	63	235	5
	E2	136	39	146	3
	E3	593	169	180	4
	E4	284	78	293	7
	E5	230	66	247	5
	E6	138	40	148	3
	E7	431	123	462	10
P2	E2	147	42	157	3
	E3	176	50	189	4
	E4	145	41	155	3
	E5	115	33	123	3
	E6	422	120	452	10
	E7	179	51	192	4
	E8	202	58	216	5
	E9	259	74	277	6
	E10	254	73	273	6
	E11	372	106	399	9
	P3	E2	147	42	157
E3		176	50	189	4
E4		145	41	155	3
E5		115	33	123	3
E6		422	120	452	10
E7		179	51	192	4
E8		202	58	216	5
E9		259	74	277	6
E10		254	73	273	6
E11		372	106	399	9
P4		E2	147	42	157
	E3	176	50	189	4
	E4	145	41	155	3
	E5	115	33	123	3
	E6	422	120	452	10
	E7	179	51	192	4
	E8	202	58	216	5
	E9	259	74	277	6
	E10	254	73	273	6
	E11	372	106	399	9

Tabla 6: Resumen ocupación y caudales de ventilación por locales. P1-P4

PLANTA	LOCAL	VOLUMEN (m3)	SUPERFICIE (m2)	VENTILACIÓN (m3/h)	PERSONAS
P5	E2	147	42	157	3
	E3	176	50	189	4
	E4	145	41	155	3
	E5	115	33	123	3
	E6	422	120	452	10
	E7	179	51	192	4
	E8	202	58	216	5
	E9	259	74	277	6
	E10	254	73	273	6
	E11	372	106	399	9
P6	E2	147	42	157	3
	E3	176	50	189	4
	E4	145	41	155	3
	E5	115	33	123	3
	E6	422	120	452	10
	E7	179	51	192	4
	E8	202	58	216	5
	E9	259	74	277	6
	E10	254	73	273	6
	E11	372	106	399	9
P7	E1	542	155	581	13
	E2	141	40	151	3
	E3	196	56	210	5
	E4	146	42	157	3
	E6	151	43	162	4
	E7	417	119	447	10
	E8	261	75	280	6
P8	E1	196	56	210	5
	E3	151	43	162	4
	E4	340	112	421	9
	E5	120	34	129	3
	E6	141	40	151	3
	E7	130	37	139	3
	E8	288	82	308	7
	E9	261	75	280	6
	E10	176	50	189	4
TOTAL		17.044	4.882	17.852	390

Tabla 7: Resumen ocupación y caudales de ventilación por locales. P5-P8.

* CARGA TÉRMICA POR LOCAL

Para el cálculo de la carga de los locales se tiene en cuenta que la carga de ventilación es inferior debido al uso del recuperador de calor con un rendimiento del 80%.

En el cuadro adjunto se muestra el resumen de las cargas de los locales con el mes y la hora donde se dan las cargas máximas de cada local obtenidas con el software CLIMA de ATECYR al haber definido en este el edificio y sus características como se ha mencionado en los apartados anteriores. En el [ANEXO II](#) donde se encuentran los planos y esquemas, se encuentran los planos de distribución con la denominación de cada local.

PLANTA	LOCAL	CLF				RFG				RATIO CLF (W/m ²)	RATIO RFG (W/m ²)
		TOTAL (kW)	SENSIBLE (kW)	LATENTE (kW)	MES+HORA	TOTAL (kW)	SENSIBLE (kW)	LATENTE (kW)	MES+HORA		
P1	E1	1,95	1,84	0,11	1+8	5,65	5,23	0,42	8+12	31	90
	E2	0,75	0,69	0,06	1+8	1,55	1,29	0,26	7+12	19	40
	E3	0,76	0,67	0,09	2+8	2,53	2,20	0,33	7+17	4	15
	E4	0,97	0,84	0,13	1+8	3,69	3,20	0,49	9+12	12	47
	E5	0,75	0,64	0,11	1+8	2,50	2,08	0,42	9+12	11	38
	E6	0,62	0,56	0,06	1+8	1,78	1,52	0,26	8+15	16	45
	E7	2,81	2,60	0,21	1+8	9,61	8,83	0,78	6+16	23	78
P2	E2	0,51	0,44	0,07	2+8	1,07	0,80	0,27	7+16	12	26
	E3	1,27	1,18	0,09	1+8	3,67	3,34	0,33	7+8	25	73
	E4	1,16	1,09	0,07	1+8	2,27	1,99	0,28	7+9	28	55
	E5	0,55	0,50	0,05	1+8	1,02	0,81	0,21	7+15	17	31
	E6	1,87	1,67	0,20	1+8	4,97	4,18	0,79	7+16	16	41
	E7	0,70	0,62	0,08	1+8	2,50	2,16	0,34	7+16	14	49
	E8	0,90	0,80	0,10	1+8	2,80	2,42	0,38	8+15	16	49
	E9	0,81	0,69	0,12	1+8	2,94	2,47	0,47	9+12	11	40
	E10	0,76	0,64	0,12	1+8	2,66	2,19	0,47	9+12	10	37
	E11	2,17	1,99	0,18	1+8	4,64	3,94	0,70	8+12	20	44
	E2	0,51	0,44	0,07	2+8	1,07	0,80	0,27	7+16	12	26
P3	E3	0,90	0,81	0,09	1+8	2,18	1,85	0,33	7+9	18	43
	E4	0,77	0,70	0,07	1+8	1,90	1,63	0,27	7+9	19	46
	E5	0,47	0,41	0,06	1+8	1,05	0,84	0,21	7+15	14	32
	E6	1,60	1,39	0,21	1+8	4,71	3,92	0,79	7+16	13	39
	E7	0,67	0,58	0,09	1+8	2,21	1,88	0,33	7+16	13	43
	E8	0,90	0,80	0,10	1+8	2,77	2,41	0,36	9+15	16	48
	E9	0,81	0,69	0,12	1+8	2,96	2,49	0,47	9+12	11	40
	E10	0,75	0,62	0,13	1+8	2,55	2,08	0,47	9+12	10	35
	E11	1,88	1,70	0,18	1+8	4,81	4,11	0,70	8+12	18	45
	E2	0,54	0,46	0,08	2+8	1,07	0,80	0,27	7+16	13	26
	P4	E3	1,00	0,89	0,11	1+8	2,29	1,96	0,33	7+9	20
E4		0,83	0,75	0,08	1+8	1,71	1,44	0,27	7+9	20	41
E5		0,43	0,36	0,07	1+8	0,90	0,68	0,22	7+16	13	27
E6		1,75	1,51	0,24	1+8	4,75	3,96	0,79	7+16	15	39
E7		0,74	0,63	0,11	1+8	2,34	2,01	0,33	7+16	14	46
E8		0,98	0,87	0,11	1+8	2,90	2,52	0,38	8+15	17	50
E9		0,87	0,72	0,15	1+8	2,90	2,43	0,47	9+12	12	39
E10		0,81	0,66	0,15	1+8	2,61	2,15	0,46	9+12	11	36
E11		1,89	1,68	0,21	1+8	4,36	3,66	0,70	8+12	18	41
E2		0,51	0,44	0,07	2+8	1,07	0,80	0,27	7+16	12	26
P5		E3	0,92	0,83	0,09	1+8	2,18	1,85	0,33	7+9	18
	E4	0,76	0,69	0,07	1+8	1,88	1,61	0,27	7+9	18	46
	E5	0,40	0,34	0,06	1+8	1,00	0,79	0,21	7+15	12	30
	E6	1,62	1,41	0,21	1+8	4,65	3,86	0,79	7+16	13	39
	E7	0,68	0,60	0,08	1+8	2,46	2,12	0,34	7+16	13	48
	E8	0,90	0,80	0,10	1+8	2,74	2,36	0,38	8+15	16	48
	E9	0,81	0,68	0,13	1+8	2,84	2,37	0,47	9+12	11	38
	E10	0,75	0,63	0,12	1+8	2,60	2,14	0,46	9+12	10	36
	E11	1,74	1,56	0,18	1+8	4,72	4,02	0,70	8+12	16	44
	E2	0,51	0,44	0,07	2+8	1,07	0,80	0,27	7-16	12	26
	P6	E3	0,92	0,83	0,09	1+8	2,29	1,96	0,33	7-9	18
E4		0,76	0,69	0,07	1+8	1,71	1,44	0,27	7-9	18	41
E5		0,40	0,34	0,06	1+8	0,90	0,68	0,22	7-16	12	27
E6		1,62	1,41	0,21	1+8	4,75	3,96	0,79	7-16	13	39
E7		0,68	0,60	0,08	1+8	2,34	2,01	0,33	7-16	13	46
E8		0,90	0,80	0,10	1+8	2,90	2,52	0,38	8-15	16	50
E9		0,81	0,68	0,13	1+8	2,90	2,43	0,47	9-12	11	39
E10		0,86	0,74	0,12	1+8	2,59	2,13	0,46	9-12	12	36
E11		2,45	2,27	0,18	1+8	4,32	3,62	0,70	8-12	23	41
E1		2,08	1,81	0,27	1+8	5,66	4,64	1,02	7-16	13	37
P7		E2	0,72	0,65	0,07	1+8	1,63	1,36	0,27	7-12	18
	E3	0,87	0,77	0,10	1+8	2,71	2,34	0,37	8-15	16	48
	E4	0,53	0,46	0,07	1+8	1,80	1,53	0,27	7-16	13	43
	E6	0,30	0,22	0,08	1+8	1,05	0,76	0,29	8-16	7	24
	E7	1,87	1,67	0,20	1+8	5,19	4,41	0,78	7-9	16	44
	E8	0,82	0,69	0,13	1+8	2,96	2,48	0,48	9-12	11	40
	E1	1,23	1,13	0,10	1+8	2,40	2,03	0,37	8-15	22	43
	E3	0,61	0,54	0,07	2+8	1,09	0,80	0,29	7-18	14	25
P8	E4	2,15	1,95	0,20	2+8	4,01	3,27	0,74	7-16	19	36
	E5	0,68	0,62	0,06	1+8	1,06	0,84	0,22	7-16	20	31
	E6	0,99	0,92	0,07	1+8	1,69	1,43	0,26	7-9	25	42
	E7	0,80	0,73	0,07	1+8	1,64	1,40	0,24	7-9	22	44
	E8	1,88	1,74	0,14	1+8	3,36	2,82	0,54	8-12	23	41
	E9	1,35	1,22	0,13	1+8	2,83	2,35	0,48	9-12	18	38
	E10	1,01	0,92	0,09	1+8	2,27	1,94	0,33	7-16	20	45
	TOTAL		75,30	66,95	8,35		201,15	170,14	31,01	4	41

Tabla 8: Resultados de las cargas de calefacción y refrigeración por local y planta.

La carga total del conjunto del edificio resulta:

	CLF			RFG		
	TOTAL (kW)	SENSIBLE (kW)	LATENTE (kW)	TOTAL (kW)	SENSIBLE (kW)	LATENTE (kW)
P1	8,6	7,8	0,8	27,3	24,4	3,0
P2	17,4	15,6	1,7	28,5	24,3	4,2
P3	9,3	8,1	1,1	26,2	22,0	4,2
P4	9,8	8,5	1,3	25,8	21,6	4,2
P5	9,1	8,0	1,1	26,1	21,9	4,2
P6	9,9	8,8	1,1	25,8	21,6	4,2
P7	7,2	6,3	0,9	21,0	17,5	3,5
P8	10,7	9,8	0,9	20,4	16,9	3,5
TOTAL	82,0	73,0	9,0	201,2	170,1	31,0

Tabla 9: Resumen de las cargas totales del edificio de oficinas.

3.2 Selección de equipos de producción térmica

CLIMATIZACIÓN

Como la potencia de refrigeración es más alta que la de calefacción y corresponde en el conjunto del edificio a 202 kW, se seleccionan 4 bombas de calor reversibles de la marca TRANE modelo CXAX 020 SE-SN de 59 kW de potencia unitaria. Se han seleccionado 4 unidades para garantizar un mínimo servicio en caso de avería de alguna de las bombas. Al tratarse de un clima húmedo con temperaturas suaves durante todo el año donde el invierno no será tan duro, se considera que se satisface la demanda de calefacción con facilidad siendo bombas de calor reversibles. Siendo la potencia total de 236 kW, teniendo un coeficiente de seguridad de un 17%. Con la modulación de estas y los depósitos de inercia, será posible cubrir con las demandas bajas de calefacción y refrigeración.

ACS

Para el ACS con el fin de cumplir con la demanda de 786 litros diarios a 60 °C. Se seleccionan 2 bombas de calor con depósito acumulador de 270 litros incorporado de la marca VAILLANT modelo aroSTOR VWL B 270/5.

Estas bombas se instalan en serie y se acumula a 60 °C en el depósito principal y a 55 °C en el secundario. Para poder hacer el tratamiento antilegionela se instala una válvula de 3 vías que aparte de para regular la temperatura de impulsión a grifos, servirá también para el eventual calentamiento de los depósitos a 70 °C, temperatura a la cual esta bacteria desaparece.

Para el cumplimiento del HE4 del CTE hay que cubrir un 60% de la demanda (en este caso la demanda diaria de ACS es de 786 litros, es decir, menor que 5.000 litros día) con energía de origen renovable. Quedaría justificado, ya que, el rendimiento de estas bombas de calor SCOP_{dhw} es de 3,14 pero con una temperatura exterior de 7°C. Por lo tanto, el 68% de lo producido, como mínimo, ya

que, Bizkaia tiene un clima más cálido que esos 7 °C, se considerará de origen renovable y quedará justificado el HE4.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
TEMPERATURA AGUA RED	9	10	10	11	13	15	17	17	16	14	11	10
DÍAS	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
DEMANDA TOTAL (kWh)	1.445	1.280	1.417	1.344	1.332	1.234	1.218	1.218	1.206	1.303	1.344	1.417

Tabla 10: Demandas mensuales de ACS.

Si se tienen en cuenta las pérdidas de recirculación del ACS, a pesar de su buen aislamiento y que durante las horas donde las oficinas estén vacías las bombas de recirculación serán paradas, estas pérdidas podrían considerarse que serán alrededor de un 30%. La demanda anual total de ACS será, por lo tanto, 22.509 kWh con lo que 15.306 kWh serían de origen renovable equivalente a una disminución de emisiones anuales de 5.424 kg de CO₂ si esta energía hubiera sido generada por electricidad acorde a los valores publicados por el Gobierno de España [6].

3.3 Unidades de ventilación

El caudal de ventilación total resulta 18.000 m³/h y las horas de funcionamiento totales se estiman en menos de 4.000 h.

* RENDIMIENTO MÍNIMO RECUPERADORES DE CALOR

El rendimiento mínimo de los recuperadores de calor corresponde a los siguientes parámetros de diseño:

CAUDAL: < 20.000 m³/h

HORAS DE FUNCIONAMIENTO: entre 2.000 - 4.000 horas/año.

En la tabla 2.4.5.1. del RITE se tienen las siguientes condiciones de diseño de los recuperadores:

RENDIMIENTO MÍNIMO: 52%

PÉRDIDA DE CARGA MÁXIMA: 180 Pa.

* NIVELES DE FILTRACIÓN

Considerando que la ventilación atiende a zonas con requisitos iguales:

Condiciones de diseño:

ODA: 4.

IDA: 2.

Con ellas se tiene:

FILTROS PREVIOS: F6.

FILTROS FINALES: F8.

Se seleccionan 8 unidades de ventilador + recuperador de calor, uno por cada planta con los siguientes caudales y pérdidas de carga a vencer, disponibles en el cálculo de conductos.

PLANTA 1 – 1.900 m³/h – 360 Pa

PLANTAS 2-3-4-5-6 – 2.800 m³/h – 468 Pa
 PLANTAS 7-8 – 2.150 m³/h – 400 Pa

Es por ello que para las plantas 1,7 y 8 se seleccionan los siguientes equipos formados por ventiladores y recuperadores de calor, del siguiente modelo RCE-34-N-AE-F6/F6+F8.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

SECCIÓN VENTILACIÓN									
Modelo ventilador	Caudal máx (m ³ /h)	Potencia (W)	Intensidad (A)	Tensión (V)	Protección (IP)	Velocidad (RPM)	Control velocidad	Eficiencia (ηes)	Tipo ventilador
K3G-310-R501-12	3.400	2 x 730	2 x 3,2	230V/50hz	IP 55	2640	0-10v	65,30%	EC-Green-Tech

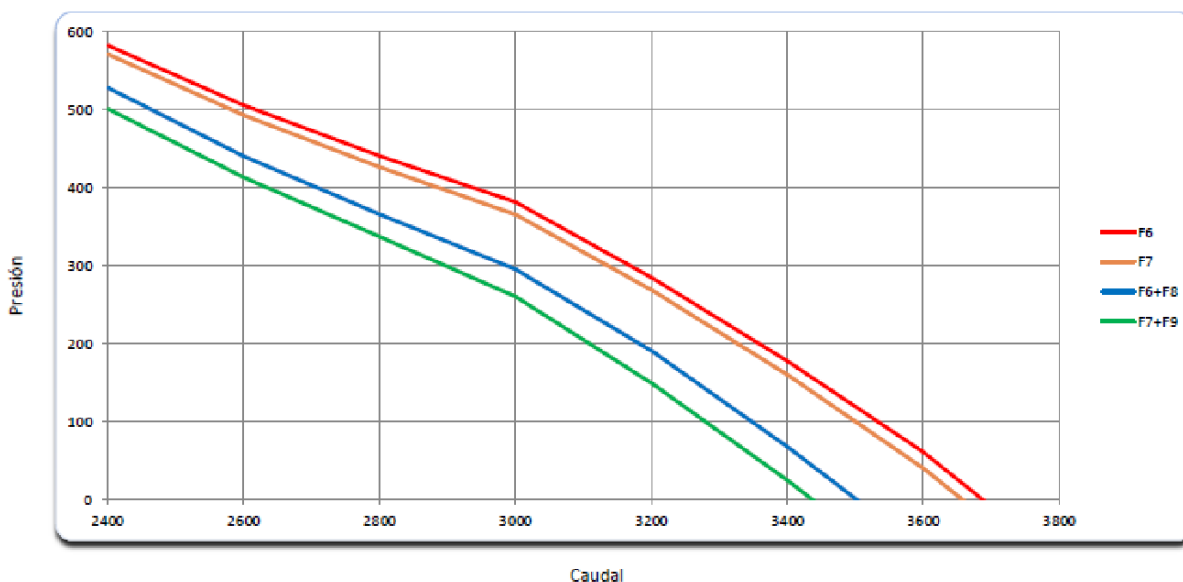
SECCIÓN RECUPERACIÓN								
Modo funcionamiento	Aire interior		Aire exterior		Tipo recuperador	Potencia recuperada	Aportación de aire	Rendimiento
Invierno	22°C	50% HR	-8°C	90% HR	Hexagonal	27,50 Kw	17,20 °C	84,1 %
Verano	22°C	50% HR	31°C	63% HR	Hexagonal	7,30 Kw	23,7 °C	80,9%

FILTROS (IMPULSIÓN Y EXTRACCIÓN)		
"Entrada aire (Etapa 1)"	"Entrada aire (Etapa 2)"	"Salida aire"
Medida filtros (mm)	Medida filtros (mm)	Medida filtros (mm)
593x883x375	593x883x97	593x883x375

Ilustración 10: Características de las unidades de ventilación de las plantas 1,7 y 8.

Y con la siguiente curva:

CAUDAL/PRESIÓN DISPONIBLE



Gráfica 2: Curva de la presión disponible de los ventiladores de las plantas 1,7 y 8.

Para las plantas 2, 3, 4, 5 y 6 se seleccionan los siguientes equipos formados por ventiladores y recuperadores de calor, del siguiente modelo RCE-55-N-AE-F6/F6+F8.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

SECCIÓN VENTILACIÓN									
Modelo ventilador	Caudal máx (m ³ /h)	Potencia (W)	Intensidad (A)	Tensión (V)	Protección (IP)	Velocidad (RPM)	Control velocidad	Eficiencia (ηes)	Tipo ventilador
K3G-400-RJ75-02	5.500	2 x 1.320	2 x 2,1	380V/3/50hz	IP 55	2060	0-10v	62,70%	EC-Green-Tech

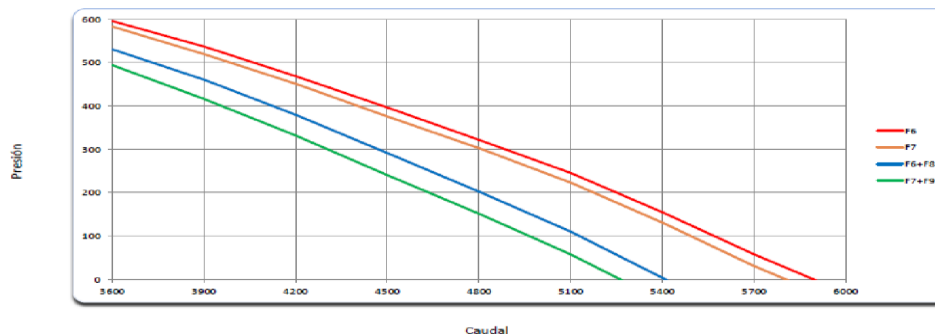
SECCIÓN RECUPERACIÓN								
Modo funcionamiento	Aire interior		Aire exterior		Tipo recuperador	Potencia recuperada	Aportación de aire	Rendimiento
Invierno	22°C	50% HR	-8°C	90% HR	Hexagonal	45,30 Kw	17,00 °C	83,2 %
Verano	22°C	50% HR	31°C	63% HR	Hexagonal	11,90 Kw	23,9 °C	78,5%

FILTROS (IMPULSIÓN Y EXTRACCIÓN)		
"Entrada aire (Etapa 1)"	"Entrada aire (Etapa 2)"	"Salida aire"
Medida filtros (mm)	Medida filtros (mm)	Medida filtros (mm)
593x883x525	593x883x97	593x883x525

Ilustración 11: Características de las unidades de ventilación de las plantas 2, 3, 4, 5 y 6.

Y con la siguiente curva:

CAUDAL/PRESIÓN DISPONIBLE



Gráfica 3: Curva de la presión disponible de los ventiladores de las plantas 2, 3, 4, 5 y 6.

3.4 Selección de las unidades terminales

Para la selección de las unidades terminales se toma la potencia necesaria en cada local; el resumen de las cargas de cada local es el que se encuentra disponible en el apartado de CARGAS TÉRMICAS. Las unidades terminales combatirán tanto la carga sensible como la latente.

Los *fan-coils* seleccionados tienen las siguientes características, siendo estos de tipo Cassette o Consola/Techo:

Cassette	Velocidad	Ud.	SD 4-035 NK	SD 4-050 NK
Referencia			0010023050	0010023051
Ventilación	Máx/Med/Mín	m³/h	719/561/448	1.229/1.020/810
Refrigeración ¹ Capacidad	Máx/Med/Mín	kW	3,96/3,26/2,76	6,12/5,45/4,60
Cap. sensible		kW	3,2	5,18
Caudal		l/h	700	1100
Pérdida presión		kPa	11,48	21,3
Calefacción ² Capacidad	Máx/Med/Mín	kW	4,63/3,79/3,15	6,27/6,53/5,43
Pérdida presión		kPa	9,2	30
Dimens. (an. x alto x prof.)		mm	575x261x575	840x230x840
Dimens. panel (an. x alto x prof.)		mm	647x50x647	950x45x950
Peso neto		kg	19	29
Tub. entrada/salida agua		Pulg.	G3/4	RC3/4

Ilustración 12: Características de los fan-coils tipo cassettes seleccionados.

Consola Suelo/techo	Velocidad	Ud.	SD 4-017 NC	SD 4-030 NC	SD 4-045 NC
Referencia			0010022135	0010022136	0010022137
Ventilación	Máx/Med/Mín	m³/h	267/201/153	560/407/319	678/492/383
Refrigeración ¹ Capacidad	Máx/Med/Mín	kW	1,63/1,23/0,96	2,97/2,39/1,82	4,57/3,35/2,62
Cap. sensible		kW	1,15	2,28	3,24
Caudal		l/h	280	520	810
Pérdida presión		kPa	7 2/5	19 1/9	25 1/2
Calefacción ² Capacidad	Máx/Med/Mín	kW	1,71 / 1,29 / 0,98	3,3 / 2,54 / 1,87	4,66 / 3,38 / 2,57
Pérdida presión		kPa	5 1/3	15 3/5	21 4/7
Dimens. (an. x alto x prof.)		mm	800x592x220	1.000x592x220	1.200x592x220
Peso neto		kg	24 2/5	28 1/5	34 1/5
Tub. entrada/salida agua		Pulg.		G3/4	

Ilustración 13: Características de los fan-coils de consola seleccionados.

La distribución de los *fan-coils* en cada local, que han sido seleccionados acorde a las potencias de refrigeración seleccionando un equipo que tenga una potencia superior a la sensible necesaria en refrigeración; por ser la situación más desfavorable:

PLANTA	LOCAL	POT INSTALADA RFG		FC 1			FC 2			FC 3		
		TOTAL (kW)	LATENTE (kW)	TOTALRFG (kW)	SENSIBLE (kW)	LATENTE (kW)	TOTALRFG (kW)	SENSIBLE (kW)	LATENTE (kW)	TOTALRFG (kW)	SENSIBLE (kW)	LATENTE (kW)
P1	E1	6,98	1,45	3,96	3,20	0,76	2,97	2,28	0,69			
	E2	2,97	1,38	2,97	2,28	0,69			0,69			
	E3	1,63	0,48	1,63	1,15	0,48			0,00			
	E4	4,60	1,17	2,97	2,28	0,69	1,63	1,15	0,48			
	E5	3,26	0,96	1,63	1,15	0,48	1,63	1,15	0,48			
	E6	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00			
	E7	11,88	1,40	3,96	3,26	0,70	3,96	3,26	0,70	3,96	3,26	0,70
P2	E2	1,63	0,48	1,63	1,15	0,48			0,00			
	E3	6,12	0,94	6,12	5,18	0,94			0,00			
	E4	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00			
	E5	1,63	0,48	1,63	1,15	0,48			0,00			
	E6	5,94	1,38	2,97	2,28	0,69	2,97	2,28	0,69			
	E7	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00			
	E8	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00			
	E9	3,26	0,96	1,63	1,15	0,48	1,63	1,15	0,48			
	E10	3,26	0,96	1,63	1,15	0,48	1,63	1,15	0,48			
	E11	5,94	1,38	2,97	2,28	0,69	2,97	2,28	0,69			
	E2	1,63	0,40	1,63	1,23	0,40			0,00			
P3	E3	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00			
	E4	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00			
	E5	1,63	0,48	1,63	1,15	0,48			0,00			
	E6	5,94	1,38	2,97	2,28	0,69	2,97	2,28	0,69			
	E7	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00			
	E8	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00			
	E9	3,26	0,96	1,63	1,15	0,48	1,63	1,15	0,48			
	E10	3,26	0,96	1,63	1,15	0,48	1,63	1,15	0,48			
	E11	5,94	1,38	2,97	2,28	0,69	2,97	2,28	0,69			
	E2	1,63	0,40	1,63	1,23	0,40			0,00			
	P4	E3	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00		
E4		2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00			
E5		1,63	0,48	1,63	1,15	0,48			0,00			
E6		5,94	1,38	2,97	2,28	0,69	2,97	2,28	0,69			
E7		2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00			
E8		2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00			
E9		3,26	0,96	1,63	1,15	0,48	1,63	1,15	0,48			
E10		3,26	0,96	1,63	1,15	0,48	1,63	1,15	0,48			
E11		5,94	1,38	2,97	2,28	0,69	2,97	2,28	0,69			

Tabla 11: Ubicación de los diferentes fancoils según su potencia en las plantas 1, 2, 3 y 4.

PLANTA	LOCAL	POT INSTALADA RFG		FC 1			FC 2			FC 3			
		TOTAL (kW)	LATENTE (kW)	TOTALRFG (kW)	SENSIBLE (kW)	LATENTE (kW)	TOTALRFG (kW)	SENSIBLE (kW)	LATENTE (kW)	TOTALRFG (kW)	SENSIBLE (kW)	LATENTE (kW)	
P5	E2	1,63	0,48	1,63	1,15	0,48			0,00				
	E3	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				
	E4	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				
	E5	1,63	0,48	1,63	1,15	0,48			0,00				
	E6	5,94	1,38	2,97	2,28	0,69	2,97	2,28	0,69				
	E7	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				
	E8	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				
	E9	3,26	0,96	1,63	1,15	0,48	1,63	1,15	0,48				
	E10	3,26	0,96	1,63	1,15	0,48	1,63	1,15	0,48				
	E11	5,94	1,38	2,97	2,28	0,69	2,97	2,28	0,69				
	P6	E2	1,63	0,48	1,63	1,15	0,48			0,00			
E3		2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				
E4		2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				
E5		1,63	0,48	1,63	1,15	0,48			0,00				
E6		5,94	1,38	2,97	2,28	0,69	2,97	2,28	0,69				
E7		2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				
E8		2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				
E9		3,26	0,96	1,63	1,15	0,48	1,63	1,15	0,48				
E10		3,26	0,96	1,63	1,15	0,48	1,63	1,15	0,48				
E11		5,94	1,38	2,97	2,28	0,69	2,97	2,28	0,69				
P7		E1	7,57	1,38	2,97	2,28	0,69	2,97	2,28	0,69	1,63	1,15	
	E2	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				
	E3	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				
	E4	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				
	E6	1,63	0,48	1,63	1,15	0,48			0,00				
	E7	5,94	1,38	2,97	2,28	0,69	2,97	2,28	0,69				
	E8	3,26	0,96	1,63	1,15	0,48	1,63	1,15	0,48				
	E1	2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				
	P8	E3	1,63	0,48	1,63	1,15	0,48			0,00			
		E4	5,94	1,38	2,97	2,28	0,69	2,97	2,28	0,69			
		E5	1,63	0,48	1,63	1,15	0,48			0,00			
E6		2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				
E7		2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				
E8		4,60	1,17	2,97	2,28	0,69	1,63	1,15	0,48				
E9		3,96	0,70	3,96	3,26	0,70			0,00				
E10		2,97	0,69	2,97	2,28	0,69			0,00				

Tabla 12: Ubicación de los diferentes fan-coils según su potencia en las plantas 5, 6, 7 y 8.

Las potencias sensible, latente y calor, son las entregadas en las condiciones de 7-12 °C con temperatura del aire de 27 °C de bulbo seco y 19 °C de bulbo húmedo para frío, y 45-40 °C con temperatura del aire de 20 °C de bulbo seco para calor.

3.5 Tuberías

Para determinar el caudal del circuito a regular se toma como base para el cálculo una diferencia de temperaturas entre la ida (7 °C) y el retorno (12 °C) de 5 °C, para las bombas de calor, siendo la temperatura de ida: 7 °C y la temperatura de retorno: 12 °C.

El caudal resulta de aplicar la expresión:

$$Q = \frac{P}{(T^{\circ}_{Ida} - T^{\circ}_{Retorno})}$$

Siendo:

- Q: Caudal del circuito a regular (l/h)
- P: Potencia necesaria del circuito (kcal/h)
- T^o_{Retorno}: Temperatura de retorno del circuito (°C)
- T^o_{Ida}: Temperatura de ida del circuito (°C)

Las tuberías se dimensionan de manera que la pérdida de carga en las mismas sea inferior a 40 mmCA/m y la velocidad del agua por su interior sea inferior a 2 m/s (según lo indicado en el documento HS4 del CTE). Los caudales se obtienen para un salto térmico de 5 °C. La tubería de la generación de frío y calor y distribución será de ACERO NEGRO SOLDADO las de ACS, a su vez, serán de COBRE.

3.5.1 Generación térmica climatización

En la siguiente tabla se muestran las pérdidas de carga en la parte de tuberías de la generación térmica de la climatización.

DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS DE CLIMATIZACIÓN								
CONDICIONES DEL AGUA				Instalación OFICINAS-RFG BILBAO				
Temperatura media	10 °C			TIPO DE TUBERÍA				
Salto térmico	5 °C							
Densidad	1.000 kg/m ³			Material ACERO SOLDADO				
Viscosidad	1,26 cST			Según Norma UNE 19.040				
TRAMO	POTENCIA kW	CAUDAL l/h	TUBERIA DN	LONG. m	P. CARGA mmCA/m	VELOC. m/s	P.CARGA mmCA	AGUA l
RAMALES								
BC 1	59	10.148	50	8	40,4	1,28	323	18
BC 2	59	10.148	50	8	40,4	1,28	323	18
BC 3	59	10.148	50	8	40,4	1,28	323	18
BC 4	59	10.148	50	8	40,4	1,28	323	18
BC-PRIMARIO	236	40.592	100	8	17,3	1,29	139	70
PRIMARIO - COLETOR CLF	236	40.592	100	30	17,3	1,29	520	261
PRIMARIO - COLECTOR RFG	236	40.592	100	30	17,3	1,29	520	261

Tabla 13: Pérdidas de carga en las tuberías desde la generación térmica a colectores.

3.5.2 Distribución climatización por plantas

Se ha decidido dividir la distribución por circuito norte y sur con sus bombas de circulación correspondientes. En las siguientes tablas se muestran las pérdidas de los circuitos de ida.

DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS DE CLIMATIZACIÓN								
CONDICIONES DEL AGUA				Instalación OFICINAS-RFG BILBAO				
Temperatura media	10 °C				TIPO DE TUBERÍA			
Salto térmico	5 °C				Material ACERO SOLDADO			
Densidad	1.000 kg/m ³				Según Norma UNE 19.040			
Viscosidad	1,26 cST							
TRAMO	POTENCIA kW	CAUDAL l/h	TUBERIA DN	LONG. m	P. CARGA mmCA/m	VELOC. m/s	P.CARGA mmCA	AGUA l
RAMALES								
PLANTA 8	112,4	19.331	65	3	36,5	1,44	109	11
PLANTA 7	95,9	16.497	65	3	27,1	1,23	81	11
PLANTA 6	82,4	14.173	65	3	20,4	1,06	61	11
PLANTA 5	68,9	11.849	65	3	14,6	0,89	44	11
PLANTA 4	55,4	9.525	50	3	35,9	1,20	108	7
PLANTA 3	41,9	7.202	50	3	21,3	0,91	64	7
PLANTA 2	28,4	4.878	40	3	33,7	0,99	101	4
PLANTA 1	14,9	2.554	32	3	21,6	0,70	65	3

Tabla 14: Pérdida de carga en la distribución general de la zona Norte.

DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERÍAS DE CLIMATIZACIÓN								
CONDICIONES DEL AGUA				Instalación OFICINAS-RFG BILBAO				
Temperatura media	10 °C				TIPO DE TUBERÍA			
Salto térmico	5 °C				Material ACERO SOLDADO			
Densidad	1.000 kg/m ³				Según Norma UNE 19.040			
Viscosidad	1,26 cST							
TRAMO	POTENCIA kW	CAUDAL l/h	TUBERIA DN	LONG. m	P. CARGA mmCA/m	VELOC. m/s	P.CARGA mmCA	AGUA l
RAMALES								
PLANTA 8	146,5	25.198	80	3	26,8	1,37	80	15
PLANTA 7	133,3	22.934	80	3	22,4	1,24	67	15
PLANTA 6	119,5	20.561	65	3	40,9	1,54	123	11
PLANTA 5	99,5	17.116	65	3	29,1	1,28	87	11
PLANTA 4	79,5	13.671	65	3	19,1	1,02	57	11
PLANTA 3	59,5	10.225	65	3	11,1	0,76	33	11
PLANTA 2	39,4	6.780	50	3	19,0	0,85	57	7
PLANTA 1	19,4	3.335	32	3	35,5	0,92	107	3

Tabla 15: Pérdida de carga en la distribución general de la zona Sur.

DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERIAS DE CLIMATIZACION								
CONDICIONES DEL AGUA				Instalación OFICINAS-RFG BILBAO				
Temperatura media	10 °C	TIPO DE TUBERÍA						
Salto térmico	5 °C	Material ACERO SOLDADO						
Densidad	1.000 kg/m ³	Según Norma UNE 19.040						
Viscosidad	1,26 cST							
TRAMO	POTENCIA kW	CAUDAL l/h	TUBERIA DN	LONG. m	P. CARGA mmCA/m	VELOC. m/s	P.CARGA mmCA	AGUA l
RAMALES								
A-B	19,39	3.335	32	0,5	35,5	0,92	18	1
B-C	17,76	3.055	32	5	30,1	0,84	151	5
B-FC1	1,63	280	15	4	19,8	0,39	79	1
C-FC2	2,97	511	20	2	13,6	0,39	27	1
C-D	14,79	2.544	32	4,5	21,4	0,70	96	5
D-FC3	1,63	280	15	1	19,8	0,39	20	0
D-FC4	1,63	280	15	1	19,8	0,39	20	0
D-E	11,53	1.983	32	10	13,4	0,54	134	10
E-FC5	1,63	280	15	1	19,8	0,39	20	0
E-FC6	2,97	511	20	1	13,6	0,39	14	0
E-F	6,93	1.192	25	5	20,8	0,57	104	3
F-FC7	2,97	511	20	2	13,6	0,39	27	1
F-FC8	3,96	681	20	1	23,2	0,52	23	0
G-H	14,85	2.554	32	2,5	21,6	0,70	54	3
H-FC9	3,96	681	20	1	23,2	0,52	23	0
H-FC10	2,97	511	20	8	13,6	0,39	108	3
H-I	7,92	1.362	25	4	26,7	0,65	107	2
I-FC11	3,96	681	20	1	23,2	0,52	23	0
I-FC12	3,96	681	20	6	23,2	0,52	139	2

Tabla 16: Pérdida de carga en la planta 1.

DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERIAS DE CLIMATIZACION								
CONDICIONES DEL AGUA				Instalación OFICINAS-RFG BILBAO				
Temperatura media	10 °C				TIPO DE TUBERÍA			
Salto térmico	5 °C				Material ACERO SOLDADO			
Densidad	1.000 kg/m ³				Según Norma UNE 19.040			
Viscosidad	1,26 cST							
TRAMO	POTENCIA kW	CAUDAL l/h	TUBERIA DN	LONG. m	P. CARGA mmCA/m	VELOC. m/s	P.CARGA mmCA	AGUA l
RAMALES								
A-B	20,03	3.445	32	0,5	37,7	0,95	19	1
B-B1	7,75	1.333	25	4	25,7	0,64	103	2
B1-FC1	1,63	280	15	0,5	19,8	0,39	10	0
B1-FC2	2,97	511	20	8	13,6	0,39	108	3
B-C	12,28	2.112	32	5	15,1	0,58	76	5
C-FC3	2,97	511	20	2	13,6	0,39	27	1
C-D	9,31	1.601	25	4,5	36,2	0,77	163	3
D-FC4	1,63	280	15	1	19,8	0,39	20	0
D-FC5	1,63	280	15	1	19,8	0,39	20	0
D-E	6,05	1.041	25	10	16,2	0,50	162	6
E-FC6	1,63	280	15	1	19,8	0,39	20	0
E-FC7	1,63	280	15	1	19,8	0,39	20	0
E-F	2,79	480	20	5	12,1	0,36	60	2
F-FC8	2,97	511	20	2	13,6	0,39	27	1
F-FC9	2,97	511	20	1	13,6	0,39	14	0
G-H	13,51	2.324	32	2,5	18,1	0,64	45	3
H-FC10	2,97	511	20	1	13,6	0,39	14	0
H-I	4,60	791	20	12	30,7	0,60	369	4
F-FC11	1,63	280	15	1	19,8	0,39	20	0
F-FC12	2,97	511	20	2	13,6	0,39	27	1
H-J	5,94	1.022	25	4	15,6	0,49	62	2
J-FC13	2,97	511	20	1	13,6	0,39	14	0
J-FC14	2,97	511	20	6	13,6	0,39	81	2

Tabla 17: Pérdida de carga en las plantas 2-3-4-5-6.

DIMENSIONAMIENTO DE LAS TUBERIAS DE CLIMATIZACION								
CONDICIONES DEL AGUA				Instalación OFICINAS-RFG BILBAO				
Temperatura media	10 °C				TIPO DE TUBERÍA			
Salto térmico	5 °C				Material	ACERO SOLDADO		
Densidad	1.000 kg/m ³				Según Norma	UNE 19.040		
Viscosidad	1,26 cST							
TRAMO	POTENCIA kW	CAUDAL l/h	TUBERIA DN	LONG. m	P. CARGA mmCA/m	VELOC. m/s	P.CARGA mmCA	AGUA l
RAMALES								
A-B	13,80	2.374	32	0,5	18,8	0,65	9	1
B-FC1	1,63	280	15	4	19,8	0,39	79	1
B-C	12,17	2.093	32	5	14,9	0,57	74	5
C-FC2	2,97	511	20	2	13,6	0,39	27	1
C-D	9,20	1.582	25	4,5	35,4	0,76	159	3
D-FC3	1,63	280	15	1	19,8	0,39	20	0
D-FC4	1,63	280	15	1	19,8	0,39	20	0
D-E	5,94	1.022	25	8	15,6	0,49	125	5
E-FC5	2,97	511	20	1	13,6	0,39	14	0
E-FC6	2,97	511	20	10	13,6	0,39	136	4
F-G	13,51	2.324	32	2,5	18,1	0,64	45	3
F-FC7	2,97	511	20	1	13,6	0,39	14	0
G-H	4,60	791	20	6	30,7	0,60	184	2
H-FC8	1,63	280	15	1	19,8	0,39	20	0
H-FC9	2,97	511	20	6	13,6	0,39	81	2
G-J	5,94	1.022	25	4	15,6	0,49	62	2
J-FC10	2,97	511	20	1	13,6	0,39	14	0
J-FC11	2,97	511	20	6	13,6	0,39	81	2

Tabla 18: Pérdida de carga en las plantas 7-8.

3.5.3 Distribución ACS

Para el cálculo del caudal necesario de ACS total, se ha tenido en cuenta la tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato del CTE HS. En este caso al tratarse de oficinas, los baños solo requerirán los lavabos, 0,07 l/s cada uno. Las plantas 1,7 y 8 dispondrán de 6 baños y las plantas 2, 3, 4, 5 y 6 de 9 baños.

El caudal simultáneo se ha seleccionado acorde a la NORMA UNE 149201 con los siguientes coeficientes de simultaneidad:

Coeficientes hasta 20 L/s		0,682			0,450		-0,140							
REF	TRAMO	Q _T l/s	COEFICIENTES			Q _C l/s	V _{MAX} m/s	Φ _{MIN} mm	REF	Φ _{INT} mm	TUBERIA		V m/s	
			A	B	C									
	CUARTOS HUMEDOS								28					
1	BAÑO OFICINA	0,07	0,682	0,450	-0,140	0,06	1,50	7,1	27	8,0	10x1mm	CU	1,18	
	MONTANTES								47					
20	MNT01	4,10	0,682	0,450	-0,140	1,15	1,50	31,2	33	33,0	35x1 mm	CU	1,34	
	RAMAL SALA MAQ-PLANTA 8								28					
	HASTA P8	4,10	0,682	0,450	-0,140	1,15	1,50	31,2	33	33,0	35x1 mm	CU	1,34	
	HASTA P7	3,71	0,682	0,450	-0,140	1,09	1,50	30,4	33	33,0	35x1 mm	CU	1,27	
	HASTA P6	3,32	0,682	0,450	-0,140	1,03	1,50	29,6	33	33,0	35x1 mm	CU	1,20	
	HASTA P5	2,73	0,682	0,450	-0,140	0,93	1,50	28,1	33	33,0	35x1 mm	CU	1,09	
	HASTA P4	2,15	0,682	0,450	-0,140	0,82	1,50	26,4	33	33,0	35x1 mm	CU	0,96	
	HASTA P3	1,56	0,682	0,450	-0,140	0,69	1,50	24,3	32	26,0	28x1 mm	CU	1,31	
	HASTA P2	0,98	0,682	0,450	-0,140	0,53	1,50	21,3	32	26,0	28x1 mm	CU	1,01	
	HASTA P1	0,39	0,682	0,450	-0,140	0,31	1,50	16,1	31	20,0	22x1 mm	CU	0,98	

Tabla 19: Pérdidas de carga del circuito de ACS.

3.6 Expansión

El sistema de expansión se dimensiona de acuerdo al método de cálculo desarrollado en la norma UNE 100.155/04:

$$\text{Volumen Vaso} = V \cdot Cd \cdot Cs \cdot Pf / (Pf - Pi)$$

Definiendo el coeficiente de dilatación acorde a la NORMA UNE 100.155 y a 50 °C.

CÁLCULO DEL VASO DE EXPANSIÓN CERRADO DE LA INSTALACIÓN (sin compresor)	
DATOS DE PARTIDA	
VOLUMEN TOTAL DE AGUA DE LA INSTALACIÓN DE PRODUCCIÓN	3.500 l
COEFICIENTE DE DILATACIÓN (Cd)	0,011282
COEFICIENTE DE SEGURIDAD (Cs)	15 %
PRESIÓN DE LLENADO	15 m
ALTURA DEL VASO	0 m
PRESION DE TARADO VÁLVULA DE SEGURIDAD	4 bar
PRESIÓN ABSOLUTA INICIAL bar (Pi)	25 mCA
PRESIÓN ABSOLUTA MÁXIMA bar (Pf)	50 mCA
RESULTADOS DE CÁLCULO	
VOLUMEN DE DILATACIÓN DE AGUA	39 l
VOLUMEN DEL VASO MÍNIMO NECESARIO	90 l
VOLUMEN DEL VASO SELECCIONADO	100 l
PRESION RELATIVA LLENADO NITROGENO	15 mCA
PRESION RELATIVA FINAL REAL	35 mCA
DIÁMETRO TUBERÍA DE CONEXIÓN V.EXP INSTAL AL CIRCUITO	38 mm

Tabla 20: Cálculo del vaso de expansión del circuito de climatización.

Se selecciona un vaso de expansión IBAIONDO CMF-100 para la instalación de climatización.

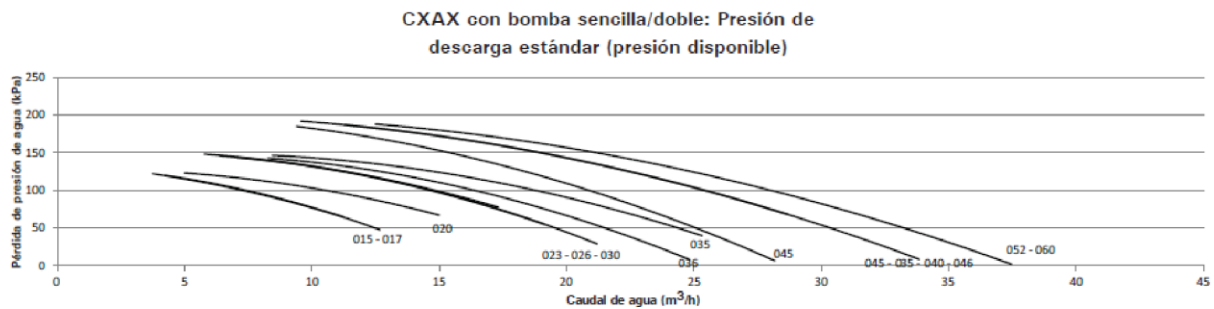
Para ACS se instala un IBAIONDO CMR-24, capaz de hacer frente a la dilatación del volumen de los depósitos acumuladores.

3.7 Bombas de circulación

Para producir la presión necesaria en la red, capaz de vencer las resistencias de rozamiento y las simples (o aisladas) que se oponen a la recirculación del agua por los conductos, se propone la instalación de grupos motobombas de rotor húmedo y cierre mecánico, con protección de motor IP-44, aptas para trabajar con agua entre -20°C y 140°C , y presión de 6 bar con agua a 0°C .

* CIRCUITO BOMBAS DE CALOR

Se opta por que las bombas de calor lleven incorporada la opción de bomba de circulación, que tienen la siguiente curva:



Gráfica 4: Curva de la bomba de circulación incorporada en las bombas de calor.

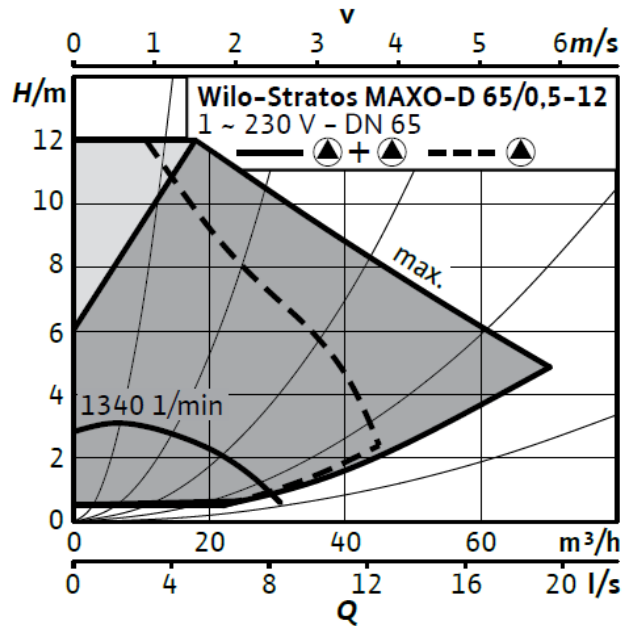
Para caudales de $10\text{ m}^3/\text{h}$ nos otorgan una presión de 10 mca, suficiente para vencer el 1 mca de las tuberías + 0,5 mca de la válvula SIEMENS de 2 vías.

* CIRCUITOS NORTE Y SUR PLANTAS

Se seleccionan bombas de caudal variable puesto que las unidades terminales van a funcionar con válvulas de 2 vías.

Los caudales a circular en ambos circuitos, rondarán los $2,5\text{ m}^3/\text{h}$ y deberán vencer la presión del circuito más desfavorable, que se obtendrá de la suma de la pérdida de carga del tramo de tubería (ida+retorno) al cual habrá que añadirle un 30% de pérdidas en accesorios, la pérdida de carga de la válvula PICV que se ubicará en la entrada de cada *fan-coil* con el fin de garantizar un caudal determinado a este, y la pérdida de carga de la unidad terminal. En este caso 7,2 mca para el circuito NORTE y 7,7 mca para el circuito SUR.

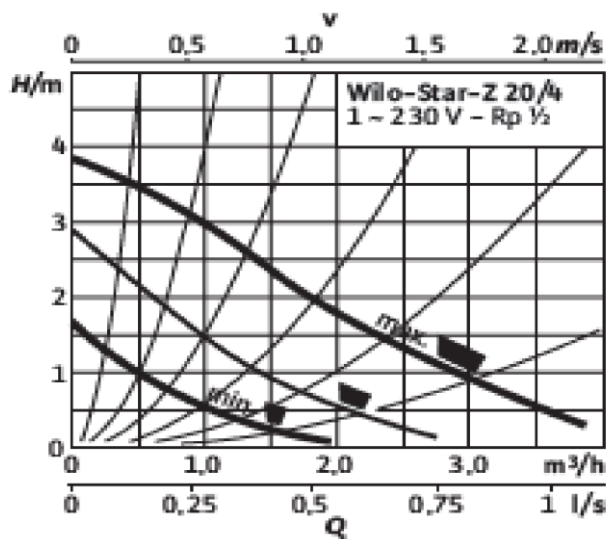
Por lo tanto se seleccionan 2 bombas dobles, una para cada circuito, de rotor húmedo con variador de frecuencia y capaces de regular el caudal dependiendo del salto térmico establecido, de la marca WILO modelo STRATOS MAXO-D 65/0,5-12 con la siguiente curva:



Gráfica 5: Curva de las bombas de los circuitos Norte y Sur.

* CIRCUITO RETORNO ACS

Para el circuito de retorno se selecciona una bomba que sea capaz de circular el 10% del caudal de los 1,15 l/s que es el caudal instantáneo como indica el DB HS4.. Es decir, unos 414 l/h y vencer una pérdida de carga de 1,5 mca. Con el correcto aislamiento de esta red y ese caudal se consigue que no se pierdan más de 3 °C en todo el circuito como también indica el CTE. Se selecciona, por lo tanto, una bomba de rotor húmedo doble marca WILO modelo STAR Z20/4.



Gráfica 6: Curva de la bomba de circulación del circuito de recirculación del ACS.

RESUMEN DE EQUIPOS INSTALADOS PARA CLIMATIZACIÓN Y ACS

REF	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS		MARCA	MODELO
01	BOMBA DE CALOR CLIMATIZACIÓN GENERAL	59 kW		TRANE	CXAX 020 SE-SN
02	VÁLVULA MOTORIZADA 2 VÍAS (16 ud)			SIEMENS	
03	DEPÓSITO INERCIA FRÍO	800 l		LAPESA	GEISER G-800 II
04	DEPÓSITO INERCIA CALOR	800 l		LAPESA	GEISER G-800 II
05	CONTADOR DE ENERGÍA GENERAL CALOR	DN 80	40,0 m ³ /h	SIEMENS	UH50-C61
06	CONTADOR DE ENERGÍA GENERAL FRÍO	DN 80	40,0 m ³ /h	SIEMENS	UH50-C61
07	CONTADOR DE ENERGÍA CALOR-FRÍO (16 ud)	1 1/4 "	6,0 m ³ /h	SIEMENS	UH50-C50
08	BOMBA DOBLE CIRCUITO NORTE			WILO	STRATOS MAXO-D 65/0,5-12
09	BOMBA DOBLE CIRCUITO SUR			WILO	STRATOS MAXO-D 65/0,5-12
10	VÁLVULA MOTORIZADA 2 VÍAS (8 ud)			SIEMENS	
11	VASO EXPANSIÓN INSTALACIÓN CLM			IBAIONDO	100-CMF
12	BOMBA DE CALOR ACS CON DEPÓSITO ACUM	270 l		VAILLANT	aroSTOR VWL B 270/6
13	VASO DE EXPANSIÓN A.C.S.	24 l	8,0 BAR	IBAIONDO	24-CMR
14	CONTADOR ENERGÍA APORTADA ACS	1 "	2,5 m ³ /h	SIEMENS	UH50-A36
15	CONTADOR ENERGÍA RETORNO ACS	3/4 "	1,5 m ³ /h	SIEMENS	UH50-A21
16	BOMBA RETORNO ACS			WILO	STAR Z20/4
17	VÁLVULA DE 3 VÍAS MOTORIZADA			SIEMENS	
18	CONTADOR VOLUMÉTRICO (8 ud)			SIEMENS	

Tabla 21: Resumen de los equipos instalados para la climatización y ACS.

3.8 Conductos de ventilación

En los cuadros siguientes se da el cálculo de los conductos de fibra de vidrio, para los caudales indicados; el cálculo se ha realizado con el software DUCTO de ATECYR utilizando el método de la pérdida de carga constante, en este caso de 1 Pa/m. Con el fin de limitar las pérdidas de carga y los niveles sonoros, la velocidad se ha limitado a 8 m/s.

Condiciones cálculo

Instalación: Sin dimensionar
 Sin_ventilador
 Instalación: Equilibrada
 Método de cálculo: Presión constante
 Pérdida de carga constante (Pa/m): 1
 Pérdida de carga adicional en Filtros, baterías, etc. (Pa): 30

Material

Especificación: Fibra_de_vidrio
 alfa: 1.125

Condiciones del aire

Temperatura: 20 °C
 Altura sobre el nivel del mar: 0

* PLANTA 1

Trayectos

Iden	Equilibrado (Pa)	Diafragma Alibre/Atotal	DP total (Pa)
I1_I2_I14_D1	37.49	0.51	170.06
I1_I2_I3_I15_D2	30.03	0.53	170.06
I1_I2_I3_I4_I16_D3	32.97	0.52	170.06
I1_I2_I3_I4_I5_I17_D4	26.27	0.54	170.06
I1_I2_I3_I4_I5_I6_I18_D5	63.2	0.47	170.06
I1_I2_I3_I4_I5_I6_I7_D6	67.6	0.46	170.06
I1_I8_I19_D7	71.42	0.46	170.06
I1_I8_I9_I20_D8	63.12	0.47	170.06
I1_I8_I9_I10_I21_D9	16.96	0.6	170.06
I1_I8_I9_I10_I11_I22_D10	19.95	0.57	170.06
I1_I8_I9_I10_I11_I12_I23_D11	8.83	0.64	170.06
I1_I8_I9_I10_I11_I12_I13_D12	0	1	170.06
X1_X3_X4_X5_X6_X7_X8_X9_R1	1.99	0.77	160.41
X1_X2_R2	69.12	0.46	160.41
X1_X3_X4_X5_X6_X7_X8_X15_R3	0	1	160.41
X1_X3_X4_X5_X6_X7_X14_R4	9.79	0.63	160.41
X1_X3_X4_X5_X6_X13_R5	19.15	0.57	160.41
X1_X3_X4_X5_X12_R6	28.17	0.54	160.41
X1_X3_X10_R7	76.16	0.43	160.41
X1_X3_X4_X11_R8	47.42	0.51	160.41

Tabla 22: Conductos de ventilación y sus pérdidas de carga en la planta 1.

* PLANTAS 2-3-4-5-6

Trayectos

Iden	Equilibrado (Pa)	Diafragma Alibre/Atotal	DP total (Pa)
I1_I2_I14_D1	83.17	0.44	240.68
I1_I2_I3_I15_D2	4	0.73	240.68
I1_I2_I3_I4_I16_D3	77.44	0.45	240.68
I1_I2_I3_I4_I5_I17_D4	0	1	240.68
I1_I2_I3_I4_I5_I6_I18_D5	107.99	0.42	240.68
I1_I2_I3_I4_I5_I6_I7_D6	108.6	0.44	240.68
I1_I8_I19_D7	115.57	0.42	240.68
I1_I8_I9_I20_D8	105.01	0.42	240.68
I1_I8_I9_I10_I21_D9	65.56	0.48	240.68
I1_I8_I9_I10_I11_I22_D10	62.26	0.49	240.68
I1_I8_I9_I10_I11_I12_I23_D11	51.7	0.49	240.68
I1_I8_I9_I10_I11_I12_I13_I25_D12	44.76	0.5	240.68
I1_I8_I9_I10_I11_I12_I13_I24_I27_D13	43.92	0.52	240.68
I1_I8_I9_I10_I11_I12_I13_I24_I26_D14	41.43	0.52	240.68
X1_X3_X4_X5_X6_X7_X8_X9_X16_R1	15.37	0.59	197.55
X1_X2_R2	82.12	0.46	197.55
X1_X3_X4_X5_X6_X7_X8_X15_R3	23.08	0.57	197.55
X1_X3_X4_X5_X6_X7_X14_R4	28.64	0.56	197.55
X1_X3_X4_X5_X6_X13_R5	34.67	0.55	197.55
X1_X3_X4_X5_X12_R6	42.65	0.52	197.55
X1_X3_X10_R7	89.91	0.44	197.55
X1_X3_X4_X11_R8	63.94	0.49	197.55
X1_X3_X4_X5_X6_X7_X8_X9_X17_X19_R9	6.05	0.69	197.55
X1_X3_X4_X5_X6_X7_X8_X9_X17_X18_R10	0	1	197.55

Tabla 23: Conductos de ventilación y sus pérdidas de carga en las plantas 2, 3, 4, 5 y 6.

* PLANTAS 7-8

Trayectos

Iden	Equilibrado (Pa)	Diafragma Alibre/Atotal	DP total (Pa)
I1_I2_I14_D1	83.14	0.44	214.14
I1_I2_I3_I15_D2	3.29	0.74	214.14
I1_I2_I3_I4_I16_D3	76.9	0.45	214.14
I1_I2_I3_I4_I5_I17_D4	0	1	214.14
I1_I8_I19_D7	114.77	0.42	214.14
I1_I8_I9_I20_D8	104.4	0.42	214.14
I1_I8_I9_I10_I21_D9	70.29	0.48	214.14
I1_I8_I9_I10_I11_I22_D10	63.07	0.49	214.14
I1_I8_I9_I10_I11_I12_I23_D11	58.14	0.48	214.14
I1_I8_I9_I10_I11_I12_I13_D12	53.74	0.48	214.14
I1_I2_I3_I4_I5_I6_D13	102.34	0.44	214.14
X1_X2_R2	66.96	0.48	
X1_X3_X4_X5_X6_X7_X8_X15_R3	0	1	

X1_X3_X4_X5_X6_X7_X14_R4	9.57	0.63	
X1_X3_X4_X5_X6_X13_R5	18.09	0.6	
X1_X3_X4_X5_X12_R6	25.98	0.56	
X1_X3_X10_R7	73.25	0.48	
X1_X3_X4_X11_R8	46.42	0.51	
X1_X3_X4_X5_X6_X7_X8_X9_R9	3.31	0.74	

Tabla 24: Conductos de ventilación y sus pérdidas de carga en las plantas 7 y 8.

3.9 Difusores

Se seleccionan difusores tangenciales de la marca TROX modelo ADLR-Q-ZH y rejillas TROX modelo AT-AG.

* PLANTA 1

Difusores

Iden	Marca	Caudal deseado (m ³ /h)	Caudal final (m ³ /h)	v. final (m/s)	DP final (Pa)
D1	Tangencial	150	150	2	39.07
D2	Tangencial	150	150	2	39.07
D3	Tangencial	150	150	2	39.07
D4	Tangencial	150	150	2	39.07
D5	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D6	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D7	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D8	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D9	Tangencial	250	250	0.8	6.25
D10	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D11	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D12	Tangencial	150	150	0.48	2.25
R1	Rejilla	300	300	0.45	0.23
R2	Rejilla	150	150	0.23	0.06
R3	Rejilla	250	250	0.38	0.16
R4	Rejilla	300	300	0.45	0.23
R5	Rejilla	300	300	0.45	0.23
R6	Rejilla	150	150	0.23	0.06
R7	Rejilla	200	200	0.3	0.1
R8	Rejilla	250	250	0.38	0.16

Tabla 25: Difusores y rejillas en la planta 1 con sus caudales y velocidades.

* PLANTAS 2-3-4-5-6

Difusores

Iden	Marca	Caudal deseado (m ³ /h)	Caudal final (m ³ /h)	v. final (m/s)	DP final (Pa)
D1	Tangencial	150	150	2	39.07
D2	Tangencial	250	250	3.33	108.53
D3	Tangencial	150	150	2	39.07

D4	Tangencial	250	250	3.33	108.53
D5	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D6	Tangencial	250	250	0.8	6.25
D7	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D8	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D9	Tangencial	250	250	0.8	6.25
D10	Tangencial	250	250	0.8	6.25
D11	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D12	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D13	Tangencial	250	250	0.8	6.25
D14	Tangencial	250	250	0.8	6.25
R1	Rejilla	300	300	0.45	0.23
R2	Rejilla	250	250	0.38	0.16
R3	Rejilla	250	250	0.38	0.16
R4	Rejilla	250	250	0.38	0.16
R5	Rejilla	350	350	0.53	0.31
R6	Rejilla	250	250	0.38	0.16
R7	Rejilla	400	400	0.6	0.4
R8	Rejilla	250	250	0.38	0.16
R9	Rejilla	250	250	0.38	0.16
R10	Rejilla	250	250	0.38	0.16

Tabla 26: Difusores y rejillas en las plantas 2, 3, 4, 5 y 6 con sus caudales y velocidades.

* PLANTAS 7-8

Difusores

Iden	Marca	Caudal deseado (m ³ /h)	Caudal final (m ³ /h)	v. final (m/s)	DP final (Pa)
D1	Tangencial	150	150	2	39.07
D2	Tangencial	250	250	3.33	108.53
D3	Tangencial	150	150	2	39.07
D4	Tangencial	250	250	3.33	108.53
D7	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D8	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D9	Tangencial	250	250	0.8	6.25
D10	Tangencial	250	250	0.8	6.25
D11	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D12	Tangencial	150	150	0.48	2.25
D13	Tangencial	250	250	0.8	6.25
R2	Rejilla	250	250	0.38	0.16
R3	Rejilla	250	250	0.38	0.16
R4	Rejilla	300	300	0.45	0.23
R5	Rejilla	250	250	0.38	0.16
R6	Rejilla	250	250	0.38	0.16
R7	Rejilla	350	350	0.53	0.31
R8	Rejilla	250	250	0.38	0.16
R9	Rejilla	250	250	0.38	0.16

Tabla 27: Difusores y rejillas en las plantas 7 y 8 con sus caudales y velocidades.

ASPECTOS ECONÓMICOS

1. Presupuesto elaboración proyecto

Para determinar el presupuesto de la elaboración del siguiente proyecto, será necesario fijar las horas de trabajo de los participantes en dicho proyecto. Las horas de trabajo se basarán en las reuniones que hayan tenido técnico y director a lo largo del año y también en las horas trabajadas en el proyecto.

	HORAS	€/HORAS	TOTAL (€)
DIRECTOR	40	60	2.400 €
TÉCNICO	420	30	12.600 €
TOTAL	-	-	15.000 €

Tabla 28: Presupuesto del grupo de trabajo

Los costes no-directos serán el 2% del coste personal, es decir, **300 €**.

Para el desarrollo del proyecto se va a suponer que se trabaja en un solo turno de 8 horas diarias; considerando que al año hay 220 días laborables, se obtiene que las horas útiles al año son 1.760 horas.

En lo que a la amortización se refiere, los cálculos han sido realizados mediante los software CLIMA y DUCTO, los cuales son gratuitos a través de la organización ATECYR. Aparte de eso también se ha utilizado el programa *Microsoft Office* para cálculos, elaboración de la memoria, etc. Para todo esto será necesario el uso de un ordenador junto con el sistema operativo correspondiente, mediante el cual se podrá desarrollar el proyecto. Para la elaboración de los planos y esquemas hidráulicos se utilizará el software *AUTOCAD*.

AMORTIZACIÓN	COSTE (€)	VIDA ÚTIL (h)	HORAS CONSUMIDAS	AMORTIZACIÓN (€)
ORDENADOR	850	7.040	420	50,71 €
SISTEMA OPERATIVO WINDOWS 10	145	4.500	420	13,53 €
MICROSOFT OFFICE 365	79	1.460	300	16,23 €
AUTOCAD	2.342	1.460	100	160,41 €
TOTAL				240,88 €

Tabla 29: Costes de los medios amortizables.

Los costes totales del proyecto, es decir, la suma entre los costes directos e indirectos es: **15.540,88 €**.

Hay que mencionar que los costes de la instalación propuesta se determinan en el siguiente apartado.

2. Presupuesto ejecución instalación propuesta

En este apartado se especifica la relación de materiales necesaria para la ejecución de la instalación propuesta en este proyecto. Finalmente se valoran tanto los materiales como la mano de obra correspondiente.

* PRODUCCIÓN CLIMATIZACIÓN

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
4	Bomba de calor TRANE, modelo CXAX020 E1 con una potencia de 59 kW con dos compresores. - Bombas circulación	
16	Puesta en marcha de bombas de calor Válvulas de mariposa motorizadas estancas de DN40 SIEMENS SAL31.00VKF46.40	
8	Filtro roscado de 2"	
16	Válvulas de esfera de 2"	
4	Válvulas de mariposa de 4".	
4	Válvulas de seguridad de 1"	
4	Manómetro de glicerina de 0 a 6 kg	
16	Termómetro de 0 a 120 °C, vaina de 100 mm.	
8	Tacos de amortiguación de 2"	
1	Presostato de 1 a 10 kg	
2	Depósito de inercia de 800 litros fabricado en chapa de acero, con aislamiento exterior y forro para intemperie LAPESA, modelo G-800-II	
-	m. tubo acero DIN 2440 de 4" y 2" con aislamiento acabado en aluminio	
-	Curvas de 4" y 2" N3	
-	Reducciones	
-	Caps de 4"	
-	m. tubo cobre llenado y vaciado de 35 mm	
-	Codos de cobre de 35 mm	
-	Válvulas de bola de 1 ¼" vaciados	
1	Contador de energía térmica calor SIEMENS UH50-C61, con un caudal de 40 m ³ /h y DN100. Con módulo de comunicación RS-485	
1	Contador de energía térmica frío SIEMENS UH50-C61, con un caudal de 40 m ³ /h y DN100. Con módulo de comunicación RS-485	
1	Vaso de expansión IBAIONDO 100 CMF	
-	Accesorios de soldadura	
16	Purgador automático Spirotop de ½"	
-	Pequeños accesorios	
-	Mano de obra de montaje de todo el sistema de colector, y tuberías de conexionado a sala de bombas	

*** COLECTORES Y BOMBAS**

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
8	Válvulas esfera motorizadas de dos vías SIEMENS DN 50	
5	Válvulas de bola de 2"	
4	Válvulas de mariposa de 4"	
2	Bomba WILO STRATOS MAXO 65/0,5-12	
16	Contador de energía térmica calor-frío SIEMENS UH50-C61, con un caudal de 6 m ³ /h y DN100. Con módulo de comunicación RS-485	
-	m. tubo acero DIN 2440 de 6", 4"	
	Curvas de 4" y 2"	
	Reducciones	
	Caps de 6"	
	m. tubo cobre llenado y vaciado de 35 mm	
	Codos de cobre de 35 mm	
	Válvulas de bola de 1 1/4" vaciados	
4	Manómetros de 0 a 6 kg/cm ² de glicerina	
4	Termómetros de 0 a 120 °C vaina de 100 mm	
-	Válvulas de bola de	
	Reducciones	
	Mano de obra de montaje y conexionado	

*** DISTRIBUCIÓN TUBERÍAS CLIMATIZACIÓN Y ELEMENTOS TERMINALES**

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
52	Metros de tubería de acero soldado DN15 con accesorios y aislamiento correspondiente	
208	Metros de tubería de acero soldado DN20 con accesorios y aislamiento correspondiente	
160	Metros de tubería de acero soldado DN25 accesorios y aislamiento correspondiente	
140	Metros de tubería de acero soldado DN32 con accesorios y aislamiento correspondiente	
12	Metros de tubería de acero soldado DN40 con accesorios y aislamiento correspondiente	
26	Metros de tubería de acero soldado DN50 accesorios y aislamiento correspondiente	
50	Metros de tubería de acero soldado DN65 con accesorios y aislamiento correspondiente	
42	Fan-coil consola techo SAUNIER DUVAL SD 4-017 NC	
55	Fan-coil consola techo SAUNIER DUVAL SD 4-030 NC	
3	Fan-coil cassette SAUNIER DUVAL SD 4-035 NK	
1	Fan-coil cassette SAUNIER DUVAL SD 4-050 NK	
101	Válvulas PICV SEDICAL K2SM15P, caudal 75-1.135 l/h y presión 10-90 kPa	
	Accesorios de anclaje y unión	
	Mano de obra montaje y conexiones	

* INSTALACIÓN ACS Y MONTANTES

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
2	Bomba de calor VAILLANT aroSTOR con depósito de 270 litros	
46	Metros de tubería de cobre de 22 mm con accesorios y aislamiento correspondiente	
6	Metros de tubería de cobre de 28 mm con accesorios y aislamiento correspondiente	
32	Metros de tubería de cobre de 35 mm con accesorios y aislamiento correspondiente	
	Bomba WILO STAR Z20/4 para retorno ACS	
1	Válvula de 3 vías motorizada SIEMENS	
1	Contador de energía para producción ACS	
1	Contador de energía para retorno de ACS	
8	Contador volumétrico para caudal ACS de cada planta	
1	Contador volumétrico ACS general	
1	Vaso de expansión IBAIONDO 24 CMR	
	Válvulas de bola y de retención	
	Accesorios de anclaje y unión	
	Mano de obra montaje y conexiones	

* VENTILACIÓN Y CONDUCTOS

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
3	Unidades de ventilación con recuperador de calor RCE-34-N-AE-F6/F6+F8	
5	Unidades de ventilación con recuperador de calor RCE-55-N-AE-F6/F6+F8	
1.900	Metros cuadrados de fibra de vidrio para conductos de ventilación	
108	Difusores tangenciales TROX para impulsión de ventilación	
76	Rejillas TROX para retorno de ventilación	
	Accesorios de sujeción etc	
	Mano de obra montaje y conexiones	

* INSTALACIÓN ELÉCTRICA

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
1	Cuadro de instalación eléctrica	
	Diferencial general	
	Relés	
	Magnetotérmicos	
	Metros de cable	
	Bandejas bicromatadas	
	Accesorios de anclaje y unión	
	Mano de obra montaje y conexiones	

*** SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL**

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	IMPORTE
1	Controlador SIEMENS modular Bacnet/LON PXC100-E.D	
1	Tarjeta servidor web con gráficos PXA40-W2	
1	Terminal de operador para DESIGO PX TXS1-12F10	
2	Módulo de conexión a bus TXS1.12F10	
2	Módulo de conexión a bus TXS1.EF10	
8	Módulo de entradas TXM1.8U y TXM1.16D	
12	Módulo de salidas TXM1.6R-M y TXM1.6RL	
1	Módulo integración RS232/485	
	Sonda temperatura exterior QAC22	
	Sondas de temperatura inmersión QAE2120.015	
	Sonda temperatura exterior QAA24	
	Ingeniería y esquemas de programación	

El presupuesto total de la instalación propuesta tal como ha sido indicada en los apartados anteriores, asciende a: **780.000,00 €**

CONCLUSIONES

Una vez dimensionada la instalación de climatización y ACS del edificio de oficinas situado en Bilbao se pueden sacar las siguientes conclusiones.

Lo primordial ha sido realizar el cálculo de cargas correctamente, puesto que, este factor es determinante a la hora de dimensionar y seleccionar el tipo de instalaciones del edificio. No solo ha sido fundamental seleccionar los elementos constructivos del edificio con las características correctas acorde a la normativa, sino que habrá que definir adecuadamente también el uso que se le va a dar al edificio. Con el resultado de las cargas térmicas se ha podido apreciar, por lo tanto, que en los edificios que cumplen con los últimos reglamentos, estas son muy inferiores a las cargas que se dan en los edificios más antiguos permitiendo así seleccionar máquinas y demás elementos de menor potencia con el ahorro que ello en cuanto a inversión inicial y posterior coste operacional.

Por otro lado, también se puede apreciar que aunque se opte por un tipo de instalación u otro, las alternativas pueden ser numerosas e interesantes, y es por ello que estas no se deben obviar. Cada edificio, por lo tanto, podrá diseñarse de diferentes formas de acuerdo a los criterios del proyectista siempre y cuando estos sean razonables y viables.

En cuanto a la selección de equipos, en la actualidad existe un sinnúmero de equipamiento gracias a la gran variedad del mercado, sin embargo, para este apartado se ha visto que hay que buscar un equilibrio entre fiabilidad, precio y características.

Para todo ello hay que tener muy en cuenta la normativa vigente como se ha ido haciendo hincapié a lo largo de todo el proyecto, dado que es esta la que en muchas ocasiones fijará los requisitos mínimos que han de cumplir las instalaciones. En el caso de este proyecto, por lo tanto, los cálculos se han hecho acorde a estas con el fin de poder legalizar la instalación una vez se ejecutara y asegurando así la seguridad y condiciones de bienestar de los diferentes usuarios. También se aprecia que las actualizaciones de las diferentes normativas, están dirigiendo a estas a ser lo más beneficiosas con el medio ambiente posibles debido a los nuevos requisitos que se recogen en estas. Con esto se logrará que en el sector de la edificación las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con el confort térmico de los usuarios se reduzcan considerablemente.

En definitiva, este proyecto aporta transparencia y compromiso con la normativa vigente, así como clarificar y definir las instalaciones de climatización y ACS adecuadamente para facilitar así la ejecución de estas, teniendo como resultado un edificio de oficinas donde el confort térmico, la calidad de aire, las necesidades de ACS y la seguridad de los diferentes usuarios quede garantizada.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Statistical Review of World Energy 2021 | 70th edition. Recuperado 16 de septiembre de 2022 <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2021-full-report.pdf>
- [2] EEA greenhouse gases - data viewer. (s. f.). European Environment Agency. Recuperado 16 de septiembre de 2022, de <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>
- [3] Dossat RJ, Horan TJ. Principles of refrigeration. John Wiley and Sons; 2001.
- [4] Moran MJ, Shapiro HN. Fundamentals of engineering thermodynamics. 5th ed. John Wiley & Sons; 2006.
- [5] A. Redko, O. Redko, and R. DiPippo, *Principles and operation of refrigeration and heat pump systems*. 2020.
- [6] Ministerio de Industria “Factores de emisión de CO₂ y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España. “*doc. Reconocido del Reglam. Instal. Térmicas en los Edif.*, pp. 16, 17, 18, 2016. https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Factores_emision_CO2.pdf

ANEXOS

ANEXO I

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista (o los contratistas si los hubiere) elaboren el correspondiente **Plan de Seguridad y Salud en el trabajo**, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Si en la obra interviniesen más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra; esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

2. EMPLAZAMIENTO DE LA OBRA

Los datos del emplazamiento y de la obra son:

Localidad	Bilbao (BIZKAIA)
Suministro eléctrico	De la propiedad
Suministro de agua	De la propiedad

3. REGLAMENTACIÓN

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre.

BOE de 25 de octubre de 1.997.

Prevención de Riesgos Laborales.

Ley 31/1.995 de 8 de noviembre.

BOE de 10 de noviembre de 1.995.

Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 39/1.997 de 17 de enero.

BOE de 31 de enero de 1.997.

Desarrollo del RD 39/1.997.

Orden de 27 de junio de 1.997.

BOE de 4 de julio de 1.997.

Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 486/1.997 de 14 de abril.

BOE de 23 de abril de 1.997.

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Real Decreto 487/1.997 de 14 de abril.

BOE de 23 de abril de 1.997.

Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo.

BOE de 12 de junio de 1.997.

Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 1.215/1.997 de 18 de julio.

BOE de 7 de agosto de 1.997.

4. PROCESO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

Las diferentes fases de la obra a que se refiere el presente Estudio Básico son:

Acopio de materiales y preparación de maquinaria

Preparación de los espacios de trabajo para la ubicación de la maquinaria (terraja, soldadura, etc.) y acopio de materiales necesarios (tubería, accesorios, bombas de calor, etc.).

Montaje de tuberías y equipos

Colocación de los equipos en su ubicación final y montaje de las tuberías de conexión entre los mismos.

Puesta en marcha

Una vez realizada la instalación se debe proceder a las pruebas hidráulicas, de libre dilatación, confort y correcto funcionamiento de los equipos; en esta fase se utiliza el combustible.

Pintura, herrería y remates de albañilería

Para dar por finalizada la obra se deberán realizar los remates de pintura de la sala, puertas de acceso, reposiciones de albañilería, etc.

Las fases de ejecución anteriormente indicadas se solaparán en el tiempo coexistiendo en cada momento varias de ellas, por lo que corresponde al contratista reflejar en el Plan de Seguridad el orden exacto en el que se van a llevar a cabo, y el tiempo estimado de duración de cada uno de los trabajos.

5. HERRAMIENTA, MAQUINARIA Y MEDIOS AUXILIARES PREVISTOS

Para la realización de los trabajos se estima necesario el uso de la siguiente herramienta y equipos:

Herramienta de mano:

- De apriete: Destornilladores, llaves, alicates, tenazas, remachadora.
- Punzante: Cinceles, punteros, brocas.
- De percusión: Mazas, martillos.
- De corte: Cortafríos, tijeras, sierras, cortatubos.
- Otras: Curvadoras, limas, niveles, metro, etc.

Maquinaria eléctrica: Taladros, esmeriladora circular.

Equipos de Soldadura: Lámpara de gas.

Medios Auxiliares: Escaleras de mano, medios para trabajo en altura, andamios tubulares.

6. ANÁLISIS DE RIESGOS

Los riesgos son debidos a la propia característica de los trabajos y al uso de la maquinaria y herramienta.

6.1 POR LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel, por la presencia de obstáculos y falta de limpieza.
- Caída de objetos en su transporte.
- Esfuerzos en el transporte de los materiales de la instalación o por malas posturas.
- Golpes por materiales.
- Contactos eléctricos.
- Cortes por materiales.

6.2 POR EL USO DE LA MAQUINARIA Y HERRAMIENTA

Los riesgos debidos a la herramienta y maquinaria se originan en la mala conservación de la misma, a su uso inadecuado, a la falta de conocimientos en su manejo y a las negligencias de los operarios y son:

- Contactos Eléctricos Directos por falta de aislamiento.
- Contactos Eléctricos Indirectos por humedad.
- Golpes por elementos manuales.
- Cortes por elementos eléctricos y/o manuales.
- Polvo en la realización de rozas, perforaciones y demoliciones.
- Quemaduras por soldaduras.
- Explosiones por soldaduras.
- Incendio por la acción de la soldadura.
- Intoxicación por la inhalación de vapores.
- Lesiones por sobreesfuerzos en el traslado de objetos.

7. CLASIFICACIÓN DE RIESGOS

7.1 RIESGOS EVITABLES

Los riesgos evitables totalmente son los derivados de la rotura de instalaciones existentes, suministro de agua, electricidad, saneamiento, etc.

Acción preventiva: Se localizarán las instalaciones existentes, con las que se pueda interferir en la obra, respetándose las distancias mínimas fijadas en las correspondientes normativas.

7.2 RIESGOS NO EVITABLES

Los riesgos No Evitables son los inherentes a la propia actividad y se analizan en el siguiente capítulo.

7.3 RIESGOS ESPECIALES

Los trabajos que implican riesgos especialmente graves son las caídas de altura y los riesgos de explosión por una incorrecta puesta en servicio de las instalaciones.

Para los trabajos en altura se adoptarán medidas especiales empleando equipos adecuados. Para la colocación de andamios exteriores se redactará el correspondiente proyecto.

Se dispondrá en todo momento de extintores de eficacia adecuada a las labores que se estén desarrollando, y especialmente cuando se estén realizando labores de soldadura.

8. NORMAS DE ACTUACIÓN PREVENTIVA PARA LOS RIESGOS NO EVITABLES

8.1 PLANIFICACIÓN DE LOS TRABAJOS

Se establecerá un programa para cadenciar el avance de los trabajos, así como la retirada y acopio de la totalidad de los materiales empleados.

Será debidamente cercada la zona en la cual pueda haber peligro de caída de materiales, y no se haya podido apantallar adecuadamente la previsible parábola de caída del material.

8.2 ANTES DEL INICIO DE LOS TRABAJOS

Se efectuará un estudio de acondicionamiento de las zonas de trabajo, para prever la colocación de maquinaria, acopio de materiales, zonas de paso y formas de acceso y poder utilizarlos de manera conveniente.

Se dispondrá de un **botiquín** con el material necesario para primeros auxilios, así como un panel con las medidas recomendadas en caso de accidente y con los teléfonos y direcciones de los centros sanitarios y de urgencias más próximos.

Se dispondrá de un local o zona para vestuario y aseo del personal.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso el equipo indispensable y necesario, **prendas de protección individual** tales como cascos, gafas, guantes, botas de seguridad homologadas, impermeables y otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer y evacuar a los operarios que puedan accidentarse.

En los riesgos puntuales y esporádicos de caída de altura, se utilizará **obligatoriamente** el Arnés de seguridad.

El personal habrá sido **instruido** sobre la utilización correcta de los equipos individuales de protección, necesarios para la realización de su trabajo; además tendrá el conocimiento mecánico elemental de las máquinas y herramientas que deba utilizar, del sistema de trabajo a aplicar, del mantenimiento preventivo correspondiente así como de las normas de seguridad en el trabajo y primeros auxilios.

8.3 DURANTE LA REALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

8.3.1. NORMAS DE CARÁCTER GENERAL

Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas. Las máquinas y herramientas estarán en perfecto estado, empleándose las más adecuadas para cada uso, siendo utilizadas por personal autorizado o experto a criterio del encargado de obra.

- Protecciones Personales

Durante la ejecución de todos aquellos trabajos que conlleven un riesgo de proyección de partículas, se establecerá la obligatoriedad de uso de **gafas de seguridad**, con cristales incoloros, templados y ópticamente neutros, montura resistente, puente universal y protecciones laterales de plástico perforado. En los casos precisos, los cristales serán graduados y protegidos por otros superpuestos.

En los trabajos de desbarbado de piezas metálicas, se utilizarán las **gafas herméticas de tipo cazoleta**, ajustables mediante banda elástica, por ser las únicas que garantizan la protección ocular contra partículas rebotadas.

La totalidad del personal utilizará **cascos** protectores que cumplan especificaciones, cuando se estén realizando trabajos que así lo requieran.

El personal utilizará durante el desarrollo de sus trabajos, **guantes** de protección adecuados a las operaciones que realicen.

Como medida preventiva frente al riesgo de golpes en extremidades inferiores se dotará al personal de **botas de seguridad**.

Todos los operarios utilizarán cinturón de seguridad dotado de arnés anclado a un punto fijo en aquellas operaciones en las que se realicen trabajos en altura, que no puedan ser protegidos mediante elementos de protección colectiva.

8.3.2. NORMAS DE CARÁCTER ESPECÍFICO

Al finalizar cada jornada no deben quedar elementos del edificio en estado inestable que el viento, las condiciones atmosféricas u otras causas puedan provocar su derrumbamiento.

8.3.2.1. Manejo de Herramientas Manuales

De Apriete:

- Para el uso de llaves y destornilladores utilizar guantes de tacto.
- Para romper, golpear y arrancar rebabas de mecanizado, utilizar gafas anti-impactos.
- No se llevarán las llaves y destornilladores sueltos en el bolsillo, si no en fundas adecuadas y sujetas al cinturón.
- No sujetar con la mano la pieza que se va a atornillar.
- No se emplearán cuchillos o medios improvisados para sacar o introducir tornillos.
- Las llaves se utilizarán limpias y sin grasa.
- No utilizar las llaves para martillar, remachar o como palanca.
- No empujar nunca una llave sino tirar de ella.
- Emplear la llave adecuada a cada tuerca, no introduciendo nunca cuñas para ajustarla.

Punzantes:

- Deben emplearse gafas anti-impacto de seguridad, homologadas para impedir que esquirlas y trozos desprendidos de material puedan dañar a la vista.
- Se dispondrá de pantallas faciales protectoras abatibles, si se trabaja en la proximidad de otros operarios.
- Utilización de protectores de goma maciza para asir la herramienta y absorber el impacto fallido (protector tipo "Goma Nos" o similar).
- En cinceles y punteros comprobar las cabezas antes de comenzar a trabajar y desechar aquellos que presenten rebabas, rajadas o fisuras; para lo que deberán estar correctamente afiladas.
- No se lanzarán las herramientas, sino que se entregarán en la mano.
- No cincelar, taladrar, marcar, etc., nunca hacia uno mismo ni hacia otras personas; deberá hacerse hacia afuera y procurando que nadie esté en la dirección del cincel.
- No se emplearán nunca los cinceles y punteros para aflojar tuercas.

- El vástago será lo suficientemente largo como para poder cogerlo cómodamente con la mano o bien utilizar un soporte para sujetar la herramienta.
- No mover la broca, el cincel, etc., hacia los lados para así agrandar el agujero, ya que puede partirse y proyectar esquirlas.
- Por tratarse de herramientas templadas no conviene que cojan temperaturas elevadas con el trabajo ya que se tornan quebradizas y frágiles. En el afilado de este tipo de herramientas se tendrá presente este aspecto, debiéndose adoptar precauciones frente a los desprendimientos de partículas y esquirlas.

De percusión:

- Empleo de prendas de protección adecuadas, especialmente gafas de seguridad o pantallas faciales de rejilla metálica o policarbonato.
- Las pantallas faciales serán preceptivas si en las inmediaciones se encuentran otros operarios trabajando.
- Rechazar toda herramienta con el mango defectuoso.
- No tratar de reparar los mangos rajados.
- Estas herramientas se utilizarán exclusivamente para golpear y siempre con la cabeza.
- Las aristas de la cabeza han de ser ligeramente romas.

8.3.2.2. Máquinas eléctricas portátiles

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar en este tipo de máquinas serán las siguientes:

- Cuidar que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes o cualquier otro defecto.
- Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.
- Para desconectarla tirar del propio enchufe nunca del cable.
- Si la máquina a emplear no es de doble aislamiento, asegurarse que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación.
- Al terminar su uso, la máquina se dejará limpia y desconectada de la corriente.
- El operario debe estar adiestrado en su uso y conocer las presentes normas.

Taladro:

- Utilizar gafas anti-impacto o pantalla facial.
- La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.
- En el caso que el material a taladrar se desmenuzase en polvos finos, utilizar mascarilla con filtro mecánico (pueden emplearse mascarillas de celulosa desechables).
- Para fijar la broca al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso.
- No frenar el taladro con la mano.
- No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.
- No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero, se debe emplear la broca adecuada a cada caso.
- Cuando se deba trabajar sobre una pieza suelta la misma estará apoyada y sujeta.
- Al terminar el trabajo retirar la broca de la máquina.

Esmeriladora circular:

- El operario se equipará con gafas anti-impacto, protección auditiva y guantes de seguridad.

- Se seleccionará el disco adecuado al trabajo a realizar, al material y a la máquina.
- Se comprobará que la protección del disco está sólidamente fijada, desechándose cualquier máquina que carezca de él.
- Comprobar que la velocidad de trabajo de la máquina no supera la velocidad máxima de trabajo del disco.
- Para fijar los discos se utilizará la llave específica para tal uso.
- Si se trabaja en las proximidades de otros operarios se dispondrán pantallas, mamparas o lonas que impidan la proyección de partículas.
- No soltar la herramienta mientras siga en movimiento el disco.
- Cuando se deba trabajar sobre una pieza suelta la misma estará apoyada y sujeta.

8.3.2.3. Soldadura

- Con Lámpara

Cuando se utilicen equipos de soldadura de butano o propano, se comprobará que todos los equipos disponen de los siguientes elementos de seguridad:

- **Filtro:** Dispositivo que evita el paso de impurezas extrañas que puede arrastrar el gas. Este filtro deberá estar situado a la entrada del gas en cada uno de los dispositivos de seguridad.
- **Válvula antirretroceso de llama:** Dispositivo que evita el paso del gas en sentido contrario al flujo normal.
- **Válvula de cierre de gas:** Dispositivo que se coloca sobre la empuñadura y que detiene automáticamente la circulación del gas al dejar de presionar la palanca.

Asimismo todos los operarios que utilicen estos equipos deberán ir provistos de gafas y pantallas protectoras homologadas, dotadas del filtro adecuado en función del tipo de radiaciones e intensidad de las mismas.

8.3.2.4. Manipulación de Sustancias Químicas

En este tipo de trabajos se utilizan sustancias químicas que pueden ser perjudiciales para la salud, encontrándose presentes en productos tales como desengrasantes, decapantes, desoxidantes, pegamentos y pinturas; estas sustancias pueden producir diferentes efectos sobre la salud como dermatosis, alergias, quemaduras químicas, narcosis, etc.

Cuando se utilicen se deberán adoptar las siguientes precauciones:

- Los **recipientes** que contengan estas sustancias estarán **etiquetados** indicando el nombre comercial, composición, peligros derivados de su manipulación, normas de actuación.
- Se seguirán fielmente las indicaciones del fabricante.
- **No se rellenarán envases de bebidas comerciales con estos productos.**
- Se utilizarán en lugares ventilados, haciendo uso de gafas panorámicas o pantallas faciales, guantes resistentes a los productos y mandil igualmente resistente.
- En caso de tener que utilizarse en lugares cerrados o mal ventilados se emplearán mascarillas con filtro químico adecuado a la sustancia a manipular.

8.3.2.5. Medios Auxiliares

Se incluyen en este apartado los medios que son necesarios para la realización de las instalaciones en condiciones de seguridad aceptables como andamios apoyados, andamios sobre borriquetas, escaleras de mano, etc.

Andamios metálicos apoyados en el suelo

Para su instalación se requiere un proyecto específico, por lo que su montaje, utilización y desmontaje se efectuarán bajo la supervisión de técnico titulado competente.

Equipos especiales para trabajos en altura

- La línea de seguridad debe anclarse siempre a un punto de anclaje distinto e independiente del sistema elevador.
- Nunca se utilizarán sin asegurarlos mediante dispositivos anticaídas que cumplan la norma EN 362.
- La resistencia mínima del punto de anclaje de la cuerda de seguridad estará fijada en 8,5 kN, de acuerdo con la norma EN 353-2.
- La resistencia del punto de anclaje del sistema elevador no será inferior a 1,65 kN.
- Prestar especial atención para proteger la cuerda de ángulos cortantes, además de evitar los roces de cuerda contra cuerda.
- No utilizar jamás las cuerdas de seguridad para otros usos de carga.
- Las eslingas de amarre cumplirán la norma EN 354.
- Los arneses de seguridad serán conformes con las normas EN 358 y EN 361.
- Se revisarán los equipos siempre que vayan a ser montados, procediéndose a la sustitución de los elementos que no ofrezcan las debidas garantías de seguridad.

Andamios sobre borriquetas

- Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas, para evitar los riesgos por trabajar sobre superficies inclinadas.
- Las borriquetas de madera estarán sanas, perfectamente encoladas y sin oscilaciones, deformaciones y roturas, para eliminar riesgos por fallo, rotura espontánea y cimbreo.
- Las plataformas de trabajo se anclarán perfectamente a las borriquetas, en evitación de balanceos y otros movimientos indeseables.
- Las plataformas de trabajo no sobresaldrán por los laterales de las borriquetas más de 40 cm, para evitar riesgos de vuelco por basculamiento.
- Los andamios de formarán sobre un mínimo de dos borriquetas; se prohíbe expresamente la sustitución de estas o de alguna de ellas, por bidones, pilas de materiales o asimilables, para evitar situaciones inestables.
- Las borriquetas metálicas de sistema de apertura de cierre o tijera, estarán dotadas de cadenillas limitadoras de la apertura máxima, tales que garanticen su perfecta estabilidad.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas sustentadas en borriquetas apoyadas a su vez sobre otro andamio de borriquetas.
- La iluminación eléctrica mediante portátiles a utilizar en trabajos sobre andamios de borriquetas, estará montada a base de manguera antihumedad con portalámparas estancos de seguridad con mango aislante y rejilla protectora de la bombilla, conectados a los cuadros de distribución.
- Se prohíbe apoyar las borriquetas aprisionando cables o mangueras eléctricas para evitar riesgo de contactos eléctricos por cizalladura o repelón del cable o manguera.
- Las borriquetas no estarán separadas a ejes entre sí más de 2,5 m, para evitar grandes flechas indeseables para la plataforma de trabajo, ya que aumentan los riesgos de cimbrear.
- Sobre los andamios sobre borriquetas solo se mantendrá el material estrictamente necesario y repartido uniformemente sobre la plataforma de trabajo para evitar sobrecargas que mermen la resistencia de los tablonos.
- Las plataformas de trabajo sobre borriquetas tendrán una anchura mínima de 60 cm (tres tablonos trabados entre sí) y el grosor del tablón será como mínimo de 7 cm.

Escaleras de mano (de madera o metal)

- Las escaleras de madera tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños de madera estarán ensamblados.
- Los largueros de las escaleras metálicas serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Las escaleras metálicas no estarán suplementadas con uniones soldadas
- El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.
- Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales, abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad y en posición de uso estarán montadas en su máxima apertura.
- Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo, ni se utilizarán si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo obliga a ubicar los pies en los tres últimos peldaños.
- Se prohíbe transportar pesos a mano o al hombro iguales o superiores a 25 kg, sobre las escaleras de mano.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre bases horizontales.
- Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes

para que no oculten los posibles defectos.

- Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura; estarán dotadas hacia la mitad de su altura de cadenilla de limitación de apertura máxima.
- Las escaleras de mano estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad y estarán firmemente amarradas en su extremo superior al que dan acceso.
- Las escaleras de mano se instalarán de tal forma que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior $\frac{1}{4}$ de la longitud del larguero entre apoyos.

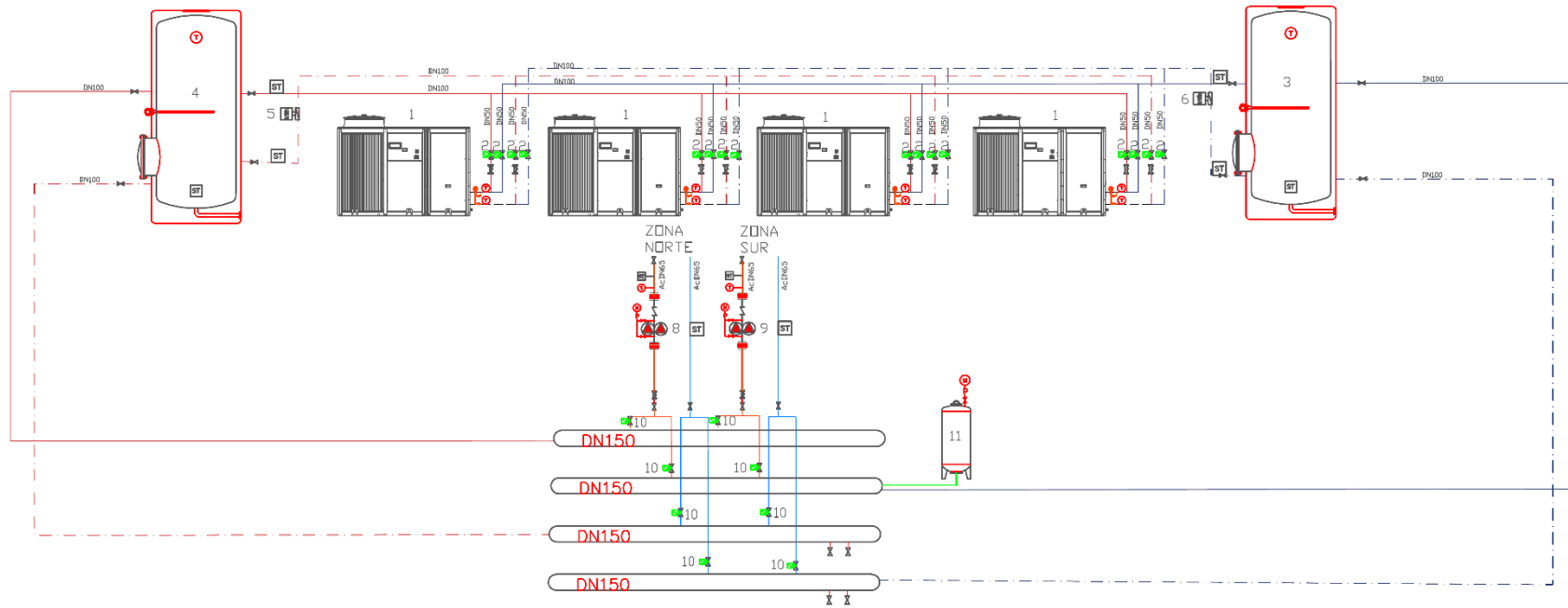
ANEXO II

ESQUEMAS Y PLANOS

1. Esquema hidráulico calefacción y refrigeración. CLM01
2. Esquema hidráulico ACS. CLM02
3. Distribución de *fancoils* y difusores planta 1. CLM03
4. Distribución de *fancoils* y difusores plantas 2-3-4-5-6. CLM04
5. Distribución de *fancoils* y difusores plantas 7-8. CLM05

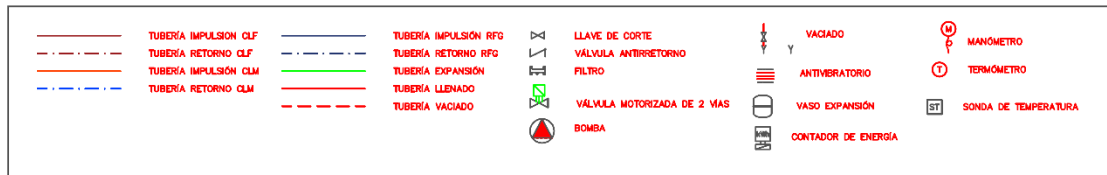


ESQUEMA PRINCIPIO CLM

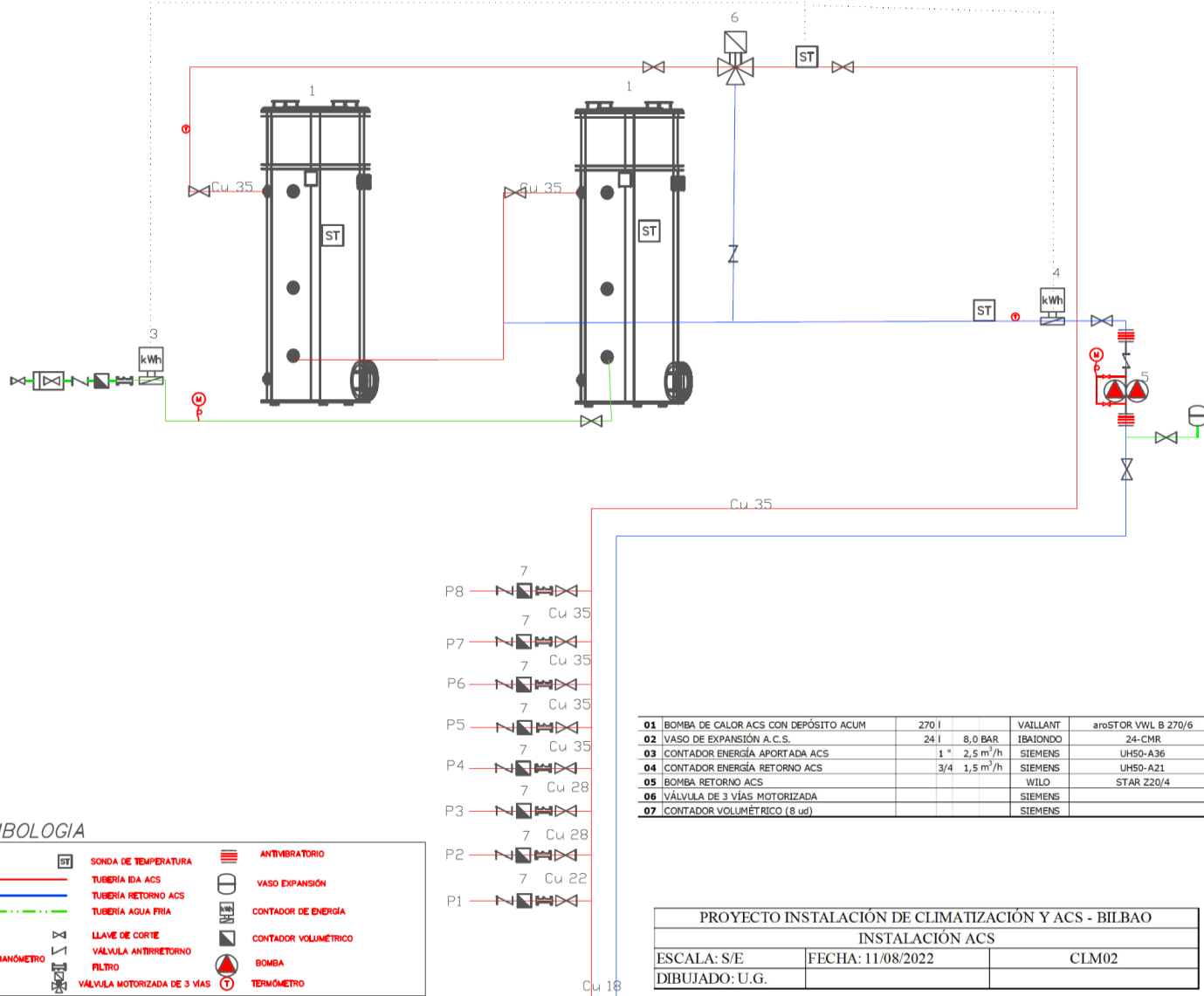


REF	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS	MARCA	MODELO
01	BOMBA DE CALOR CLIMATIZACIÓN GENERAL	59 kW	TRANE	CXAX 020 SE-SN
02	VÁLVULA MOTORIZADA 2 VÍAS (16 ud)		SIEMENS	
03	DEPÓSITO INERCIÓN FRÍO	800 l	LAPESA	GEISER G-800 II
04	DEPÓSITO INERCIÓN CALOR	800 l	LAPESA	GEISER G-800 II
05	CONTADOR DE ENERGÍA GENERAL CALOR	DN 80 40,0 m ³ /h	SIEMENS	UH50-C61
06	CONTADOR DE ENERGÍA GENERAL FRÍO	DN 80 40,0 m ³ /h	SIEMENS	UH50-C61
07	CONTADOR DE ENERGÍA CALOR-FRÍO (16 ud)	1 1/4 " 6,0 m ³ /h	SIEMENS	UH50-C50
08	BOMBA DOBLE CIRCUITO NORTE		WILO	STRATOS MAXO-D 65/0,5-12
09	BOMBA DOBLE CIRCUITO SUR		WILO	STRATOS MAXO-D 65/0,5-12
10	VÁLVULA MOTORIZADA 2 VÍAS (8 ud)		SIEMENS	
11	VASO EXPANSIÓN INSTALACIÓN CLM		IBAIONDO	100-CMF

SIMBOLOGIA



PROYECTO INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y ACS - BILBAO		
ESQUEMA DE PRINCIPIO		
ESCALA: S/E	FECHA: 11/08/2022	CLM01
DIBUJADO: U.G.		



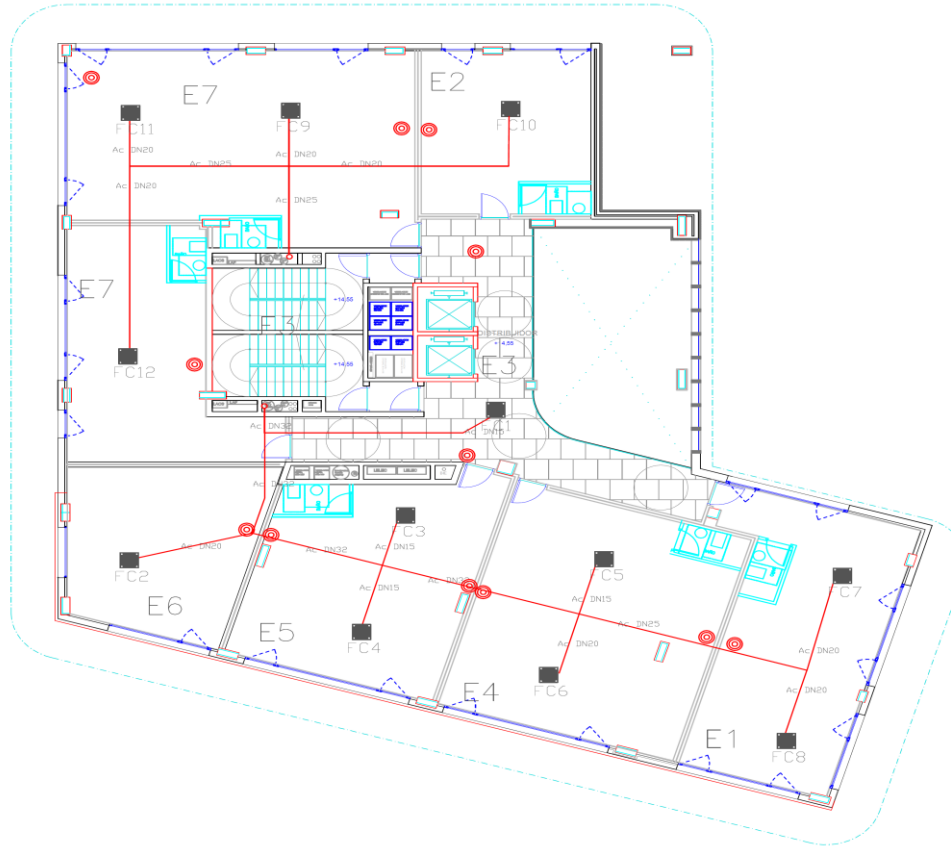
SIMBOLOGIA

	SONDA DE TEMPERATURA		ANTIVIBRATORIO
	TUBERIA IDA ACS		VASO EXPANSIÓN
	TUBERIA RETORNO ACS		CONTADOR DE ENERGÍA
	TUBERIA AGUA FRIA		CONTADOR VOLUMÉTRICO
	MANÓMETRO		LLAVE DE CORTE
	VÁLVULA ANTIRRETORNO		BOMBA
	FILTRO		TERMÓMETRO
	VÁLVULA MOTORIZADA DE 3 VÍAS		

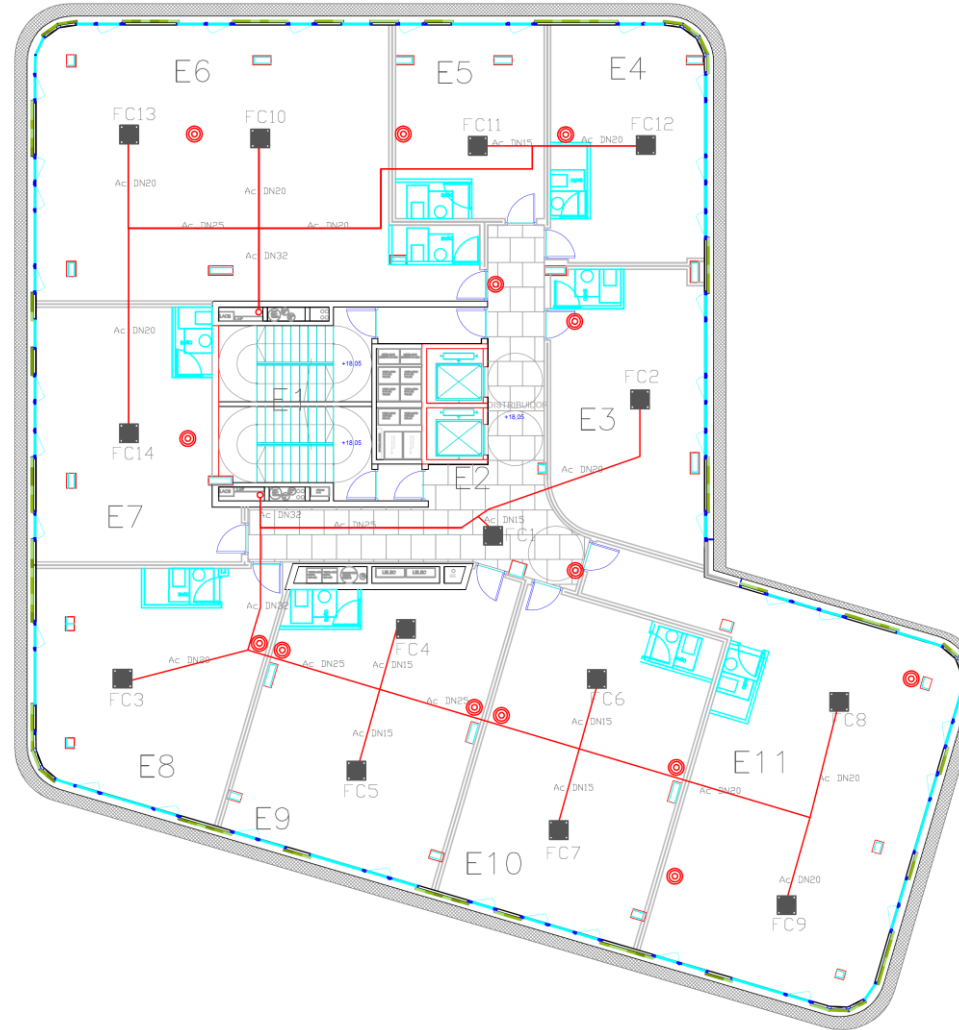
- P8 7 Cu 35
- P7 7 Cu 35
- P6 7 Cu 35
- P5 7 Cu 35
- P4 7 Cu 28
- P3 7 Cu 28
- P2 7 Cu 22
- P1 7 Cu 22

01	BOMBA DE CALOR ACS CON DEPÓSITO ACUM	270 l		VAILLANT	aroSTOR VWL B 270/6
02	VASO DE EXPANSIÓN A.C.S.	24 l	8,0 BAR	IBAIONDO	24-CMR
03	CONTADOR ENERGÍA APORTADA ACS	1"	2,5 m ³ /h	SIEMENS	UH50-A36
04	CONTADOR ENERGÍA RETORNO ACS	3/4"	1,5 m ³ /h	SIEMENS	UH50-A21
05	BOMBA RETORNO ACS			WILO	STAR Z20/4
06	VÁLVULA DE 3 VÍAS MOTORIZADA			SIEMENS	
07	CONTADOR VOLUMÉTRICO (8 ud)			SIEMENS	

PROYECTO INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y ACS - BILBAO		
INSTALACIÓN ACS		
ESCALA: S/E	FECHA: 11/08/2022	CLM02
DIBUJADO: U.G.		



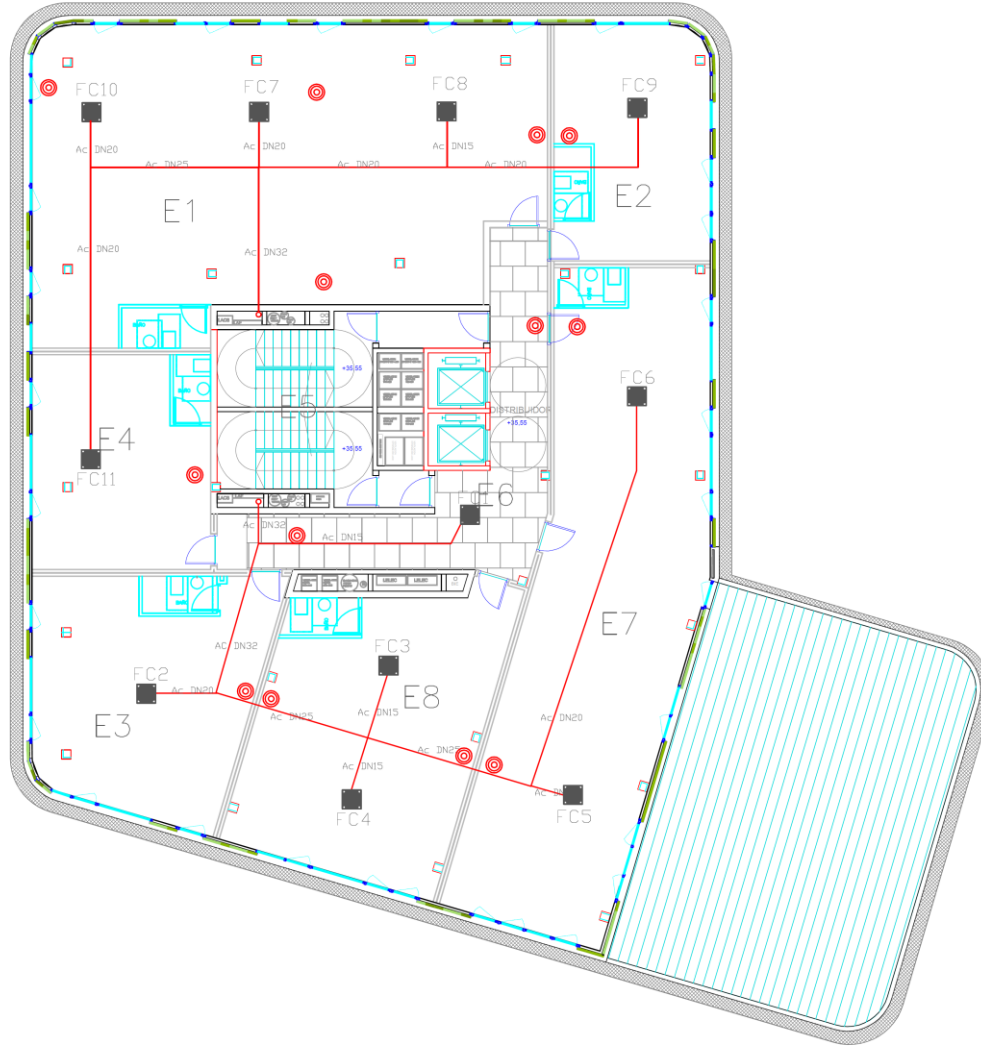
PROYECTO INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y ACS - BILBAO		
DISTRIBUCIÓN PLANTA 1		
ESCALA: S/E	FECHA: 11/08/2022	CLM03
DIBUJADO: U.G.		



SIMBOLOGÍA

	TUBERÍA BAJA/ALTA/REDONDO/CLM
	PLANTA TERMO
	PUERTA TAMBORIL

PROYECTO INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y ACS - BILBAO		
DISTRIBUCIÓN PLANTAS 2-3-4-5-6		
ESCALA: S/E	FECHA: 11/08/2022	CLM04
DIBUADO: U.G.		



SIMBOLOGÍA

	TUBERÍA INSULADA/RETORNO GAS
	FANALIA TRISO
	OPUSOR TAMBORIAL

PROYECTO INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN Y ACS - BILBAO		
DISTRIBUCIÓN PLANTAS 7-8		
ESCALA: S/E	FECHA: 11/08/2022	CLM05
DIBUJADO: U.G.		

ANEXO III

CATÁLOGOS Y DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

1. Bomba de calor TRANE CXAX 020 SE-SN
2. Válvula de 2 vías de mariposa motorizada SIEMENS VKF
3. Depósito de inercia LAPESA GEISER G-800 II
4. Contador de energía SIEMENS UH50
5. Bomba de circulación refrigeración/calefacción WILO STRATOS MAXO-D 65/0,5-12
6. Bomba de circulación retorno ACS WILO STAR Z20/4
7. Bomba de calor ACS VAILLANT aroSTOR VWL B 270/6
8. *Fancoils* SAUNIER DUVAL
9. Válvulas de equilibrado de caudal
10. Unidad de ventilación con recuperador RCE-55N-AE
11. Unidad de ventilación con recuperador RCE-34N-AE

1. Bomba de calor TRANE CXAX 020 SE-SN

CGAX/CXAX 015-060
Bombas de calor y enfriadoras scroll de condensación por aire
43-164 kW



CONQUEST

CG-SVX027C-ES
Instrucciones originales



Descripcion de los numeros de modelo

D gitos 1-4: Modelo de enfriadora

CGAX = Unidad de solo frío

CXAX = Unidad con bomba de calor

D gitos 5-7: Tonelaje nominal de la unidad

015

017

020

023

026

030

036

039

045

035

040

046

052

060

D gito 8: Tension de la unidad

E = 400 V/3 fases/50 Hz

D gito 9: Planta de fabricacion

1 = Europa

D gitos 10-11: Secuencia de diseno

A = Asignada de fábrica

0 = Asignada de fábrica

D gito 12: Nivel de rendimiento

1 = Rendimiento estándar (SE)

2 = Alto rendimiento (HE)

D gito 13: Homologacion oficial

E = Certificación CE

D gito 14:Codigo del recipiente a presion

4 = Directiva sobre equipos a presión (PED)

D gito 15: Rango de temperatura del condensador

A = Temperatura ambiente estándar (5 °C/46 °C)

C = CGAX para temperaturas ambiente bajas (-18 °C/46 °C) - Modo de refrigeración de la unidad
 CXAX (-10 °C/46 °C)

D gitos 16 y 17: Abiertos para opciones futuras

D gito 18: Proteccion anticongelacion (instalada de fabrica unicamente)

X = Sin protección anticongelación

2 = Con protección anticongelación mediante resistencias

3 = Con protección anticongelación mediante la activación de la bomba

D gitos 19 y 20: Abiertos para opciones futuras

D gito 21: Aplicacion del evaporador

A = Aplicación de confort (5 °C/20 °C)

B = Aplicación para procesos industriales (CGAX: -12 °C/5 °C; CXAX: -10 °C/5 °C)

D gito 22: Conexion hidraulica del evaporador

1 = Tubo ranurado

3 = Tubo ranurado, conexión y extremo de tubo

D gito 23: Condensador

B = Batería con aletas de aluminio estándar para el modelo CXAX

E = Batería con aletas de aluminio con revestimiento de epoxi para el modelo CGAX

H = MCHE para el modelo CGAX

J = MCHE con electrorrevestimiento para el modelo CGAX

D gito 24: Recuperacion de calor

X = Ninguna

2 = Recuperación parcial de calor

D gito 25: Abierto para opciones futuras

D gito 26: Tipo de arrancador

A = Arrancador directo desde línea

B = Arrancador progresivo de estado sólido

D gitos 27, 28 y 29: Abiertos para opciones futuras

D gito 30: Interfaz de usuario

A = Pantalla estándar

B = Pantalla Deluxe

X = Sin pantalla

D gito 31: Opciones de comunicacion

X = Sin comunicación remota

1 = Interfaz Modbus

2 = Interfaz LonTalk

4 = Interfaz BACnet



Descripcion de los numeros de modelo

D gito 32: Modulo de expansion de entradas/salidas del cliente

X = Ninguno
A = Con él (1A4)

D gito 33: Secuenciador inteligente de la enfriadora

X = Ninguno

D gito 34: Abierto para opciones futuras

D gito 35: Gestión de la bomba

X = Sin contactores ni bombas
2 = Contactores para una bomba sencilla externa a la unidad
4 = Contactores para una bomba doble externa a la unidad
5 = Baja presión del conjunto de la bomba sencilla
6 = Alta presión del conjunto de la bomba sencilla
7 = Baja presión del conjunto de la bomba doble
8 = Alta presión del conjunto de la bomba doble

D gito 36: Control del caudal de la bomba

X = Caudal constante (sin control del caudal de la bomba)
B = Valor de consigna del caudal manual en el VFD
C = Caudal primario variable (diferencia de temperatura constante)

D gito 37: Deposito de inercia

X = Sin depósito
1 = Con depósito

D gito 38: Abierto para opciones futuras

D gito 39: Accesorios de instalacion

1 = Ninguno
4 = Calzas de neopreno

D gito 40: Abierto para opciones futuras

D gito 41: Opciones acusticas

2 = Alta presión estática externa
3 = Estándar
4 = Bajo nivel sonoro

D gito 42: Proteccion del condensador

X = Sin ella
A = Rejilla de protección del condensador

D gito 43: Abierto para opciones futuras

D gito 44: Idioma de la documentacion

B = Español
C = Alemán
D = Inglés
E = Francés
H = Holandés
J = Italiano
M = Sueco
N = Turco
P = Polaco
R = Ruso
T = Checo
U = Griego
V = Portugués
Y = Rumano
3 = Húngaro

D gito 45: Proteccion contra baja tension/sobretension

X = Ninguna
1 = Con ella

D gito 46: Abierto para opciones futuras

D gito 47: Prueba de rendimiento en presencia del cliente

X = Ninguna

D gito 48: Abierto para opciones futuras

D gito 49: Control de calor adicional

X = Ninguno
1 = Con él

D gito 50: Diseno especial

X = Estándar
S = Diseño especial



Datos generales

Tabla 2: Datos generales del modelo CXAX 015-036

		CXAX 015 SE-SN	CXAX 017 SE-SN	CXAX 020 SE-SN	CXAX 023 SE-SN	CXAX 026 SE-SN	CXAX 030 SE-SN	CXAX 036 SE-SN
Potencia frigorífica neta (1)	(kW)	43	49	59	65	74	82	99
Potencia total absorbida en modo de refrigeración (1)	(kW)	15	17	19	22	26	29	33
Datos eléctricos de la unidad (2) (3) (4)								
Potencia de la unidad en cortocircuito (9)	(kA)	12	12	12	12	12	12	15
Sección transversal del cable de alimentación (máx.)	mm ²	35	35	35	35	35	35	150
Amperaje del seccionador general	(A)	80	80	100	100	100	100	250
Dígito 12=2 o dígito 12=1 y dígito 41=2								
Potencia máxima absorbida	(kW)	20,4	23,2	27,9	31,6	35,4	39,1	45,1
Intensidad nominal de la unidad	(A)	34,5	39,2	46,9	52,0	57,1	65,5	75,4
Intensidad de arranque de la unidad (sin arrancador progresivo: dígito 26=A) (4)	(A)	117,0	161,0	168,7	184,7	189,8	191,0	199,5
Intensidad de arranque de la unidad (con arrancador progresivo: dígito 26=B) (4)	(A)	77,8	104,2	111,9	121,5	126,6	129,0	140,7
Factor de potencia		0,868	0,866	0,870	0,888	0,902	0,870	0,873
Dígito 12=1 y dígito 15=A								
Potencia máxima absorbida	(kW)	19,4	22,1	25,8	29,5	33,3	37,0	43,0
Intensidad nominal de la unidad	(A)	33,8	38,5	45,4	50,5	55,6	64,0	73,8
Intensidad de arranque de la unidad (sin arrancador progresivo: dígito 26=A) (4)	(A)	116,3	160,3	167,2	183,2	188,3	189,5	197,9
Intensidad de arranque de la unidad (con arrancador progresivo: dígito 26=B) (4)	(A)	77,1	103,5	110,4	120,0	125,1	127,5	139,1
Factor de potencia		0,845	0,846	0,836	0,861	0,880	0,847	0,854
Dígito 12=1 y dígito 15=C								
Potencia máxima absorbida	(kW)	20,4	23,2	26,8	30,6	34,3	38,1	44,1
Intensidad nominal de la unidad	(A)	34,5	39,2	46,2	51,3	56,4	64,8	74,6
Intensidad de arranque de la unidad (sin arrancador progresivo: dígito 26=A) (4)	(A)	117,0	161,0	168,0	184,0	189,1	190,3	198,7
Intensidad de arranque de la unidad (con arrancador progresivo: dígito 26=B) (4)	(A)	77,8	104,2	111,2	120,8	125,9	128,3	139,9
Factor de potencia		0,868	0,866	0,854	0,875	0,892	0,859	0,864
Compresor								
Número de compresores por circuito	N.º	2	2	2	2	2	2	3
Tipo		Scroll	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll	Scroll
Modelo: circuito 1/circuito 2		7,5 + 7,5	7,5 + 10	10 + 10	10 + 13	13 + 13	15 + 15	12 + 12 + 12
Potencia máxima absorbida por el compresor: circuito 1/circuito 2	(kW)	9,2 + 9,2	9,2 + 12	12 + 12	12 + 15,7	15,7 + 15,7	17,61 + 17,6	13,7 + 13,7
Intensidad nominal: circuito 1/circuito 2 (4)	(A)	15,5 + 15,5	15,5 + 20,2	20,2 + 20,2	20,2 + 25,3	25,3 + 25,3	29,5 + 29,5	22,9 + 22,9 + 22,9
Intensidad con rotor bloqueado: circuito 1/circuito 2 (4)	(A)	98 + 98	98 + 142	142 + 142	142 + 158	158 + 158	155 + 155	147 + 147 + 147
Rpm del motor	(rpm)	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900	2.900
Resistencia del cárter de aceite: circuito 1/circuito 2	(W)	0,17/0	0,17/0	0,17/0	0,17/0	0,17/0	0,17/0	0,25/0
Evaporador								
Cantidad	N.º	1	1	1	1	1	1	1
Tipo		Intercambiador de calor de placas cobresoldadas de acero inoxidable						
Modelo de evaporador		P80x66	P80x92	P80x92	P80x92	P120Tx76	P120Tx76	P120Tx104
Volumen del contenido de agua del evaporador	(l)	3,8	5,3	5,3	5,3	9,2	9,2	12,5
Tamaño nominal de la conexión hidráulica (acoplamiento ranurado): sin HYM	(pulg.) - (mm)	2" - 60,3	2" - 60,3	2" - 60,3	2" - 60,3	2" - 60,3	2" - 60,3	2" - 60,3
Tamaño nominal de la conexión hidráulica (acoplamiento ranurado): con HYM	(pulg.) - (mm)	2" - 60,3	2" - 60,3	2" - 60,3	2" - 60,3	2" - 60,3	2" - 60,3	3" DE - 76,1
Componentes del módulo hidráulico								
Bomba sencilla: opción de presión de descarga estándar								
Presión de descarga máxima disponible	(kPa)	96	100	86	113	120	110	103
Potencia del motor	(kW)	1,20	1,20	1,20	1,50	1,50	1,50	1,50
Intensidad nominal	(A)	2,44	2,44	2,44	3,50	3,50	3,50	3,50
Bomba sencilla: opción de presión de descarga alta								
Presión de descarga máxima disponible	(kPa)	170	174	162	152	161	152	190
Potencia del motor	(kW)	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	3,00
Intensidad nominal	(A)	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	6,23
Bomba doble: opción de presión de descarga estándar								
Presión de descarga máxima disponible	(kPa)	96	100	86	113	120	110	103
Potencia del motor	(kW)	1,20	1,20	1,20	1,50	1,50	1,50	1,50
Intensidad nominal	(A)	2,44	2,44	2,44	3,50	3,50	3,50	3,50
Bomba doble: opción de presión de descarga alta								
Presión de descarga máxima disponible	(kPa)	170	174	162	152	161	152	190
Potencia del motor	(kW)	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	3,00
Intensidad nominal	(A)	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	5,03	6,23
Volumen del depósito de expansión	(l)	25	25	25	25	25	25	35
Volumen máximo del circuito de agua del usuario para el depósito de expansión montado de fábrica (1)	(l)	1.450	1.450	1.450	1.450	1.450	1.450	2.000
Volumen del depósito de inercia de agua opcional	(l)	324	324	324	324	324	324	444
Resistencia anticongelación sin conjunto de la bomba	(W)	120	120	120	120	120	120	180
Resistencia anticongelación con conjunto de la bomba	(W)	280	280	280	280	280	280	340
Condensador								
Intercambiador de calor de microcanal íntegramente de aluminio								
Tipo								
Cantidad de baterías	N.º	1	1	1	1	1	1	2
Área frontal por circuito	(m ²)	2,23	2,23	2,96	2,96	2,96	2,96	4,46



Datos generales

Tabla 2: Datos generales del modelo CXAX 015-036 (continuación)

	CXAX 015 SE-SN	CXAX 017 SE-SN	CXAX 020 SE-SN	CXAX 023 SE-SN	CXAX 026 SE-SN	CXAX 030 SE-SN	CXAX 036 SE-SN
Ventilador del condensador							
Cantidad	N.º	1	1	2	2	2	2
Diámetro	(mm)	800					
Tipo de ventilador/motor	Ventilador helicoidal: Motor AC de velocidad fija/motor EC de velocidad variable/VELOCIDAD MÁX. DEL MOTOR HESP						
Dígito 12=2 o dígito 12=1 y dígito 41=2							
Tipo de ventilador/motor Motor EC/VELOCIDAD MÁX. DEL MOTOR HESP							
Caudal de aire por ventilador	m ³ /h	13.753	13.718	12.248	12.231	12.211	12.193
Potencia máxima absorbida	kW	1,95	1,95	1,95 + 1,95	1,95 + 1,95	1,95 + 1,95	1,95 + 1,95
Intensidad máxima	A	3	3	3 + 3	3 + 3	3 + 3	3 + 3
Rpm del motor	(rpm)	915	915	915	915	915	915
Dígito 12=1 y dígito 15=A							
Tipo de ventilador/motor Motor AC de velocidad fija/motor EC de velocidad variable							
Caudal de aire por ventilador	m ³ /h	13.788	13.828	12.362	12.362	12.370	12.375
Potencia máxima absorbida	kW	0,89	0,89	0,89 + 0,89	0,89 + 0,89	0,89 + 0,89	0,89 + 0,89
Intensidad máxima	A	2,22	2,22	2,22 + 2,22	2,22 + 2,22	2,22 + 2,22	2,22 + 2,22
Rpm del motor	(rpm)	686	686	686	686	686	686
Dígito 12=1 y dígito 15=C							
Tipo de ventilador/motor Motor AC de velocidad fija/motor EC de velocidad variable							
Caudal de aire por ventilador	m ³ /h	13.788	13.828	12.362	12.362	12.370	12.375
Potencia máxima absorbida	kW	1,95	1,95	1,95 + 0,89	1,95 + 0,89	1,95 + 0,89	1,95 + 0,89
Intensidad máxima	A	3	3	3 + 2,22	3 + 2,22	3 + 2,22	3 + 2,22
Rpm del motor	(rpm)	686	686	686	686	686	686
Caudal de aire por ventilador	(m ³ /h)	13.788	13.828	12.362	12.362	12.370	12.375
Caudal de aire por motor HESP del ventilador (915 rpm - 100 Pa)	(m ³ /h)	13.753	13.718	12.248	12.231	12.211	12.193
Potencia por motor	(kW)	686	686	686	686	686	686
Opción de recuperación parcial de calor (PHR)							
Tipo de intercambiador de calor Intercambiador de calor de placas cobresoldadas de acero inoxidable							
Modelo de intercambiador de calor		B3-014-14-4,5M	B3-014-14-4,5M	B3-014-14-4,5M	B3-014-14-4,5M	B3-027-14-4,5L	B3-027-14-4,5L
Tamaño de la conexión hidráulica (conexión roscada)	(pulg.) - (mm)	G 1"1/4 (31,75 mm)	G 1"1/4 (31,75 mm)	G 1"1/4 (31,75 mm)	G 1"1/4 (31,75 mm)	G 1"1/4 (31,75 mm)	G 1"1/4 (31,75 mm)
Volumen del contenido de agua	(l)	0,14	0,14	0,14	0,14	0,35	0,35
Dimensiones (7)							
Longitud de la unidad	(mm)	2.346	2.346	2.346	2.346	2.346	2.327
Anchura de la unidad	(mm)	1.285	1.285	1.285	1.285	1.285	1.285
Altura de la unidad estándar	(mm)	1.524	1.524	1.524	1.524	1.524	1.524
Unidad SP externa o LN (configuración de altura adicional)	(mm)	+223	+224	+225	+226	+227	+229
Opción del depósito de inercia de agua (configuración de altura adicional)	(mm)	+330	+330	+330	+330	+330	+330
Pesos							
Peso de transporte (3)	(kg)	558	564	616	644	649	684
Peso en funcionamiento (3)	(kg)	539	545	596	624	630	665
Peso de transporte adicional de las opciones							
Bomba sencilla: presión de descarga estándar	(kg)	46	46	46	49	49	45
Bomba sencilla: presión de descarga alta	(kg)	51	51	51	51	51	49
Bomba doble: presión de descarga estándar	(kg)	70	70	70	75	75	71
Bomba doble: presión de descarga alta	(kg)	82	82	82	82	82	86
Opción del VFD de la bomba	(kg)	0					
Opción de recuperación parcial de calor	(kg)	1,48	1,48	1,48	1,48	3,82	3,82
Opción del depósito de inercia de agua	(kg)	319	319	319	319	319	425
Datos del sistema							
N.º de circuitos frigoríficos	N.º	1	1	1	1	1	1
% de carga de refrigeración mínima (6)	%	50	43	50	43	50	33
Unidad estándar/con recuperación parcial de calor							
Carga de refrigerante R410A para el circuito 1/circuito 2	(kg)	7,5	9,0	9,0	9,0	10,5	10,5
Carga de aceite para el circuito 1/circuito 2	(l)	6,0	6,3	6,6	6,6	6,6	7,2
Tipo de aceite POE (6)		OIL058E/OIL057E					

- Rendimiento indicativo con una temperatura del agua del evaporador de 12 °C/7 °C y una temperatura del aire del condensador de 35 °C; para obtener información detallada con respecto al rendimiento de una unidad determinada, consulte la hoja de pedido.
- Con 400 V/3 F/50 Hz.
- Condiciones nominales sin conjunto de la bomba.
- Los datos eléctricos y del sistema son indicativos y están sujetos a cambios sin previo aviso. Consulte la placa de identificación de la unidad.
- Si la línea de energía de la unidad está protegida por fusibles gG del mismo tamaño que el seccionador general.
- Los aceites OIL058E u OIL057E son la referencia europea para el aceite POE y pueden mezclarse en cualquier proporción con los aceites OIL00078 u OIL00080 (el mismo aceite con la referencia estadounidense presente en la placa de identificación del compresor).
- Para conocer información detallada sobre las dimensiones, las dimensiones de las conexiones hidráulicas, las conexiones eléctricas, la carga concentrada y las características específicas para la recuperación de calor, consulte los planos y los diagramas que se envían con cada pedido.



Instalacion mecanica

Ilustración 4: Ajuste de baja presión frente al valor de consigna de la temperatura del agua de salida

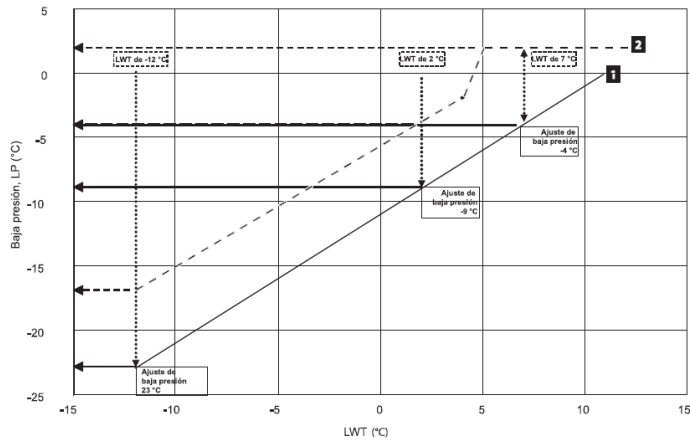
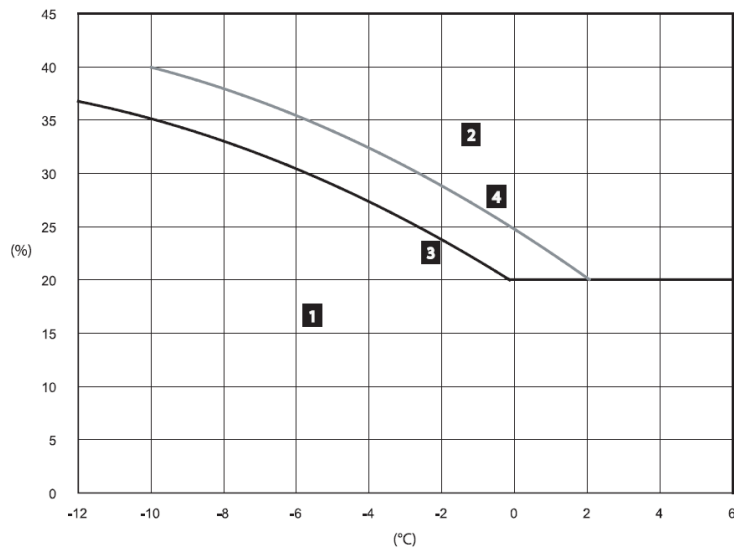


Ilustración 5: Curva de recomendación del porcentaje de glicol

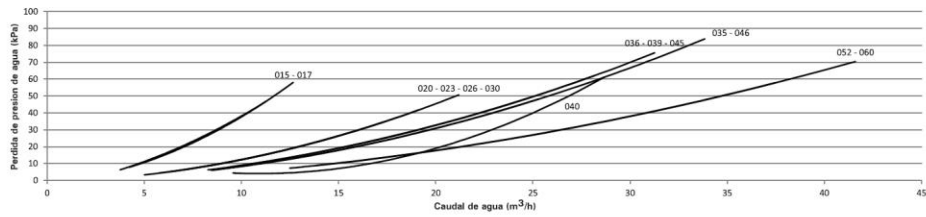


- 1 = Riesgo grave de congelación
- 2 = Protección anticongelación eficaz
- 3 = Etilenglicol
- 4 = Propilenglicol
- % = Porcentaje de glicol (concentración masiva)
- °C = Temperatura del glicol o del agua

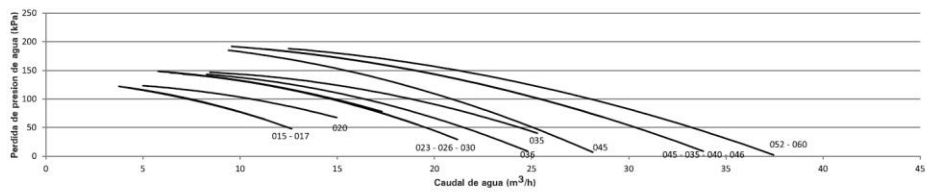


Datos hidraulicos

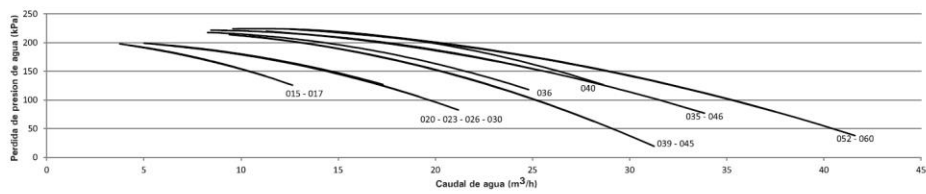
Unidad CXAX sin conjunto de la bomba
 (perdida de presion)



CXAX con bomba sencilla/doble: Presion de descarga estandar (presion disponible)



CXAX con bomba sencilla/doble: Presion de descarga alta (presion disponible)



Nota: La extremidad de las curvas representa el caudal de agua mínimo y máximo.



Mapa de funcionamiento

CGAX

Temperatura ambiente mínima de arranque/funcionamiento

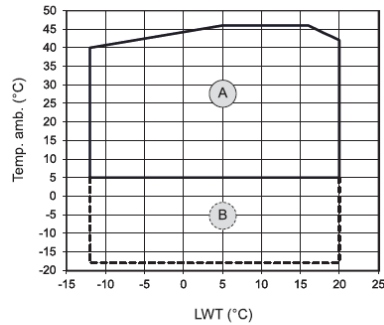
- Unidad para una temperatura ambiente estándar = 5 °C
- Unidad para una temperatura ambiente baja = -18 °C

Temperatura ambiente máxima = 46 °C

Temperatura de salida del evaporador

- Aplicación de confort [5 °C; 20 °C]
- Aplicación para procesos industriales [-12 °C; 5 °C]

Ilustración 6: Mapa de funcionamiento del modelo CGAX de solo frío



CXAX

Temperatura ambiente mínima de arranque/funcionamiento

- Unidad para una temperatura ambiente estándar

Modo de refrigeración = 5 °C

Modo de calefacción = -15 °C

- Unidad para una temperatura ambiente baja

Modo de refrigeración = -10 °C

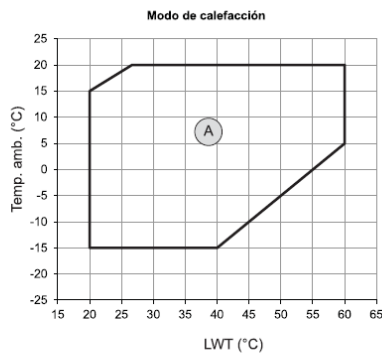
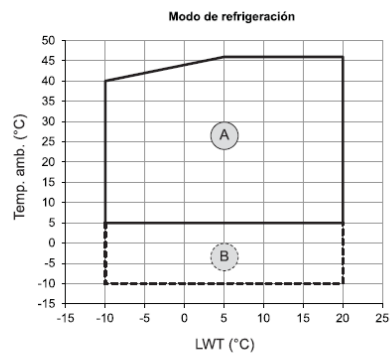
Modo de calefacción = -15 °C

Temperatura ambiente máxima = 46 °C

Temperatura de salida del evaporador

- Aplicación de confort [5 °C; 20 °C]
- Aplicación para procesos industriales [-10 °C; 5 °C]

Ilustración 7: Mapa de funcionamiento del modelo CXAX con bomba de calor



LWT = Temperatura del agua de salida

Temp. amb. = Temperatura ambiente

A = Mapa de funcionamiento estándar

B = Mapa de funcionamiento a baja temperatura ambiente (control del caudal de aire variable)

Temperatura ambiente mínima de puesta en marcha/funcionamiento basada en un caudal de aire de 2,22 m/s (5 mph) a través del condensador.

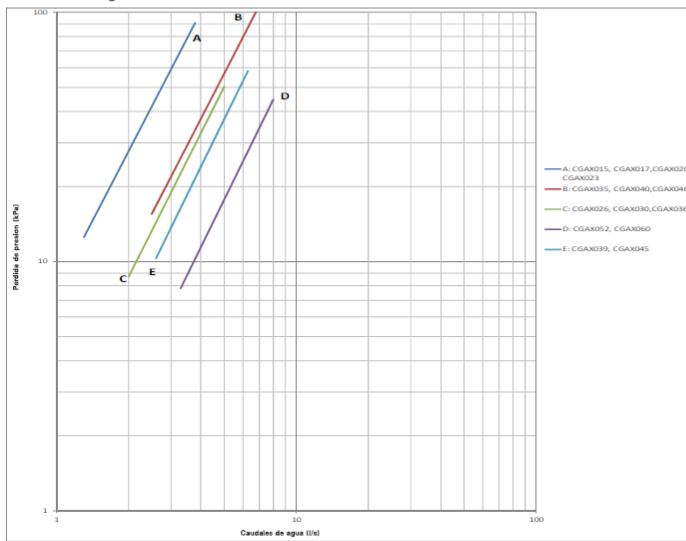


Recuperacion parcial de calor

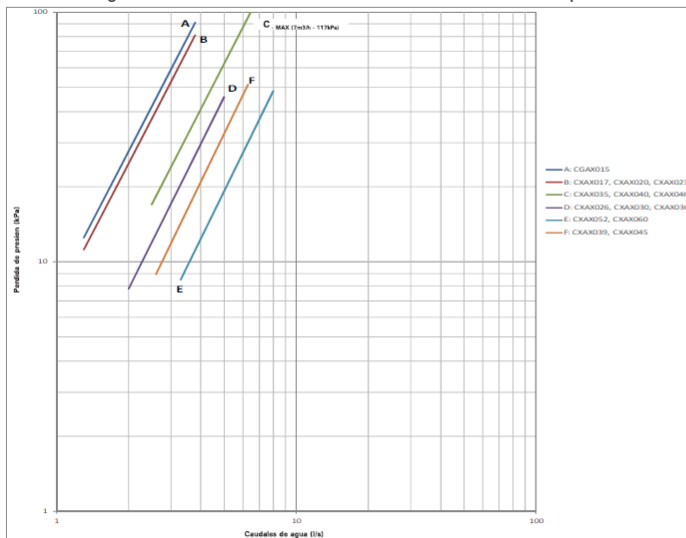
La opción de recuperación de calor se obtiene con un intercambiador de calor de placas en serie con un condensador por aire. Este intercambiador de calor resulta beneficioso para el sobrecalentamiento del gas de descarga, así como para la transferencia al sistema de agua caliente de una parte del calor del gas de condensación.

Todos los planos, los diagramas de izado, los diagramas de colocación de las calzas de neopreno y los diagramas de cableado se suministran con el pedido de la enfriadora.

Presión de agua: Intercambiador de calor del modelo CGAX de solo frío



Presión de agua: Intercambiador de calor del modelo CXAX con recuperación de calor

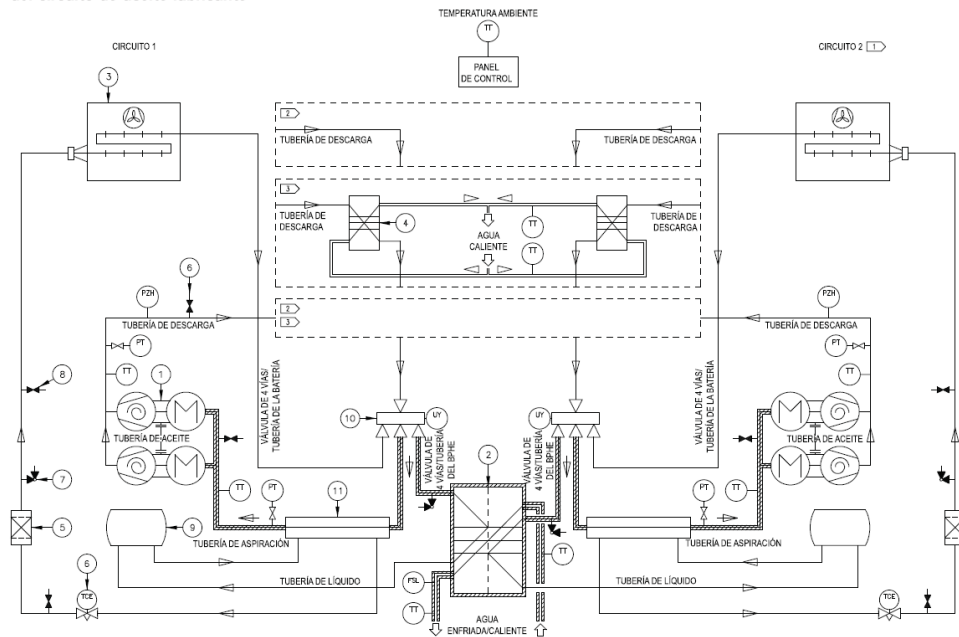




Principios de funcionamiento

Esta sección describe el principio de funcionamiento general de la unidad CXAX (unidad con bomba de calor doble).

Ilustración 10: Ejemplo de un diagrama esquemático típico del sistema de refrigeración y un diagrama esquemático del circuito de aceite lubricante



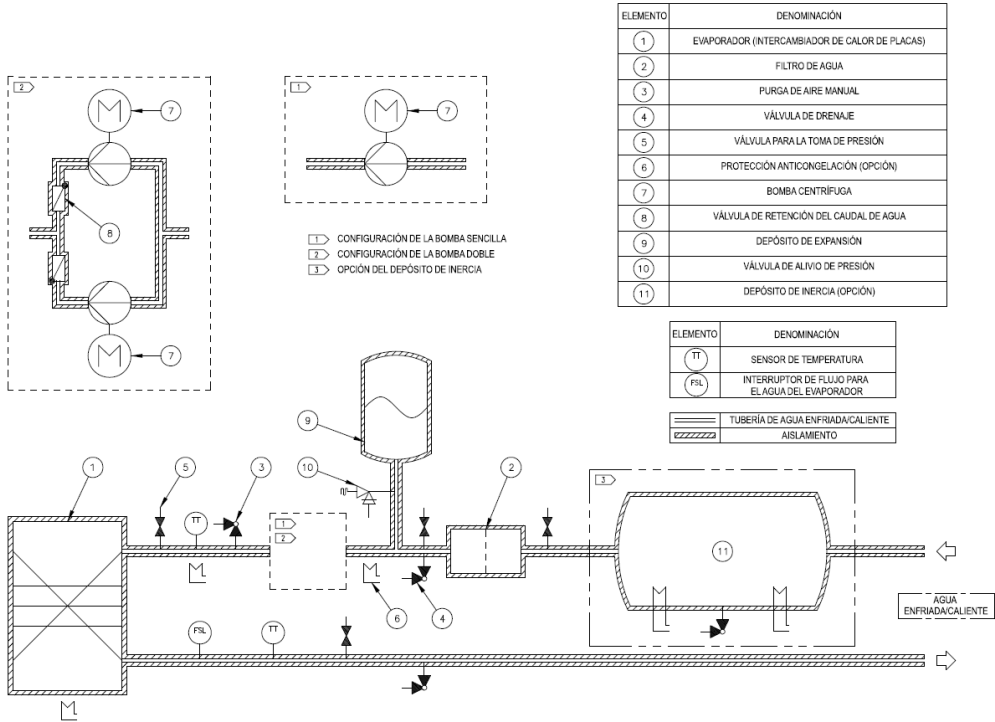
- 1: Compresor scroll
- 2: Evaporador (intercambiador de calor de placas soldadas)
- 3: Condensador (intercambiador de calor de aletas y tubos)
- 4: Recuperación de calor (intercambiador de calor de placas soldadas)
- 5: Filtro deshidratador bidireccional
- 6/TCE: Válvula de expansión electrónica
- 7: Válvula de servicio
- 8: Válvula Schrader
- 9: Acumulador
- 10: Válvula reversible de cuatro vías
- 11: Intercambiador de calor de aspiración/líquido (intercambiador de doble tubo)
- PT: Transductor de presión
- PZH: Presostato de alta presión
- TT: Sensor de temperatura
- FSL: Interruptor de flujo
- UY: Solenoide

Nota: Debido al diseño de la unidad, no es necesario validar el ciclo de aceite mientras se mantiene en funcionamiento una unidad reversible en modo de refrigeración durante un largo periodo de tiempo.



Principios de funcionamiento

Ilustración 12: Diagrama de agua del módulo hidráulico de la unidad con conjunto de la bomba



2. Válvula de 2 vías de mariposa motorizada SIEMENS VKF

SIEMENS

4¹³⁶



ACVATIX™

Butterfly Valves PN 6/10/16 VKF46.. for flanged connection

tight-closing

- Grey cast iron housing EN-GJL-250 (to DN 300)
nodular cast iron housing EN-GJS-400-15 (from DN 350)
- DN 40...600
- k_{vs} 50...29300 m³/h
- For fitting between PN 6, PN 10, PN 16 counter-flanges to ISO 7005
- Tight-closing in accordance with EN 12266-1, leakage rate A
- No maintenance required
- Optional ASK46.. manual adjuster (to DN 400)
- Optionally equipped with electromotoric actuators SAL.. or SQL36E..

Use

For use as motorized or manual control or shut-off valves in heating, ventilation and air conditioning systems.





- In open and closed circuits
- For 2-position controls (open/closed)
- For 3-position controls
- For boiler, chiller and cooling tower sequencing circuits
- To open or close the flow to a heat exchanger or to complete plant sections

Type summary

Product type VKF46..	DN	k _{vs} [m ³ /h]	Actuator flange EN ISO 5211	Velocity of flow ¹⁾	
				Water [m/s]	Gas [m/s]
VKF46.40	40	50	F04	4.5	60
VKF46.50	50	85			
VKF46.65	65	215			
VKF46.80	80	420	F05		
VKF46.100	100	800			
VKF46.125	125	1010	F07		
VKF46.150	150	2100			
VKF46.200	200	4000	F10		
VKF46.250	250	6400			
VKF46.300	300	8500	F10 ³⁾		
VKF46.350	350	11500			
VKF46.400	400	14500	□ 32 mm		
VKF46.450	450	20500			
VKF46.500	500	21000			
VKF46.600	600	29300			

¹⁾ recommended maximum velocity of flow and the butterfly valve fully open
 k_{vs} Nominal flow rate of cold water (5...30 °C) through the fully open butterfly valve by a differential pressure of 100 kPa (1 bar)

Accessories Manual adjuster

ASK46.1	ASK46.2	ASK46.3	ASK46.4
			
<ul style="list-style-type: none"> • Lockable level with fixed stops at 0 and 90° as well as precision positioning in 6° increments. • Anti-condensation barrier • Simple installation • For VKF46.., DN 40...200 <p>The Mounting Instructions 4 319 0196 0 are enclosed.</p>			<ul style="list-style-type: none"> • Manually operated worm gear, allows infinitely variable adjustment between 0 and 90°. • Self locking • Position indication • Anti-condensation barrier • Simple installation • For VKF46.., DN 250...400 <p>The Mounting Instructions 4 319 0197 0 are enclosed.</p>

Ordering

Example:	Product number	Stock number	Designation	Quantity
	VKF46.50	VKF46.50	Butterfly valve	1
	SAL31.00T20	S55162-A110	Rotary actuator SAL31.00T20	1

Delivery Butterfly valve, actuator, manual adjuster and mounting kit are packed separately.
 The butterfly valves are supplied without counter-flanges

Rev no. See overview, page 8.

Equipment combinations

Butterfly valve	Manual adjuster	Electromotoric actuators						
		SAL..T20	SAL..T40	E50F04	E50F05	SQL36.. E65	E110	E160
VKF46.40	ASK46.1	1600		1600				
VKF46.50								
VKF46.65								
VKF46.80	ASK46.2		1600		1600			
VKF46.100			1200					
VKF46.125			800			1000		
VKF46.150	ASK46.3					1600		
VKF46.200						1000		
VKF46.250	ASK46.4						1000	
VKF46.300							600	
VKF46.350							300	
VKF46.400								
VKF46.450								
VKF46.500	on request							300
VKF46.600								

Δp_s Maximum permissible differential pressure at which the motorized butterfly valve will close securely against the pressure (close off pressure)
 Maximum permissible differential pressure (close off pressure) for single flange mounting see page 5

Actuator overview

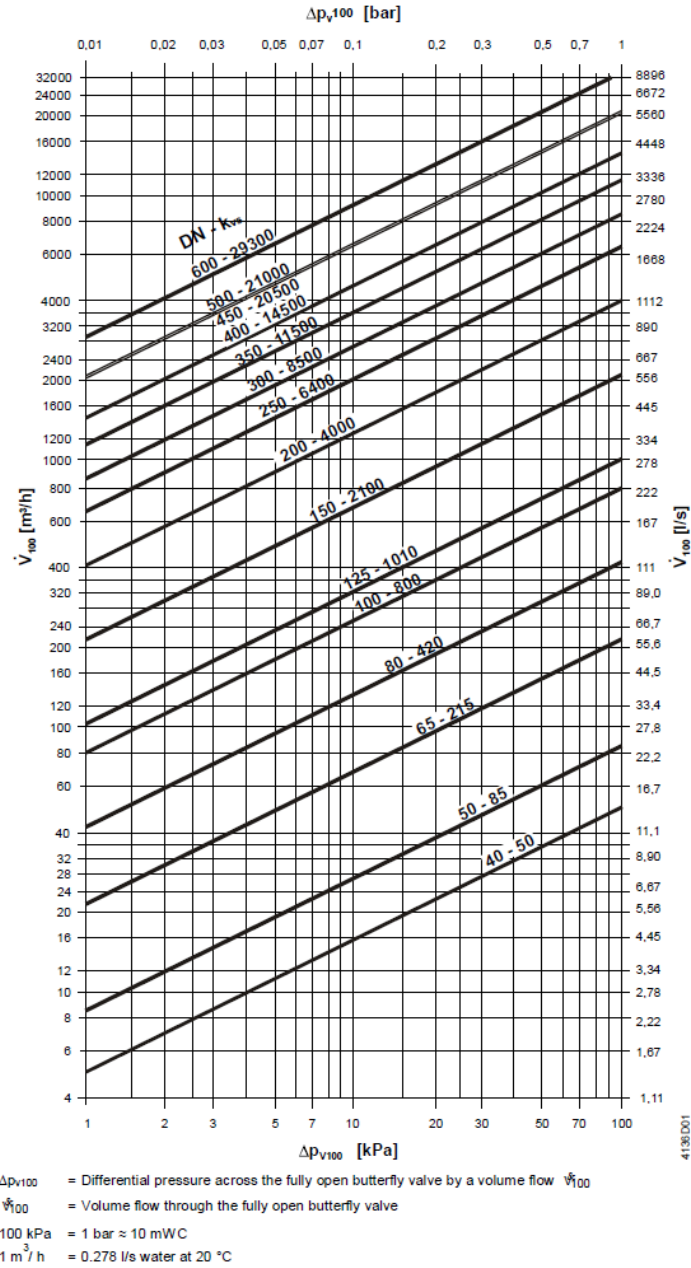
Product number	Actuator type	Operating voltage	Positioning signal	Spring return	Positioning time for 90° at 50 Hz		Positioning force	Date sheet
					without SEZ31.1	with SEZ31.1		
SAL31.00T20	Electro-motoric	AC 230 V	3-position	No	120 s		20 Nm	N4502
SAL31.00T40							40 Nm	
SAL81.00T20							20 Nm	
SAL81.00T40		40 Nm						
SAL61.00T20		AC/DC 24 V	DC 0...10 V DC 4...20 mA 0...1000 Ω				20 Nm	
SAL61.00T40							40 Nm	
SQL36E50F04		AC 230 V	3-position	25 s	40 Nm	N4505		
SQL36E50F05				6 s	30...180 s		100 Nm	
SQL36E65				12 s	60...360 s		400 Nm	
SQL36E110		24 s	120...720 s	1200 Nm				
SQL36E160								

Mechanical design

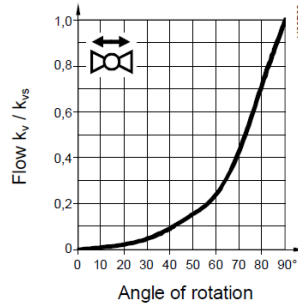
Butterfly valve

Ring format, grey cast iron or nodular cast iron housing with EPDM liner and multiple shaft bearing.
 The liner is also used to seal the flange. There is thus no contact between the medium and the valve housing. The valve has a swing-through disc (angle of rotation 360°). The position of the valve disc is indicated by a notch on the front of the shaft.

Flow diagram

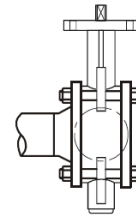


Flow characteristic



Engineering notes

Single flange mounting is possible: DN 40...250: 300 kPa
 DN 300...600: 200 kPa



The VKF46.. butterfly valves can accommodate flow in either direction.

Warning

To avoid pressure shocks on the butterfly valve, the VKF46.. must be driven to its fully open position (either manually or via positioning signal Y1) prior to activating the pump(s).

Mounting notes

The Mounting Instructions 4 319 0198 0 are enclosed in the product packaging.

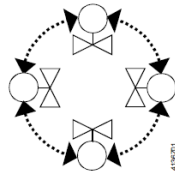


VKF46.. butterfly valves can be mounted in PN 6, PN 10, PN 16 applications. Use VKF46.450...600 in PN 16 applications only!

Do not use additional flange sealings.

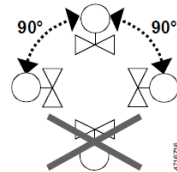
Orientation

VKF 46.. + SQL36E..



Any

VKF46.. + SAL..T20/T40



Upright to horizontal

Maintenance

The VKF46.. butterfly valves require no maintenance.

Caution

Before performing any service works on the valve, actuator or mounting kit:

- Switch off the pump and power supply
 - Close the main shut-off valves in the pipework
 - Release pressure in the pipes and allow them to cool down completely
- If necessary, disconnect electrical connections from terminals.

The valve must be re-commissioned only with the manual adjuster or the actuator correctly assembled.

Disposal

Do not dispose of the device as household waste.

- Special handling of individual components may be mandated by law or make ecological sense.
- Observe all local and currently applicable laws and regulations.

Warranty

The technical data given for these applications is valid only in conjunction with the Siemens actuators as detailed under "Equipment combinations", page 3. All terms of the warranty will be invalidated by the use of actuators from other manufacturers.

Technical data

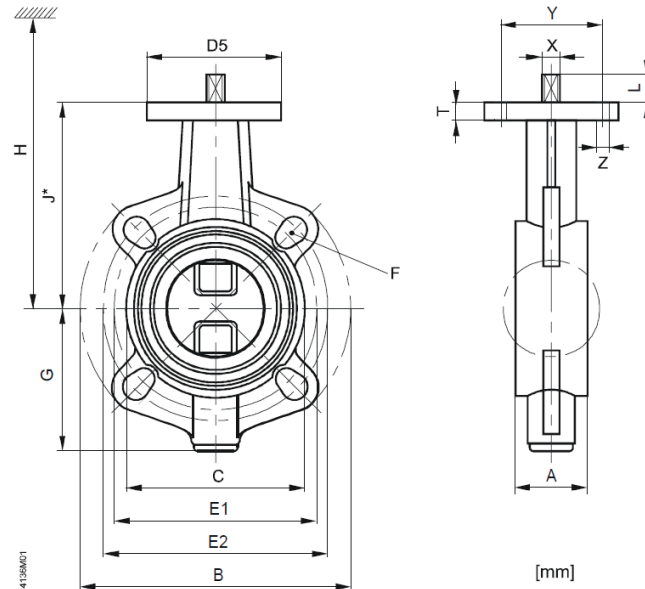
Operating data	PN class	PN 16 to EN1333
	Permissible operating pressure	1600 kPa (16 bar)
	Flow characteristic	according to the diagram on page 5
	Leakage rate	A to EN 12266-1 (tight-closing)
	Permissible media	chilled water, low temperature hot water, cooling water, brine, demineralised water (softened), water with anti-freeze, air recommendation: water treatment to VDI2035
	Medium temperature	-10...120 °C
	Flanged connection for pipes ¹⁾	PN 6, PN 10, PN 16 to ISO7005
	Overall length	DIN EN 558, series 20
	Flange for actuator or manual adjuster	EN ISO 5211
	Angle of rotation	90°
Standards, directives and approvals	Pressure Equipment Directive	PED 2014/68/EU
	Pressure-carrying accessories	Scope: Article 1, section 1 Definitions: Article 2, section 5
	Fluid group 2:	Category I, Modul A, with CE-marking as per article 14, section 2
	DN 65...200	Category II, Modul A2, with CE-marking as per article 14, section 2, notified body number 0036
	DN 250...300	Category III, module H, with CE-marking, notified body number 0036
	DN 350...600	Category III, module H, with CE-marking, notified body number 0036
	EU conformity (CE) DN 65...600	A5W00006397 ²⁾
	EAC Conformity	Eurasia Conformity
Environmental compatibility	The product environmental declaration contains data on environmentally compatible product design and assessments (RoHS compliance, materials composition, packaging, environmental benefit, disposal).	
Materials	Housing	to DN 300 grey cast iron EN-GJL-250 from DN 350 nodular cast iron EN-GJS-400-15
	Shaft	stainless steel 1.4101
	Valve disc	stainless steel 1.4408
	Manual adjuster	ASK46.. die-cast aluminum
	Liner	EPDM
Dimensions	refer to "Dimensions", page 7	
Weight	refer to "Dimensions", page 7	

¹⁾ VKF46.450...600 are not suited for PN 6 and PN 10

²⁾ The documents can be downloaded from <http://siemens.com/bt/download>

Dimensions

Dimensions in mm



Type	DN	A	B	C	G	J*	T	D5	L	PN 6	PN 10	PN 16	X	EN 5211	Y	Z	$\frac{5}{8}$ [kg]
			o	o				o		oE1 F	oE2 F	oE2 F			o	o	
VKF46.40	40	33	140	82	66	113	10	54	11.5	100 M12 (4x)	110 M16 (4x)	110 M16 (4x)		F04	42	6	1.8
VKF46.50	50	43	157	95	85	126	10	54	11.5	110 M12 (4x)	125 M16 (4x)	125 M16 (4x)					2.2
VKF46.65	65	46	177	115	93.5	134.5	10	54	11.5	130 M12 (4x)	145 M16 (4x)	145 M16 (4x)					2.9
VKF46.80	80	46	192	138	104.5	157	10	65	15.5	150 M16 (4x)	160 M16 (8x)	160 M16 (8x)					4.0
VKF46.100	100	52	221	158	115.5	167.5	10	65	15.5	170 M16 (4x)	180 M16 (8x)	180 M16 (8x)	14	F05	50	7	5.2
VKF46.125	125	56	256	188	128	180	10	65	15.5	200 M16 (8x)	210 M16 (8x)	210 M16 (8x)					6.9
VKF46.150	150	56	281	212	152	203	12	90	18.5	225 M16 (8x)	240 M20 (8x)	240 M20 (8x)	17	F07	70	9	9.5
VKF46.200	200	60	320	268	177.5	228.5	12	90	18.5	280 M16 (8x)	295 M20 (8x)	295 M20(12x)					13.2
VKF46.250	250	68	403	320	213	266	15	125	23.5	335 M16(12x)	350 M20(12x)	355 M24(12x)					22.5
VKF46.300	300	78	478	370	238	290.5	15	125	23.5	395 M20(12x)	400 M20(12x)	410 M24(12x)	22	F10	102	11	31.5
VKF46.350	350	78	522	408	269	332	20	125	28.5	445 M20(12x)	460 M20(16x)	470 M24(16x)					39.4
VKF46.400	400	102	596	470	313	363	20	125	28.5	495 M20(16x)	515 M24(16x)	525 M27(16x)					58.7
VKF46.450	450	114	630	530	335	397	25	210	34			585 M27(20x)					91
VKF46.500	500	127	710	574	371	437	23	210	34			650 M30(20x)	32		165	22	107
VKF46.600	600	154	830	675	435	498	24	210	34			770 M33(20x)					171

A Corresponds to overall length acc. to EN 558, series 20 (except DN 350)

* Dimension for actuator connection from centre of pipe

H, overall height of valve and actuator

= Valve installation height (J*) from middle of pipe

+ Installation height of actuator

- SAL..T20/T40

- SQL36E50..

- SQL36E65

- SQL36E110

- SQL36E160

= 160 mm (DN 40...125)

= 210 mm (DN 40...125)

= 235 mm (DN 150...200)

= 257 mm (DN 250...400)

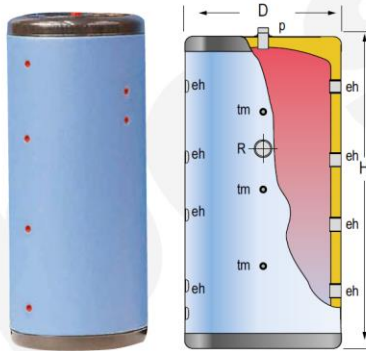
= 282 mm (DN 450...600)

7/8

3. Depósito de inercia LAPESA GEISER G-800 II

DEPÓSITOS ACUMULADORES / PRODUCTORES ACS
 GEISER INERCIA - **ACUMULACIÓN**

lapesa



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PRODUCTO GEISER INERCIA – G800IF

FCP_047_09_ES-01



DESCRIPCIÓN:

Depósito **ACUMULADOR** de **INERCIA**, para circuitos cerrados de calefacción o refrigeración. Para instalación sobre suelo, en posición vertical. Incluye **aislamiento de PU** inyectado en molde y forro externo acolchado en PVC con cierre de cremallera. Incluye también sistema de aislamiento, que permite su acceso a través de puertas de 800 mm de anchura. Con conexión roscada lateral para resistencia eléctrica de calentamiento opcional.

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Capacidad total:	Total	800	L
Presión máxima de trabajo:		6	bar
Temperatura máxima de trabajo:		110	°C
Conexiones:	eh: conexión lateral	1 ½	" H
	p: conexión superior	1	" M
	tm: conexión de sensores	½	" H
	R: conexión lateral resistencia	2	" H
Eficiencia energética:	Clase ErP	C	
	Pérdidas estáticas s/ EN12897	99	W
Dimensiones exteriores:	D: Diámetro	950	mm
	H: Altura (sin conexiones)	1840	mm
	Diagonal (sin conexiones)	2070	mm
Dimensiones embalaje:	Anchura / Altura	1030 x 1000 / 2040	mm
Peso:	Sin embalaje / Con embalaje	120 / 145	kg

4. Contador de energía SIEMENS UH50

SIEMENS

Meters and Energy Cost Allocation

Ultrasonic heat and cooling energy meters

UH50..



Ultrasonic heat and cooling energy meters to measure flow and energy in hydronic heating or refrigerant circuits.

- Available as heat, cooling energy, or combined heat/cooling energy meters
- Separate acquisition of heat or cooling energy by the combined heat/cooling energy meters, with automatic changeover
- Non-wearing due to non-moving parts
- Approved in accordance with EN 1434 and MID accuracy class 2
- Any mounting position (horizontal or vertical), in return
- Measuring range of flow 1:100 as per EN 1434, 1:1,000 total range
- Choice of various communication modules and power supplies
- Upstream or downstream setting paths are not required
- Optical interface as per EN 62056-21
- Self diagnostics

CE

CE2N5324en
2022-08-12

Smart Infrastructure

Application

The UH50.. heat and cooling energy meter physically acquires energy consumption. The amount of heat or cooling energy is acquired separately and can be read out either on site or from a remote location. The device consists of a flow measuring section and processor unit. The processor unit can be equipped with different sensors, different types of power supply and communication modules. The UH50.. measures the consumption of heat in district heating systems and blocks of flats. It is also suited to measure the consumption of cooling energy (cooling energy only or in combination with thermal energy), or volume flow in hydronic systems.

Restrictions

Do not use the UH50.. to measure potable water.

Also, the product is not suited for use in systems operating on water-glycol mixtures.

Functions

Ultrasonic measuring principle

The flow is acquired based on the non-wear ultrasonic measuring principle, which requires no moving parts.

The quantity of energy supplied to the consumer by the medium during a certain period of time is proportional to the temperature differential of flow and return and the volume flow passing through the meter.

The **water volume** is measured in the measuring tube by ultrasonic pulses which are transmitted in the direction of flow and against the direction of flow. Downstream, the time required by the pulses to travel from the transmitter to the receiver is reduced, upstream it is increased. The water volume is calculated based on the difference in runtime.

The **flow and return temperatures** are determined using platinum resistors.

The water volume as well as the temperature difference between the warmer and cooler side is multiplied using a heat coefficient and the product is integrated. The result, which is the consumed **heating or cooling energy quantity**, is registered and displayed in the physical units kWh/MWh or MJ/GJ; the volume in m³.

Processor unit

The electronics unit includes a built-in service unit. A common electronic unit applies to all flow variables.

Optical communication interface

The meter is supplied with an optical close-range interface. The meter is equipped with an optical communication interface which facilitates readout and configuration on site with the help of the optical read head WZR-OP-USP and matching UltraAssist software.

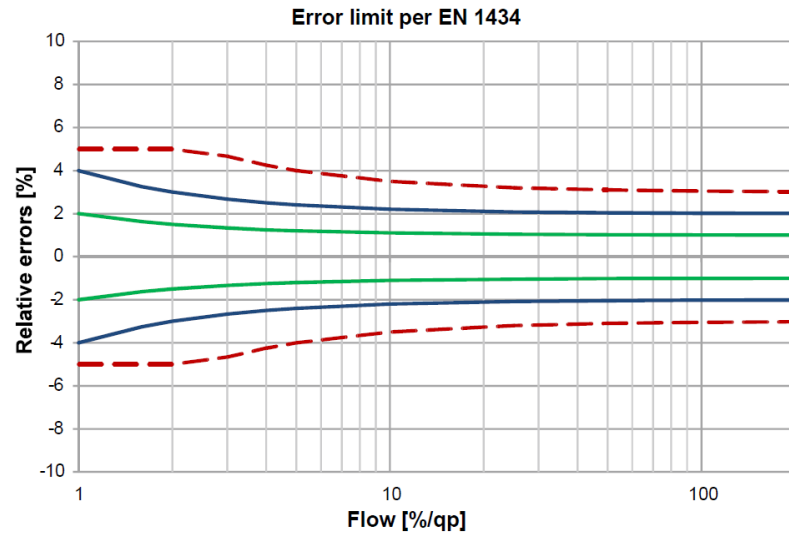
Self diagnostics

The meter continuously performs self-diagnostics, allowing it to detect a number of mounting or device errors and to display them.

Technical design

Metering accuracy as per EN 1434

The diagram below shows the typical metering accuracy of the UH50..., compared to the error limits per EN 1434, class 2.



Key:

- EN 1434, class 3
- EN 1434, class 2
- UH50.. typical (EN 1434, ½ class 2)

- q Current flow that determines the precision as a percentage of the continuous flow q_p
- q_i Lower flow limit (value 1 on the x axis = 1 % of q_p):
The smallest flow above which the heat meter must operate without exceeding the fault limits.
- q_p Continuous flow of meter = Value 100 on the x axis.

The pressure loss in a flow sensor is indicated as continuous flow q_p .
Actual pressure loss at the indicated flow can be calculated using the K_v value, which indicates flow at 1 bar differential pressure:

$$\Delta p = 1 \text{ bar} \times \left(\frac{Q}{K_v} \right)^2$$

Δp = Pressure loss in bar

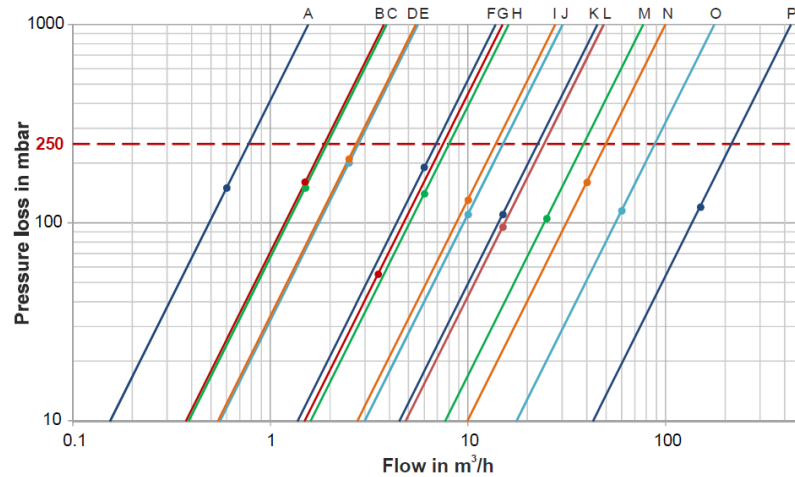
Q = Flow in m^3 / h

$K_v = K_v$ = Value at $\Delta p = 1 \text{ bar}$

Continuous flow q_p m^3/h	Mounting length mm	Connecting thread	Pressure loss at q_p mbar	Kv value at $\Delta p = 1$ bar m^3/h	Curve in the diagram
0.6	110, 190	G 3/4, G 1, DN20	150	1.5	A
1.5	130, 190	G 1, DN20	160	3.8	B
1.5	110	G 3/4	150	3.9	C
2.5	190	G 1, DN20	210	5.3	D
2.5	130	G 1	200	5.6	E
3.5	260	G 1 1/4, DN25	55	15	F
6	150	G 1 1/4	190	14	G
6	260	G 1 1/4, DN25	140	16	H
10	200, 300	G 2, DN40	130	28	I
10	300	G 2	110	30	J
15	270	DN50	110	45	K
15	200	DN50	95	49	L
25	300	DN65	105	77	M
40	300	DN80	160	100	N
60	360	DN100	115	177	O
150	500	DN150	120	433	P

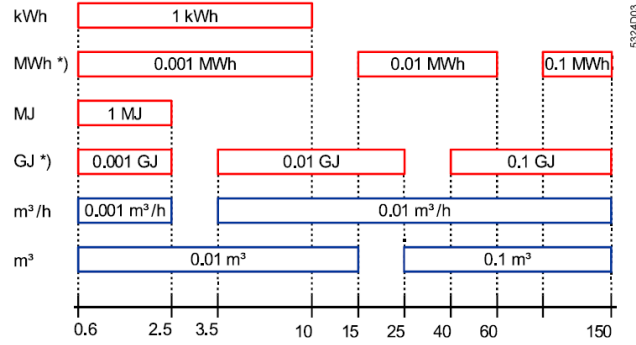
The value can also be read graphically using the diagram as an alternative.

Pressure drop characteristic

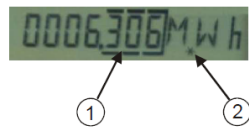


Display

The meter displays current readings in kWh, MWh, MJ or GJ. You can only select between kWh or MWh and MJ or GJ on the meter.



*) Decimal places "flashing", "static", or "supressed" The decimal places of displayed values are outlined to avoid errors. Calibrated values are identified by a star symbol.

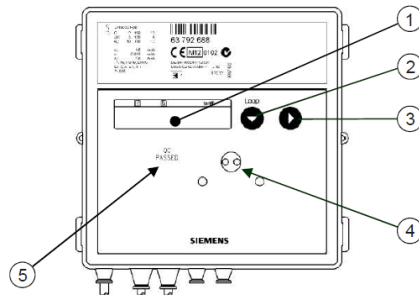


- 1 Decimal places outlined 2 Calibrated value

The number of decimal places of a value depends on the selected measuring path and the selected unit.

The meter's displays are arranged in 5 loops:

- 1 user loop
- 4 service loops

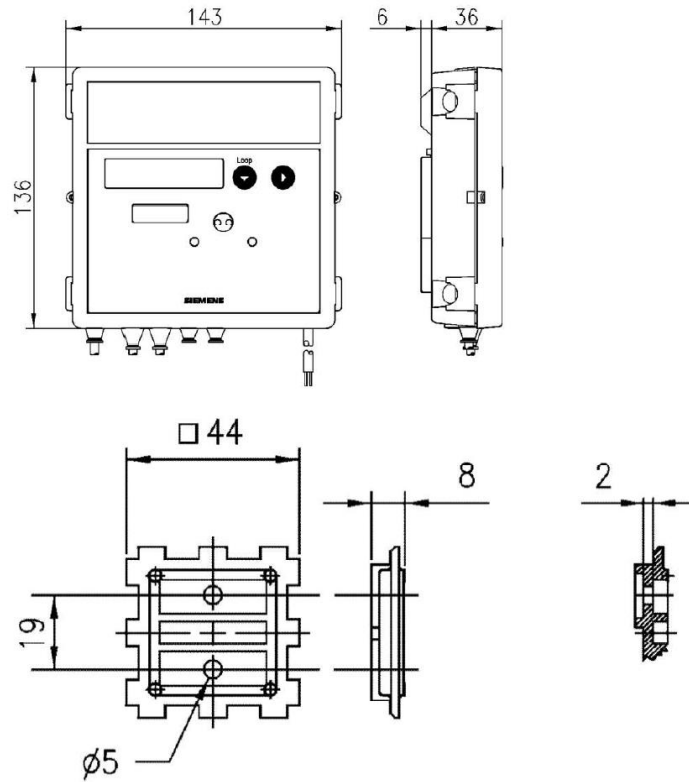


- 1 Display 2 Button 1
- 3 Button 2 4 Optical interface
- 5 Calibration seal

Dimensions

Dimensions in mm

Processor unit



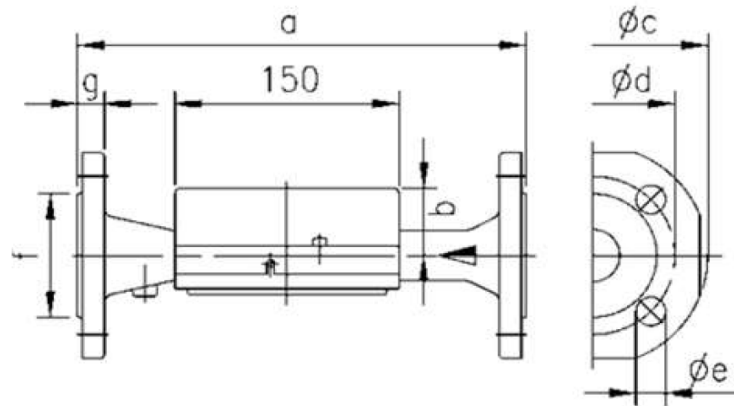
Adapter plate

Cross-sectional area

Product no.	qp m³/h	PN bar	a	b	c
UH50-x45	3.5	16	260	51	G11/4
UH50-x47		25			
UH50-x50	6	16	260	51	G11/4
UH50-x51	6	25	260	51	G11/4
UH50-x60	10	16	300	48	G2
UH50-x62	10	25	300	48	G2
UH50-x63		16			

Flow measuring section as of 3.5 m³/h

Flanged



Product no.	qp m³/h	PN bar	DN	a	b	Øc	Ød	Øe	Number of holes	f	g
UH50-x46	3.5	25	25	260	51	115	85	14	4	68	18
UH50-x52	6	25	25	260	51	115	85	14	4	68	18
UH50-x61	10	25	40	300	48	150	110	18	4	88	18
UH50-x65	15	25	50	270	46	165	125	18	4	102	20
UH50-x69				200							
UH50-x70	25	25	65	300	52	185	145	18	8	122	22
UH50-x74	40	25	80	300	56	200	160	18	8	138	24
UH50-x82	60	16	100	360	68	235	180	18	8	158	24
UH50-x83	60	25	100	360	68	235	190	22	8	158	24

5. Bomba de circulación refrigeración/calefacción WILO STRATOS MAXO-D 65/0,5-12

Stratos MAXO-D 65/0,5-12 PN 6/10

wilo



Parecido a la figura

Ficha técnica

Datos hidráulicos

Índice de eficiencia energética (IEE)	0,17
Presión máxima de trabajo PN	10 bar
Altura de impulsión H_{max}	12,0 m
Caudal $Q_{max\ hr}$	45,0 m ³ /h
Caudal $Q_{max\ add}$	71,0 m ³ /h
Altura de entrada mínima a 50 °C	7 m
Altura de entrada mínima a 95 °C	15 m
Altura de entrada mínima a 110 °C	23 m
Temperatura mínima del fluido T_{min}	-10 °C
Temperatura máxima del fluido T_{max}	110 °C
Temperatura ambiente mínima T_{min}	-10 °C
Temperatura ambiente máxima T_{max}	40 °C

Datos del motor

Alimentación eléctrica	1~230 V ±10%, 50/60 Hz
Intensidad nominal I_N	0,3 A
Intensidad nominal I_N	4,17 A
Velocidad mínima n_{min}	500 1/min
Velocidad máxima n_{max}	3000 1/min
Consumo de potencia (mín.) $P_{1\ min}$	20 W
Consumo de potencia $P_{1\ max}$	950 W
Emisión de interferencias	EN 61800-3:2004+A1:2012/entorno residencial (C1)
Resistencia a interferencias	EN 61800-3:2004+A1:2012/entorno industrial (C2)
Clase de aislamiento	F
Tipo de protección	IPX4D
Prensaestopas	5 x M16x1.5

Materiales

Carcasa de la bomba	Fundición
Rodete	PPS-GF40
Eje	Acero inoxidable
Material del cojinete	Carbón, impregnado con antimonio

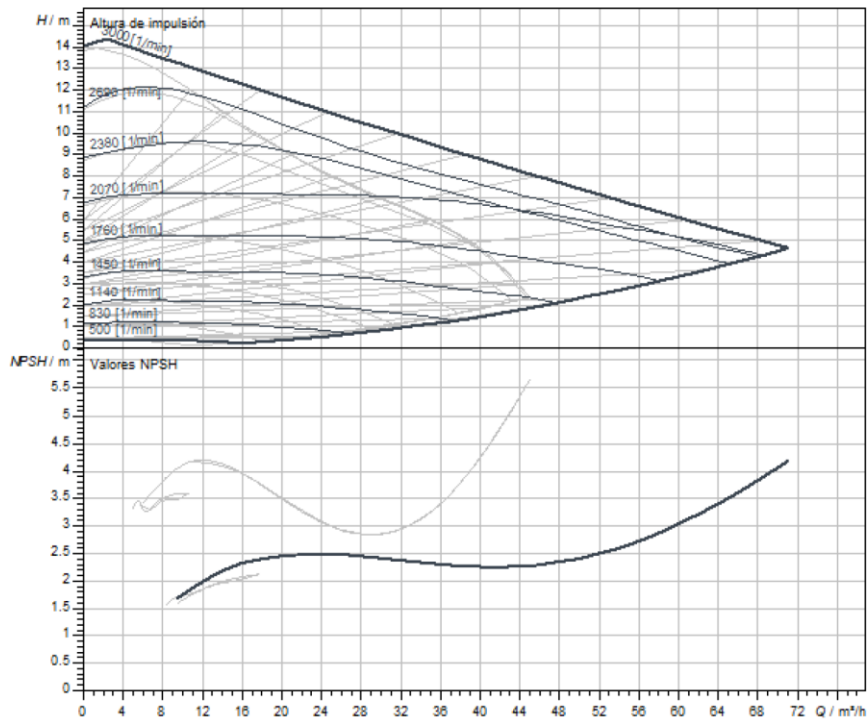


Stratos MAXO-D 65/0,5-12 PN 6/10

Dimensiones de instalación

Conexión de tubería del lado de impulsión <i>DNd</i>	DN 65
Conexión de tubería del lado de aspiración <i>DNs</i>	DN 65
Longitud entre roscas <i>l0</i>	340 mm

Curvas características



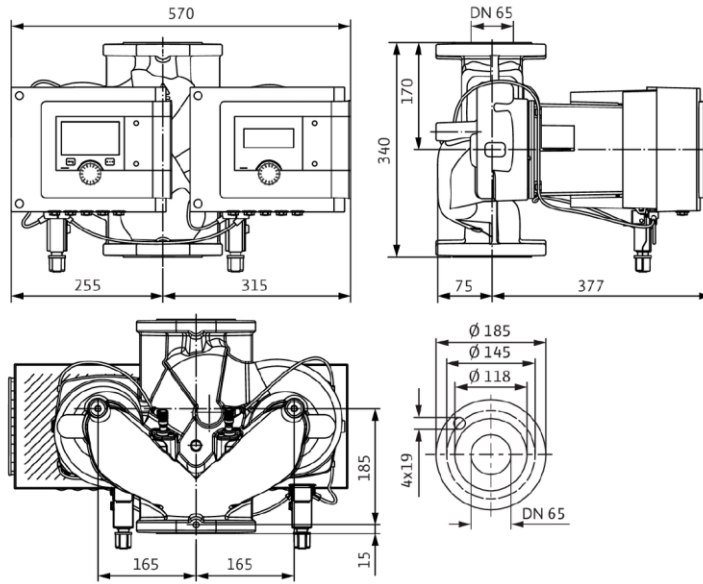
Fluido	Agua 100 %
Temperatura del fluido <i>T</i>	20.00 °C
Velocidad en el punto de funcionamiento	2308 1/min



Stratos MAXO-D 65/0,5-12 PN 6/10

Dimensiones y planos de dimensiones

Stratos MAXO-D 65/0,5-12 PN 6/10



Stratos MAXO-D 65/0,5-12 PN 6/10



Texto de especificación

Bomba inteligente premium Wilo-Stratos MAXO-D

Bomba doble de rotor húmedo con Inline de alta eficiencia, motor de conmutación electrónica y adaptación de potencia electrónica. Apta para agua de calefacción, agua de refrigeración y mezclas de agua/glicol. Índice de eficiencia energética (IEE) entre $\leq 0,17$ y $\leq 0,19$ según el modelo de bomba.

Modos de regulación:

- > Adaptación de potencia automática y permanente a las necesidades de la instalación sin especificación del valor de consigna **Wilo-Dynamic Adapt plus** (ajuste de fábrica). Ahorro de energía eléctrica de hasta un 20 % en comparación con el modo de regulación dp-v.
- > Temperatura constante (**T-const.**)
- > Temperatura diferencial constante (**dT-const.**)
- > Optimización del caudal del grupo sobrepresor adaptada a cada necesidad mediante la conexión y comunicación con varias bombas (**Multi-Flow Adaptation**).
- > Caudal constante (**Q-const.**)
- > Regulación de presión diferencial dp-c en un punto alejado de la red de tuberías (**regulación del punto más desfavorable**)
- > Presión diferencial constante (**dp-c**)
- > Presión diferencial variable (**dp-v**) con la opción de introducción del punto de funcionamiento nominal
- > Velocidad constante (**n-const.**)
- > Regulador **PID** definido por el usuario

Funciones:

- > Registro de cantidad de calor
- > Registro de cantidad de frío
- > Desconexión automática de la bomba al reconocer el caudal cero (**No-Flow Stop**)
- > Conmutación entre el modo de calefacción y el de refrigeración (tanto automática, como externa o manual)
- > Limitación del caudal ajustable mediante función Q-Limit (**Q_{min.} y Q_{max.}**)
- > Modos de funcionamiento de bombas dobles: **Funcionamiento en paralelo** con rendimiento optimizado para dp-c y dp-v, funcionamiento reserva/principal
- > Guardar y restablecer los ajustes de bomba configurados (**3 puntos de restablecimiento**)
- > **Indicación de avería/advertencia** en texto sin formato, con la solución recomendada
- > **Función de purga** para la purga automática del compartimento del rotor
- > **Reducción nocturna** automática
- > **Función de desbloqueo** automático y **protección total del motor** integrada
- > **Detección de marcha en seco**

Indicación:

- > Modo de regulación
- > Valor consigna
- > Caudal
- > Temperatura
- > Consumo de potencia
- > Consumo eléctrico
- > Influencias activas (p. ej., STOP, No-Flow Stop)



Stratos MAXO-D 65/0,5-12 PN 6/10

Ejecución:

- > 2 entradas analógicas **configurables**: 0 – 10 V, 2 – 10 V, 0 – 20 mA, 4 – 20 mA y PT1000 convencional; suministro eléctrico con +24 V DC
- > 2 entradas digitales **configurables** (Ext. OFF, Ext. Min, Ext. Max, calefacción/refrigeración, conmutación de mando al modo manual (automatización de edificios desacoplada), bloqueo (bloqueo de teclado y protección de configuración remota))
- > 2 relés **configurables para indicaciones de funcionamiento y avería**
- > **Punto de conexión para módulos Wilo-CIF** con interfaces para automatización de edificios (accesorios opcionales: módulos CIF Modbus RTU, Modbus TCP, BACnet MS/TP, BACnet IP, LON, PLR, CANopen)
- > Wilo Net como sistema de bus de Wilo para la comunicación entre los productos de Wilo, p. ej., **Multi-Flow Adaptation**; funcionamiento con bomba doble y Wilo-Smart Gateway
- > **Sensor de temperatura integrado**
- > **Modo operativo de emergencia** automático en condiciones especiales (velocidades de bomba definibles) p.ej. en caso de avería de la comunicación por bus o de los valores del sensor
- > **Pantalla gráfica en color** (4,3 pulgadas) con manejo a través de un nivel de mando manual mediante un botón
- > Lectura y ajuste de datos de funcionamiento, como, p. ej., creación de un protocolo de puesta en marcha a través de la interfaz del Bluetooth (sin requerir más accesorios) mediante la aplicación Wilo-Asistencia
- > **Gestión de bombas dobles** integrada (las bombas dobles ya están cableadas) al utilizar 2 bombas simples como unidad de bomba doble, conexión a través Wilo Net
- > Detección de ruptura de cable en señal analógica (en conexión con 2 – 10 V o 4 – 20 mA)
- > Posibilidad de instalación en el exterior con protección contra condiciones meteorológicas desfavorables según las instrucciones de instalación y funcionamiento
- > Ajustes de fecha y hora predefinidos

Suministro

- > Bomba
- > 2 conectores Wilo optimizados aptos para todos los tamaños
- > 4 prensaestopas M16 x 1,5
- > Arandelas para tornillos de brida M12 y M16 (con los diámetros nominales DN 32 y DN 65)
- > 2 juntas en conexión roscada
- > Instrucciones de instalación y funcionamiento compactas

Accesorios opcionales:

- > Módulo CIF: Modbus TCP, Modbus RTU, BACnet IP, BACnet MS/TP, LON, PLR, CANopen
- > Sonda de temperatura de superficie del tubo PT 1000 (B) (para agua caliente sanitaria)
- > Sensor PT 1000 (AA) para su instalación en el tubo de inmersión
- > Sonda de presión diferencial
- > Smart-Gateway

Datos de funcionamiento

Temperatura del fluido T	-10 °C
temperatura ambiente T	-10 °C
Presión máxima de trabajo PN	10 bar
Altura de entrada mínima a 50 °C	7 m

Datos de funcionamiento

Altura de entrada mínima a 95 °C	15 m
Altura de entrada mínima a 110 °C	23 m

Stratos MAXO-D 65/0,5-12 PN 6/10



Datos del motor

Índice de eficiencia energética (IEE)	0.17
Emisión de interferencias	EN 61800-3:2004+A1:2012/entorno residencial (C1)
Resistencia a interferencias	EN 61800-3:2004+A1:2012/entorno industrial (C2)
Alimentación eléctrica	1~230 V, 50/60 Hz
Consumo de potencia $P_{1\max}$	950 W
Velocidad mínima n_{\min}	500 1/min
Velocidad máxima n_{\max}	3000 1/min
Tipo de protección del motor	IPX4D
Prensaestopas	5 x M16x1.5

Materiales

Carcasa de la bomba	Fundición
Rodete	PPS-GF40
Eje	Acero inoxidable
Material del cojinete	Carbón, impregnado con antimonio

Dimensiones de instalación

Conexión de tubería del lado de aspiración DN_s	DN 65
Conexión de tubería del lado de impulsión DN_d	DN 65
Longitud entre roscas l_0	340 mm

Información de pedidos

Marca	Wilo
Denominación del producto	Stratos MAXO-D 65/0,5-12 PN 6/10
Peso neto aproximado m	61,3 kg
Referencia	2164658

6. Bomba de circulación retorno ACS WILO STAR Z20/4

wilo

Star-Z 20/4-3



Parecido a la figura

Ficha técnica

Datos hidráulicos

Presión máxima de trabajo P_N	10 bar
Altura máxima de impulsión $H_{Q_{\min}}$	4,7 m
Caudal máximo Q_{\max}	3,7 m ³ /h
Temperatura mínima del fluido T_{\min}	2 °C
Temperatura máxima del fluido T_{\max}	65 °C
Temperatura ambiente mínima T_{\min}	0 °C
Temperatura ambiente máxima T_{\max}	40 °C
Dureza total máx. admisible en sistemas de recirculación de ACS	3.21 mmol/l (18°dH)

Datos del motor

Alimentación eléctrica	1~230 V, 50 Hz
Potencia nominal P_2	22,5 W
Intensidad nominal I_N	0,31 A
Velocidad máxima n_{\max}	1900 1/min
Consumo de potencia $P_{1\max}$	71 W
Emisión de interferencias	EN 61000-6-3
Resistencia a interferencias	EN 61000-6-2
Tipo de protección del motor	IP44
Clase de aislamiento	F
Prensaestopas	1 x PG11
Protección de motor	no

Materiales

Carcasa de la bomba	Bronce
Rodete	PPE-GF30
Eje	Cerámica de óxido
Material del cojinete	Carbón, impregnado de resina

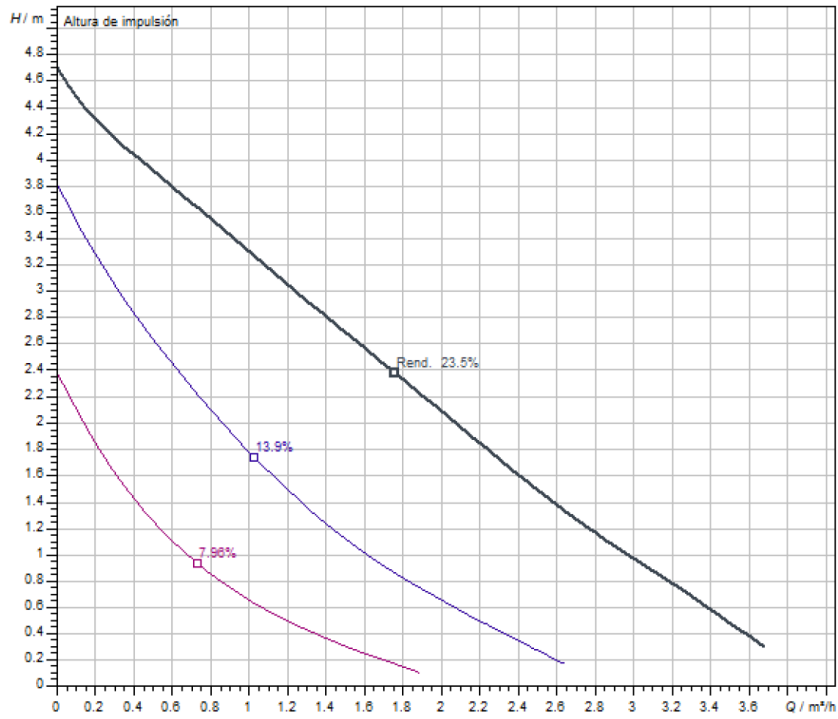
Dimensiones de instalación

Conexión de tubería del lado de aspiración D_Ns	G 1¼
Conexión de tubería del lado de impulsión D_Nd	G 1¼
Longitud entre roscas l_0	150 mm



Star-Z 20/4-3

Curvas características



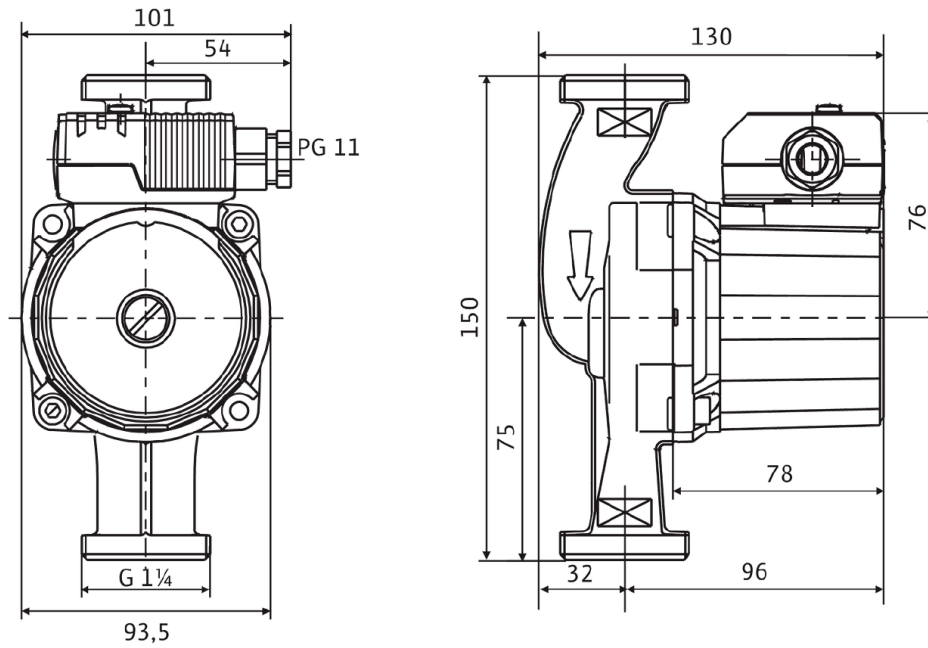
Fluido	Agua 100 %
Temperatura del fluido T	20.00 °C
Velocidad en el punto de funcionamiento	2900 1/min

Star-Z 20/4-3



Dimensiones y planos de dimensiones

Star Z



Star-Z 20/4-3

Texto de especificación

Esta bomba circuladora únicamente es adecuada para agua potable.

Bomba de recirculación de ACS, bomba de rotor húmedo con conmutación de velocidades manual de tres etapas para el montaje en tubería.

Motor resistente al bloqueo. Carcasa de bronce de la bomba, rodete de material sintético reforzado con fibra de vidrio, eje de cerámica con cojinetes deslizantes de carbono impregnados de resina.

Datos de funcionamiento

Temperatura máxima del fluido T_{max}	65 °C
Temperatura mínima del fluido T_{min}	2 °C
Temperatura ambiente mínima T_{min}	0 °C
Temperatura ambiente máxima T_{max}	40 °C
Presión máxima de trabajo P_N	10 bar
Dureza total máx. admisible en sistemas de recirculación de ACS	3,21 mmol/l (18°dH)
Rango de temperaturas con una temperatura ambiente máxima de +40 °C T	+2...+65

Datos del motor

Emisión de interferencias	EN 61000-6-3
Resistencia a interferencias	EN 61000-6-2
Alimentación eléctrica	1~230 V, 50 Hz
Consumo de potencia P_{1max}	71 W
Velocidad máxima n_{max}	1900 1/min
Intensidad nominal I_N	0,31 A
Tipo de protección del motor	IP44
Prensaestopas	1 x PG11

Materiales

Carcasa de la bomba	Bronce
Rodete	PPE-GF30
Eje	Cerámica de óxido
Material del cojinete	Carbón, impregnado de resina

Dimensiones de instalación

Conexión de tubería del lado de aspiración D_Ns	G 1¼
Conexión de tubería del lado de impulsión D_Nd	G 1¼
Longitud entre roscas l_0	150 mm

Información de pedidos

Marca	Wilo
Denominación del producto	Star-Z 20/4-3
Peso neto aproximado m	2,3 kg
Referencia	4081193

7. Bomba de calor ACS VAILLANT aroSTOR VWL B 270/6



aroSTOR

VWL B 200/5

VWL B 270/5

ES

Editor/Fabricante

Vaillant GmbH

Berghäuser Str. 40 ■ D-42859 Remscheid
Tel. +492191 18 0 ■ Fax +492191 18 2810
info@vaillant.de ■ www.vaillant.de

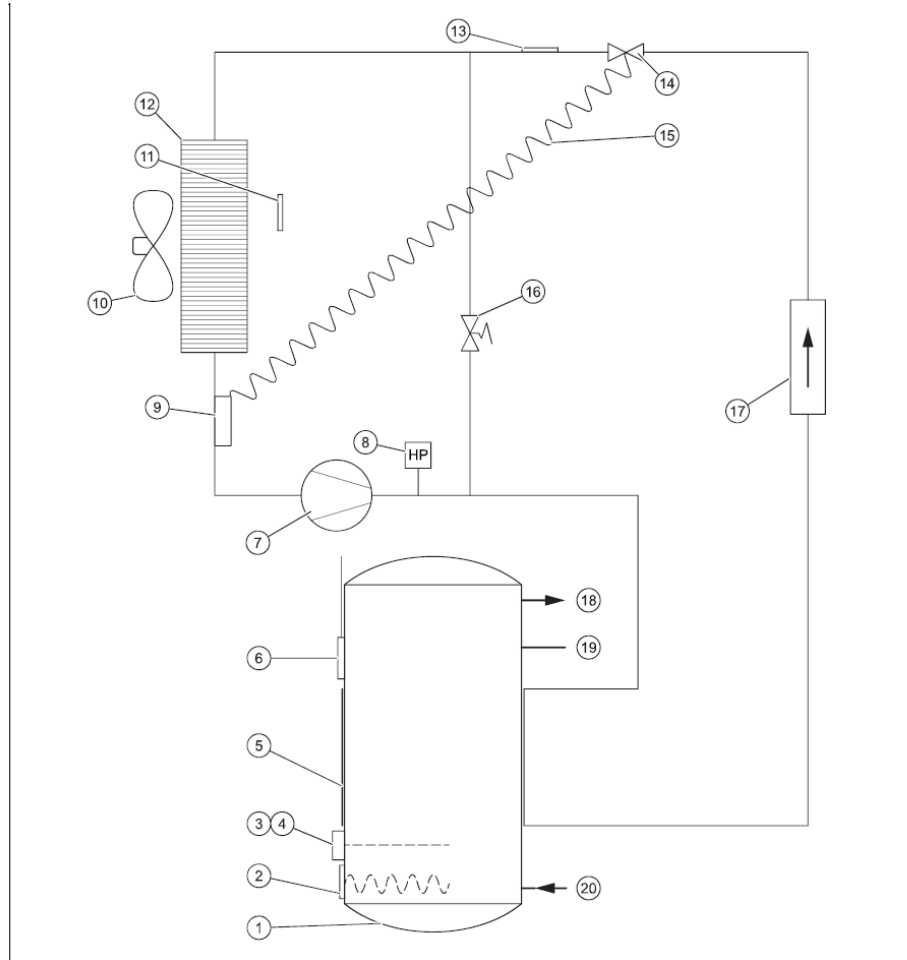


Descripción del aparato 3

3 Descripción del aparato

3.1 Esquema del sistema

Validez: aroSTOR VWL B 200/5
 O aroSTOR VWL B 270/5

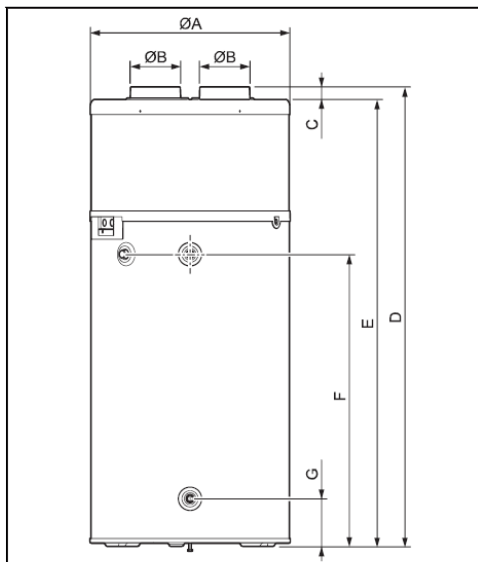


- | | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | Acumulador de agua caliente sanitaria | 9 | Cabeza de sensor de la válvula de expansión termostática |
| 2 | Resistencia eléctrica de apoyo | 10 | Ventilador |
| 3 | Limitador de temperatura de seguridad del calentador de inmersión | 11 | Sensor de temperatura en la entrada de aire |
| 4 | Limitador de temperatura de seguridad del calentador de inmersión | 12 | Evaporador |
| 5 | Condensador externo | 13 | Sensor de descongelación |
| 6 | Sensor de temperatura del acumulador de agua caliente sanitaria | 14 | Válvula de expansión termostática |
| 7 | Compresor | 15 | Tubos capilares de la válvula de expansión termostática |
| 8 | Interruptor de presión | 16 | Válvula de descongelación |
| | | 17 | Filtro de drenaje |

Montaje 4

4.5 Dimensiones del aparato y de conexión

Validez: aroSTOR VWL B 200/5, aroSTOR VWL B 270/5



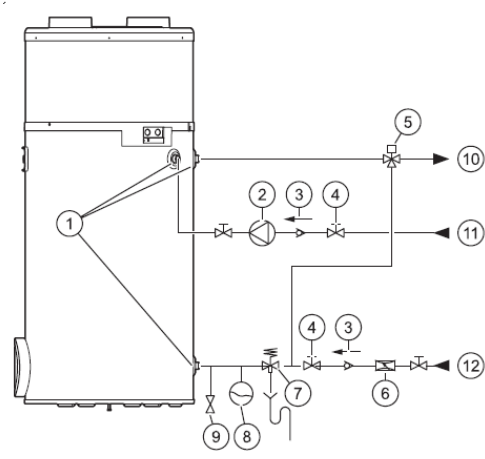
Dimensiones del aparato y dimensiones de conexión (→ Página 11)

Dimensiones del aparato y dimensiones de conexión

	aroSTOR VWL B 200/5	aroSTOR VWL B 270/5
A	634 mm	634 mm
B	158 mm	158 mm
C	40 mm	40 mm
D	1,458 mm	1,783 mm
E	1,418 mm	1,743 mm
F	927 mm	1,255 mm
G	152 mm	152 mm

E Esquema hidráulico

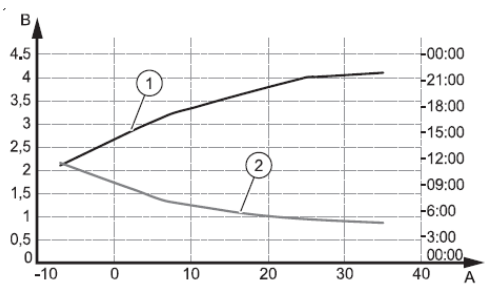
Validez: aroSTOR VWL B 200/5, aroSTOR VWL B 270/5



- | | | | |
|---|---|----|---------------------------------|
| 1 | Conexión hidráulica con aislamiento dieléctrico | 7 | Grupo de seguridad |
| 2 | Bomba de recirculación | 8 | Vaso de expansión |
| 3 | Válvula antirretorno | 9 | Válvula de vaciado |
| 4 | Llave de cierre | 10 | Ida del agua caliente sanitaria |
| 5 | Grifo mezclador con termostato | 11 | Circulación de agua caliente |
| 6 | Descompresor | 12 | Conducto de agua fría |

F Curva de potencia de la bomba de calor

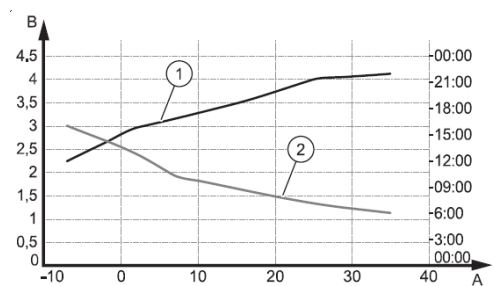
Validez: aroSTOR VWL B 200/5



- | | | | |
|---|--|---|--|
| A | Temperatura del aire en °C | 2 | Periodo de calentamiento con una temperatura del agua de 10 °C para una temperatura nominal de 55 °C (EN 16147:2017/ciclo de extracción L) |
| B | Factor de trabajo (COP) | | |
| 1 | COP con una temperatura del agua fría de 10 °C para una temperatura nominal de 55 °C (EN 16147:2017/ciclo de extracción L) | | |

Anexo

Validez: aroSTOR VWL B 270/5



- A Temperatura del aire en °C
- B Factor de trabajo (COP)
- 1 COP con una temperatura del agua fría de 10 °C para una temperatura nominal de 55 °C (EN 16147:2017/ciclo de extracción L)
- 2 Período de calentamiento con una temperatura del agua de 10 °C para una temperatura nominal de 55 °C (EN 16147:2017/ciclo de extracción L)

G Datos técnicos

Datos técnicos: generalidades

	aroSTOR VWL B 200/5	aroSTOR VWL B 270/5
Contenido nominal	200 l	270 l
Diámetro exterior	634 mm	634 mm
Altura	1.458 mm	1.783 mm
Peso (sin llenar)	55 kg	68 kg
Peso (lleno)	255 kg	338 kg
Material del depósito	Acero inoxidable	Acero inoxidable
Aislamiento térmico	Espuma de poliuretano 50 mm	Espuma de poliuretano 50 mm
Protección anticorrosión	–	–
Presión máxima del circuito de agua caliente sanitaria	0,6 MPa (6,0 bar)	0,6 MPa (6,0 bar)
Máx. temperatura de agua caliente sanitaria con bomba de calor	60 °C (140,0 °F)	60 °C (140,0 °F)
Máx. temperatura de agua caliente sanitaria con calefacción eléctrica adicional	65 °C	65 °C

Datos técnicos - Datos eléctricos característicos

	aroSTOR VWL B 200/5	aroSTOR VWL B 270/5
Tensión y frecuencia del suministro eléctrico del producto	230 V - 50 Hz	230 V - 50 Hz
Máx. intensidad de corriente del circuito de alimentación de corriente	8 A	8 A
Longitud del cable de corriente suministrado	1,5 m	1,5 m
Potencia máx.	1,900 W	1,900 W
Tipo de protección	IPX4	IPX4
Potencia calorífica nominal de la calefacción eléctrica adicional	1.200 W	1.200 W
Carga de calentamiento de la calefacción eléctrica adicional	7 W/cm ²	7 W/cm ²

Datos técnicos - Conexiones hidráulicas

	aroSTOR VWL B 200/5	aroSTOR VWL B 270/5
Conexiones del circuito de agua caliente sanitaria	M 3/4"	M 3/4"
Conexión del circuito de circulación	M 3/4"	M 3/4"

Anexo

Datos técnicos - Datos característicos de la bomba de calor

*según EN 16147:2017

	aroSTOR VWL B 200/5	aroSTOR VWL B 270/5
Tipo de refrigerante	R 290	R 290
Cantidad de refrigerante para un llenado completo	0,15 kg	0,15 kg
Alta presión máx. de la bomba de calor	2,5 MPa	2,5 MPa
Baja presión máx. de la bomba de calor	1,5 MPa	1,5 MPa
Temperatura del aire admisible	-7 ... 35 °C	-7 ... 35 °C
Cantidad máx. de aire	400 m ³ /h (14,126 ft ³ /h)	400 m ³ /h (14,126 ft ³ /h)
Longitud total de la salida concéntrica de evacuación de gases/aire (en tuberías rectas, sin codos)	10 m	10 m
Nivel de intensidad sonora LpA a 1 m de distancia (V1/V2)	40/43 dB	40/43 dB
Nivel de intensidad sonora LWA a 1 m de distancia (V1/V2)	50/52 dB	50/52 dB
Máx. caudal de condensado	0,079 liq. gal _{US} /h (0,30 l/h)	0,079 liq. gal _{US} /h (0,30 l/h)
Potencia calorífica nominal de la bomba de calor (temperatura del agua: 55 °C)	700 W	700 W
Potencia calorífica nominal de la bomba de calor (temperatura del agua: 45 °C)	1,420 W	1,420 W
Valor de rendimiento (COP _{DHW} (Temperatura exterior del aire: 7 °C, ciclo de extracción: L)*	3,19	3,14
Máximo caudal de agua caliente sanitaria útil V _{máx} (temperatura exterior del aire: 7 °C, ciclo de extracción: L)*	247,4 l (65,36 liq. gal _{US})	349,3 l (92,28 liq. gal _{US})
Temperatura de agua caliente sanitaria de referencia Θ _{WH} (temperatura exterior: 7 °C, ciclo de extracción: L)*	54,2 °C (129,56 °F)	53,8 °C (128,84 °F)
Tiempo de calentamiento (Temperatura ambiente del aire: 7 °C, ciclo de extracción: L)*	7,04 h	10,15 h
Consumo de potencia durante el periodo en standby P _{es} (temperatura exterior: 7 °C, ciclo de extracción: L)*	23 W	25 W

8. Fancoils SAUNIER DUVAL



Sistemas Genia/Regulación y conectividad



Fancoils Genia Fan



Amplia gama, ideal para uso doméstico o pequeño terciario. Todas ellas integran filtro contra el polvo y partículas, la mejor opción para personas alérgicas o asmáticas. Muy fáciles de instalar, con agua.

Ventajas

Gama completa

- Amplia gama: Murales, Cassettes, Consolas y Conductos

Flexibilidad

- Amplio rango de potencias para todo tipo de aplicaciones domésticas y pequeño terciario.
- 3 velocidades de ventilador (alta, media y baja)

Eficiencia y sostenibilidad

- Su motor inverter contribuye al ahorro energético y reduce las emisiones de CO₂
- Silenciosos y compactos

Simplicidad

- Mando inalámbrico para mural y cassette de serie.
- Mando por cable para consola y conducto (opcional)



Mural

- Integra válvula de 3 vías
- Integra filtro purificador de aire
- Incluye mando inalámbrico
- Estética moderna de última generación



Cassette

- Requieren de una válvula de paso (3 ó 2 vías en función de la instalación) para su correcto funcionamiento
- De uso en oficinas, cafeterías y hoteles
- Incluye mando inalámbrico



Consola suelo/techo

- Válvula 3 vías y conjunto de tubos disponibles como accesorios
- Sobre suelo. No es necesario su anclaje a pared
- De uso en viviendas, oficinas, y comercios



Conductos

De uso en viviendas, oficinas, y comercios



Control digital cableado

- Programación semanal
- No necesita pilas
- Fácil de usar

Genia Fan

Mural	Velocidad	Ud.	5-025 NW 4-025 NW	5-035 NW 4-035 NW	5-045 NW 4-045 NW
Referencia			0010024475 0010022124	0010024476 0010022125	0010024477 0010022126
Ventilación	Máx/Med/Mín	m³/h	492/454/400	825/689/590	862/741/634
Refrigeración ¹	Capacidad	kW	2,70/2,59/2,39	3,81/3,30/2,88	4,47/3,98/3,48
	Cap. sensible	kW	2,15	3,18	3,67
	Caudal	l/h	480	670	770
	Pérdida presión	kPa	31,61	56,75	41,17
Calefacción ²	Capacidad	kW	2,94/2,80/2,58	4,30/3,65/3,09	4,84/4,23/3,62
	Pérdida presión	kPa	32,66	51,86	36,82
Dimens. (an. x alto x prof.)		mm	915x290x230	915x290x230	1.072x315x230
Peso neto		kg	12,7	12,7	15,1
Tub. entrada/salida agua		Pulg.		RC3/4	

Cassette	Velocidad	Ud.	SD 4-035 NK	SD 4-050 NK
Referencia			0010023050	0010023051
Ventilación	Máx/Med/Mín	m³/h	719/561/448	1.229/1.020/810
Refrigeración ¹	Capacidad	kW	3,96/3,26/2,76	6,12/5,45/4,60
	Cap. sensible	kW	3,2	5,18
	Caudal	l/h	700	1100
	Pérdida presión	kPa	11,48	21,3
Calefacción ²	Capacidad	kW	4,63/3,79/3,15	6,27/6,53/5,43
	Pérdida presión	kPa	9,2	30
Dimens. (an. x alto x prof.)		mm	575x261x575	840x230x840
Dimens. panel (an. x alto x prof.)		mm	647x50x647	950x45x950
Peso neto		kg	19	29
Tub. entrada/salida agua		Pulg.	G3/4	RC3/4

Consola Suelo/techo	Velocidad	Ud.	SD 4-017 NC	SD 4-030 NC	SD 4-045 NC
Referencia			0010022135	0010022136	0010022137
Ventilación	Máx/Med/Mín	m³/h	267/201/153	560/407/319	678/492/383
Refrigeración ¹	Capacidad	kW	1,63/1,23/0,96	2,97/2,39/1,82	4,57/3,35/2,62
	Cap. sensible	kW	1,15	2,28	3,24
	Caudal	l/h	280	520	810
	Pérdida presión	kPa	7 2/5	19 1/9	25 1/2
Calefacción ²	Capacidad	kW	1,71 / 1,29 / 0,98	3,3 / 2,54 / 1,87	4,66 / 3,38 / 2,57
	Pérdida presión	kPa	5 1/3	15 3/5	21 4/7
Dimens. (an. x alto x prof.)		mm	800x592x220	1.000x592x220	1.200x592x220
Peso neto		kg	24 2/5	28 1/5	34 1/5
Tub. entrada/salida agua		Pulg.		G3/4	

Conductos	Velocidad	Ud.	SD 4-020 ND	SD 4-040 ND	SD 4-060 ND	SD 4-090 ND	SD 4-110 ND
Referencia			0010022130	0010022131	0010022132	0010022133	0010022134
Ventilación	Máx/Med/Mín	m³/h	411/273/205	734/564/389	1.022/760/544	1.824/1.332/906	2.134/1.581/1.083
Refrigeración ¹	Capacidad	kW	2,35/1,72/1,32	3,99/3,26/2,5	5,85/4,82/3,78	8,96/7,37/5,66	10,79/8,86/6,79
	Cap. sensible	kW	1,75	3,1	4,49	7,33	8,84
	Caudal	l/h	430	690	1050	1590	1930
	Pérdida presión	kPa	13,6	13	31,4	24,1	26,3
Calefacción ²	Capacidad	kW	2,68/1,99/1,42	4,7/3,85/2,77	6,62/5,38/4,00	10,74/8,55/6,35	12,62/10,15/7,47
	Pérdida presión	kPa	12,6	13	31,7	28,3	29,4
Dimens. (an. x alto x prof.)		mm	741x241x522	941x241x522	1.161x241x522	1.566x241x522	1.851x241x522
Peso neto		kg	16,7	21	23,7	34,7	39,2
Tub. entrada/salida agua		Pulg.			RC 3/4		

(1) Condiciones de refrigeración: entrada de agua a 7°C, salida a 5°C, salto a 5°C, salto a 20°C de bulbo seco y 19°C de bulbo húmedo.
 (2) Condiciones de calefacción: entrada de agua a 50°C, salida a 40°C, salto a 10°C, salto a 20°C de bulbo seco y mismo caudal de agua que en condiciones de refrigeración.
 (3) Ensayado en sala de pruebas semicertificada conforme a EN 14683.

Servicio A TU LADO
 912 875 875

 @saunierduval
 saunierduval.es
 SaunierDuvalSP

www.saunierduval.es
www.instalxpert.com
www.re-magazine.es

Soluciones eficientes para Calefacción y Climatización


Saunier Duval
 Siempre a tu lado

9. Válvulas de equilibrado de caudal



10.1 Reguladores automáticos de caudal K-Flow® Equilibrado

Equilibrado hidráulico

En la práctica se ha visto la necesidad de equilibrar los sistemas para garantizar el bienestar limitando el consumo de energía.

Los problemas principales por falta de equilibrado de los sistemas son:

- Aporte de energía irregular e locales incluso a cargas parciales.
- No se consigue las temperaturas de confort o retrasos en conseguirlas.
- Problemas de ruido.
- Mayor potencia y consumo de bombeo.
- Menor eficacia en equipos de producción.
- Incompatibilidad de caudales de producción con consumos.
- Problemas de medición.
- Problemas de erosión.

El caudal del fluido que circula por las unidades productoras, distribuidoras o terminales es uno de los parámetros más importantes de una instalación.

Si los circuitos no están equilibrados habrá zonas con defecto o ausencia de caudal.

Ventajas del equilibrado automático

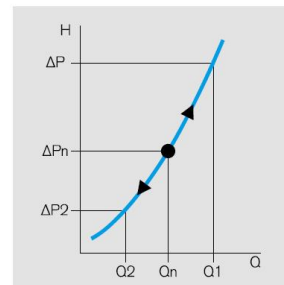
- 100% de precisión en el caudal.
- Menor número de unidades en proyecto, solo se necesitan en unidades terminales.
- Menor tiempo de montaje en obra.
- Sin puesta en marcha.
- Autolimpieza.
- Equilibrado independiente de modificaciones o ampliaciones.
- Menor costo de explotación.
- Minimizarlos de ruidos.
- Ahorro energético. Cerca del 30% de la energía eléctrica consumida en una instalación se emplea en mover agua. Si conseguimos una máxima adaptación de la potencia de bombeo a la demanda hidráulica, obtendremos un mayor ahorro energético.
- Con válvulas de dos, tres y cuatro vías conseguiremos un equilibrado hidráulico perfecto.

Sistemas de equilibrado

Básicamente existen dos sistemas:

1. Equilibrado manual

Se realiza mediante válvulas manuales con diferentes puntos de ajuste de kv conocido.



$$Q_n = f(S, \Delta p_n)$$

S: Sección de paso

Δp_n : Presión diferencial para un punto de ajuste $S = \text{cte}$, si

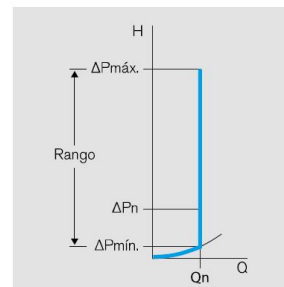
$\Delta p_n \uparrow \rightarrow Q_n \uparrow$

$\Delta p_n \downarrow \rightarrow Q_n \downarrow$

Es decir, variaciones de presión implican variaciones de caudal.

2. Equilibrado automático

Se realiza mediante reguladores automáticos K-Flow que modifican la sección cuando se modifica la presión diferencial para mantener el caudal de proyecto.



$$Q_n = f(S, \Delta p_n)$$

S: Sección:

Δp_n : Presión diferencial

Si $\Delta p_n \uparrow \rightarrow S \downarrow$

Si $\Delta p_n \downarrow \rightarrow S \uparrow$

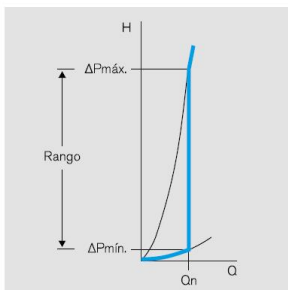
10.2 Reguladores automáticos de caudal K-Flow® Cartuchos



Cartuchos de caudal prefijado tipo S

Cada cartucho está fabricado para un caudal y rango determinado.

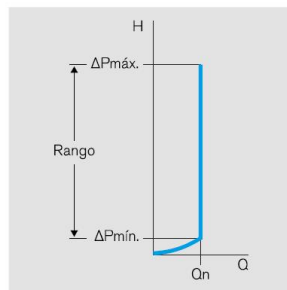
La curva característica es una recta vertical con caudal constante y presión diferencial variable dentro del rango que marca el propio cartucho.



Cartuchos de caudal ajustable interiormente tipo R

Cada cartucho dispone de cinco a ocho posiciones de ajuste de caudal y un rango determinado.

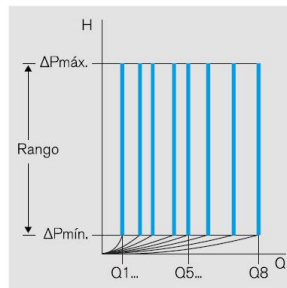
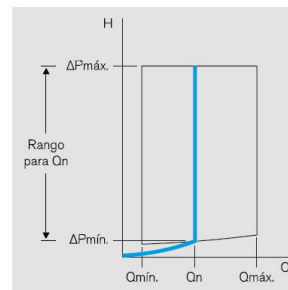
La curva característica es a caudal constante.



Cartuchos de caudal ajustable exteriormente tipo J y SH

Cada cartucho se puede ajustar a cualquier caudal comprendido entre sus límites mínimo y máximo antes o durante el proceso de puesta en marcha de la instalación.

La posición de ajuste se lee en la pantalla micrométrica incorporada. Entre ese mínimo y máximo de caudal podemos ajustar cualquier valor.



10. Unidad de ventilación con recuperador RCE-55N-AE



TARIFA DE PRECIOS 2019

PRECIOS SUJETOS A MODIFICACIONES



RECUPERADOR DE CALOR ALTA EFICIENCIA MOD. RCE-55N-AE



NUEVO



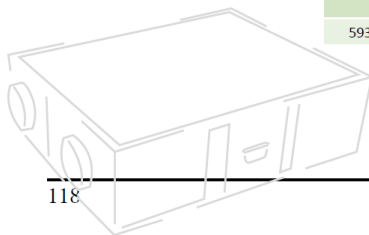
- Cumple la normativa ERP 2018 (incluye sistema detección filtros sucios por presostatos diferenciales) según la directiva 2014/1253/CE.
- Ventiladores EC con regulación 0-10v de caudal.
- Paneles aislados interiormente mediante aislamiento.
- Intercambiador de placas con rendimiento con rendimiento hasta el 92%.
- Bypass integrado con control motorizado mediante compuerta y servoaccionamiento.
- Tapas intercambiables para poder configurarlo en varias posiciones diferentes.
- Chasis mediante perfilera de aluminio reforzado que le confiere gran robustez.
- Control electrónico del equipo, modelo BK-143 incluido (sin sonda CO2).
- Embocaduras circulares con junta de goma que proporcionan mayor estanqueidad.
- Este equipo cumple con la normativa de diseño ecológico (ERP, Directiva Europea 2014/1253/CE).

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

SECCION VENTILACIÓN									
Modelo ventilador	Caudal máx (m3/h)	Potencia (W)	Intensidad (A)	Tensión (V)	Protección (IP)	Velocidad (RPM)	Control velocidad	Eficiencia (ηes)	Tipo ventilador
K3G-400-RJ75-02	5,500	2 x 1.320	2 x 2,1	380V/3/50hz	IP 55	2060	0-10v	62,70%	EC-Green-Tech

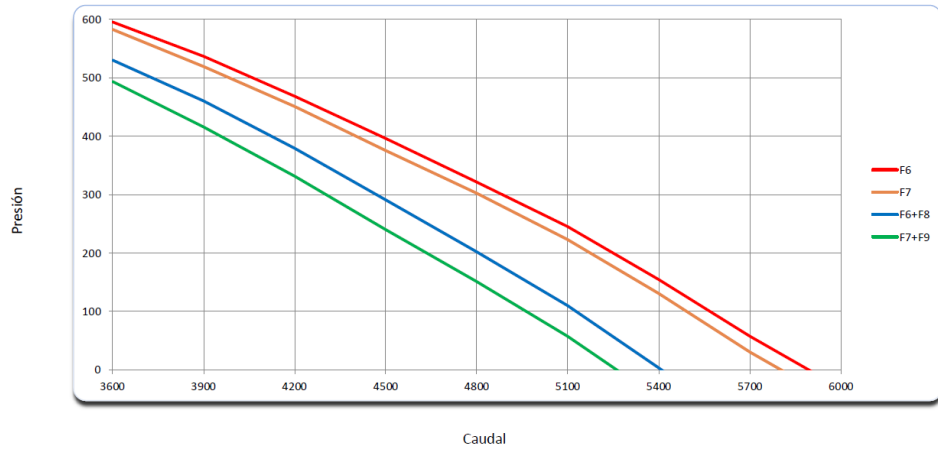
SECCION RECUPERACIÓN								
Modo funcionamiento	Aire interior		Aire exterior		Tipo recuperador	Potencia recuperada	Aportación de aire	Rendimiento
Invierno	22°C	50% HR	-8°C	90% HR	Hexagonal	45,30 Kw	17,00 °C	83,2 %
Verano	22°C	50% HR	31°C	63% HR	Hexagonal	11,90 Kw	23,9 °C	78,5%

FILTROS (IMPULSIÓN Y EXTRACCIÓN)		
"Entrada aire (Etapa 1)"	"Entrada aire (Etapa 2)"	"Salida aire"
Medida filtros (mm)	Medida filtros (mm)	Medida filtros (mm)
593x883x525	593x883x97	593x883x525



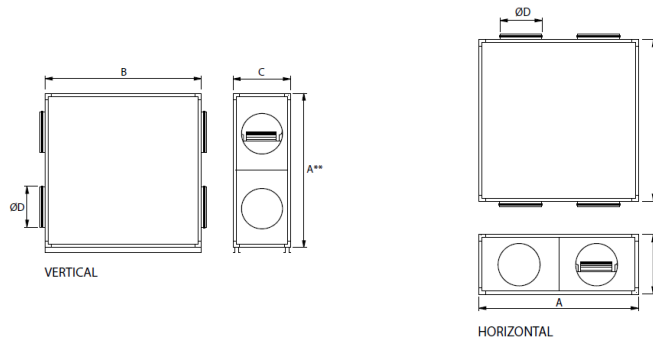


CAUDAL/PRESIÓN DISPONIBLE



DIMENSIONES

Medidas	mm
A	2100
B	2900
C	800
D	500
Peso	302,58



**En caso de vertical, irá con omega que incrementa la cota en 50mm.

11. Unidad de ventilación con recuperador RCE-34N-AE



TARIFA DE PRECIOS 2019

PRECIOS SUJETOS A MODIFICACIONES



RECUPERADOR DE CALOR ALTA EFICIENCIA MOD. RCE-34N-AE



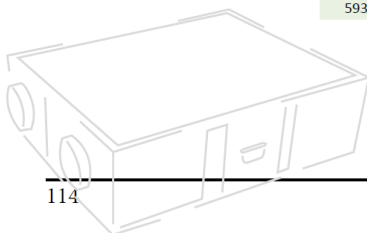
- Cumple la normativa ERP 2018 (incluye sistema detección filtros sucios por presostatos diferenciales) según la directiva 2014/1253/CE.
- Ventiladores EC con regulación 0-10v de caudal.
- Paneles aislados interiormente mediante aislamiento.
- Intercambiador de placas con rendimiento con rendimiento hasta el 92%.
- Bypass integrado con control motorizado mediante compuerta y servoaccionamiento.
- Tapas intercambiables para poder configurarlo en varias posiciones diferentes.
- Chasis mediante perfilería de aluminio reforzado que le confiere gran robustez.
- Control electrónico del equipo, modelo BK-143 incluido (sin sonda CO2).
- Embocaduras circulares con junta de goma que proporcionan mayor estanqueidad.
- Este equipo cumple con la normativa de diseño ecológico (ERP, Directiva Europea 2014/1253/CE).

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

SECCION VENTILACIÓN									
Modelo ventilador	Caudal máx (m3/h)	Potencia (W)	Intensidad (A)	Tensión (V)	Protección (IP)	Velocidad (RPM)	Control velocidad	Eficiencia (ηes)	Tipo ventilador
K3G-310-RS01-I2	3.400	2 x 730	2 x 3,2	230V/50hz	IP 55	2640	0-10v	65,30%	EC-Green-Tech

SECCION RECUPERACIÓN								
Modo funcionamiento	Aire interior		Aire exterior		Tipo recuperador	Potencia recuperada	Aportación de aire	Rendimiento
Invierno	22°C	50% HR	-8°C	90% HR	Hexagonal	27,50 Kw	17,20 °C	84,1 %
Verano	22°C	50% HR	31°C	63% HR	Hexagonal	7,30 Kw	23,7 °C	80,9%

FILTROS (IMPULSIÓN Y EXTRACCIÓN)		
"Entrada aire (Etapa 1)"	"Entrada aire (Etapa 2)"	"Salida aire"
Medida filtros (mm)	Medida filtros (mm)	Medida filtros (mm)
593x883x375	593x883x97	593x883x375

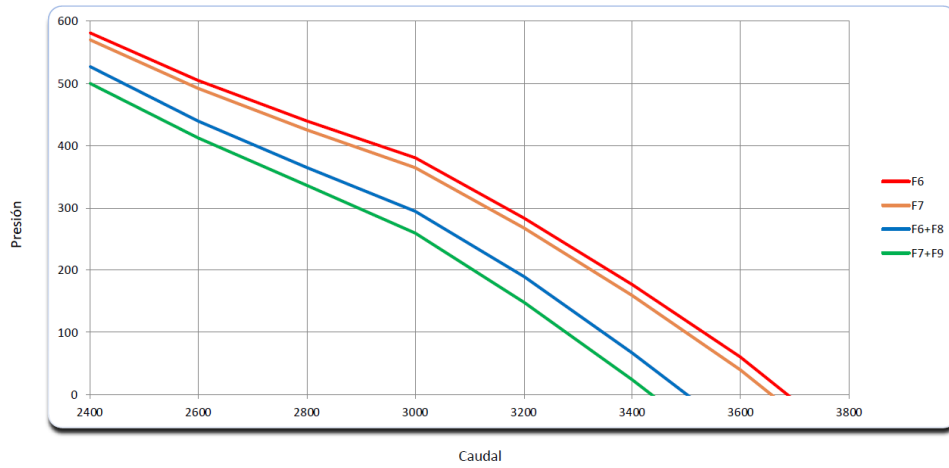


RECUPERADORES DE CALOR

www.bikat.es

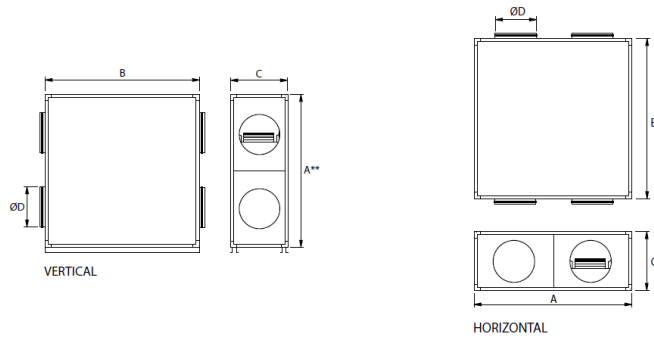


CAUDAL/PRESIÓN DISPONIBLE



DIMENSIONES

Medidas	mm
A	1800
B	2600
C	800
D	400
Peso	240,19



**En caso de vertical, irá con omega que incrementa la cota en 50mm.